МИСиС
Старооскольский технологический институт имени А.А. Угарова

СТИ НИТУ «МИСиС»
40 ЛЕТ
1979-2019
СТРОИМ БУДУЩЕЕ

МИСиС
Губкинский филиал НИТУ «МИСиС»

ПРОГРАММА

XVI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

Посвященная 40-летию основания СТИ НИТУ «МИСиС»

«Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство»

09 – 10 декабря 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

XVI ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА. НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО»

09-10 декабря 2019 г.

г. Старый Оскол

УДК 622: 669
ББК 33: 34.3
С 568

Редакционная коллегия:

Макаров Алексей Владимирович – декан факультета ММТ, зав. кафедрой ТОММ им. В.Б. Крахта СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.

Еременко Юрий Иванович – декан факультета автоматизации и информационных технологий, зав. кафедрой АИСУ СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.т.н.

Востокова Светлана Николаевна – декан инженерно-экономического факультета СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.

Ильичева Елена Вячеславовна – зам. директора по учебно-методической работе СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.э.н.

Крахт Людмила Николаевна – зав. кафедрой химии и физики СТИ НИТУ «МИСиС», проф., к.т.н.

Кожухов Алексей Александрович – зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС», доц., д.т.н.

Рецензенты:

Макаров Алексей Владимирович – декан факультета ММТ, зав. кафедрой ТОММ им. В.Б. Крахта СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.

Еременко Юрий Иванович – декан факультета автоматизации и информационных технологий, зав. кафедрой АИСУ СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.т.н.

Востокова Светлана Николаевна – декан инженерно-экономического факультета СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.

Ильичева Елена Вячеславовна – зам. директора по учебно-методической работе СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.э.н.

Крахт Людмила Николаевна – зав. кафедрой химии и физики СТИ НИТУ «МИСиС», проф., к.т.н.

Кожухов Алексей Александрович – зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС», доц., д.т.н.

С568 Материалы Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 09-10 декабря 2019 г. / редколлегия: Ю.И. Еременко, Е.В. Ильичева, Л.Н. Крахт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, С.Н. Востокова – Старый Оскол, 2019. – 706 с.

Сборник материалов Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство».

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 622: 669
ББК 33: 34.3

СЕКЦИЯ: МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 621.771

К ВОПРОСУ КРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НАРУШЕНИЙ СПЛОШНОСТИ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО СЛИТКА ПРИ ЕГО ДЕФОРМИРОВАНИИ НА СТАДИИ НЕПОЛНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Смирнов Е.Н., д.т.н., профессор, **Богадевич Д.И.**, аспирант, **Скляр В. А.**, к.т.н., доцент

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

en_smirnov@i.ua

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Проанализирована возможность применения принятых в ОМД моделей образования трещин применительно к решению задачи критериальной оценки нарушений сплошности непрерывнолитого слитка при его деформировании на стадии неполной кристаллизации. Сделан вывод о необходимости исследования и развития критериальных подходов, позволяющих оценить возможное разрушение металла системы "кристаллизующаяся оболочка – "мост" в непрерывнолитой кристаллизующейся заготовке.*

Ключевые слова: *непрерывнолитая заготовка; "мягкое" обжатие; критериальная оценка; трещинообразование; разрушение металла.*

ON THE ISSUE OF CRITERION EVALUATION OF CONTINUITY VIOLATIONS OF CONTINUOUSLY CAST BILLET DURING ITS DEFORMATION AT THE STAGE OF INCOMPLETE CRYSTALLIZATION

Smyrnov Y., Bogadevich D., Skliar V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The possibility of applying the models of crack formation adopted in metal forming in relation to solving the problem of criterion evaluation of continuity violations of continuously cast billet during its deformation at the stage of incomplete crystallization is analyzed. It is concluded that it is necessary to study and develop criteria approaches that allow to assess the possible destruction of the metal system "crystallizing shell - "bridge" in a continuously cast crystallizing billet.*

Keywords: *continuous cast billet; "soft" reduction; criterion evaluation; crack formation; metal destruction.*

Для повышения качества непрерывнолитой заготовки (НЛЗ), в частности для минимизации дефектов её макроструктуры, все большее распространение получает технология “мягкого” механического обжатия (в англоязычной литературе известная как Mechanical Soft Reduction – MSR) [1].

Положительный эффект от применения этой технологии основан на том, что при приложении достаточного деформирующего воздействия к НЛЗ минимизируется усадка, имеющая место в ходе процесса затвердевания жидкой стали, а также осуществляется вытеснение из зоны окончательного затвердевания жидко-твердой осевой области слитка, обогащенной ликвирующими элементами, высокое содержание которых является определяющим фактором снижения качества заготовки.

Помимо этого, посредством “мягкого” обжатия происходит ломка дендритных перемычек, получивших название “мосты” (см. рис. 1). Создаваемое при этом ими препятствие для подпитки жидким металлом локально замкнутых объемов осевой зоны приводит, в конечном итоге, к развитию пористости. Данный фактор обуславливает необходимость поиска приемлемого решения задачи с двумя целевыми векторами, а именно: с одной стороны – расчета оптимальных параметров деформационного воздействия, гарантирующего разрушение образующихся “мостов” в рамках системы “слой граничащего с фронтом кристаллизации металла (граничный слой) – дендритная перемычка”, а с другой – обеспечение отсутствия при этом нарушений сплошности в слоях металла, граничащих с фронтом кристаллизации.

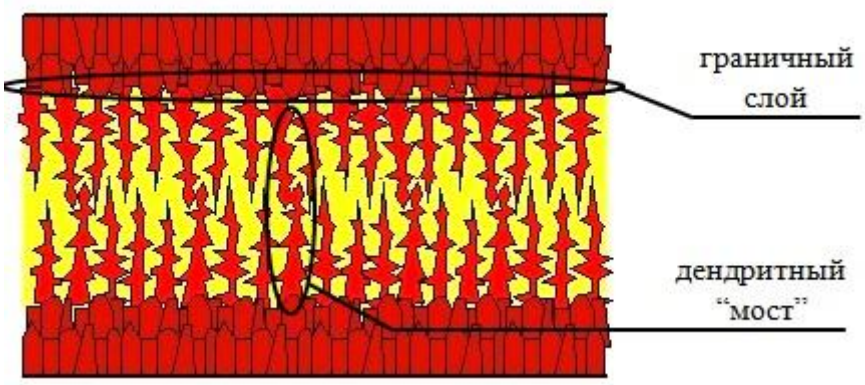


Рис. 1 – Система “слой граничащего с фронтом кристаллизации металла (граничный слой) – дендритная перемычка” непрерывнолитого слитка

По физическому смыслу первая из них противоположна второй задаче, которая является классической для обработки металлов давлением, а именно, разработке таких режимов деформирования, которые не приводят к нарушению сплошности металла.

Однако деформирование непрерывнолитого слитка на стадии кристаллизации имеет свои особенности. Одной из них следует считать тот факт, что в поперечном сечении можно выделить, условно, две области (см. рис. 2), которые имеют различную пластичность. В частности, металл внешней оболочки обладает свойственной для процесса горячей ОМД пластичностью [2], в то время как во внутренней области пластичность металла будет в несколько десятков раз меньше.

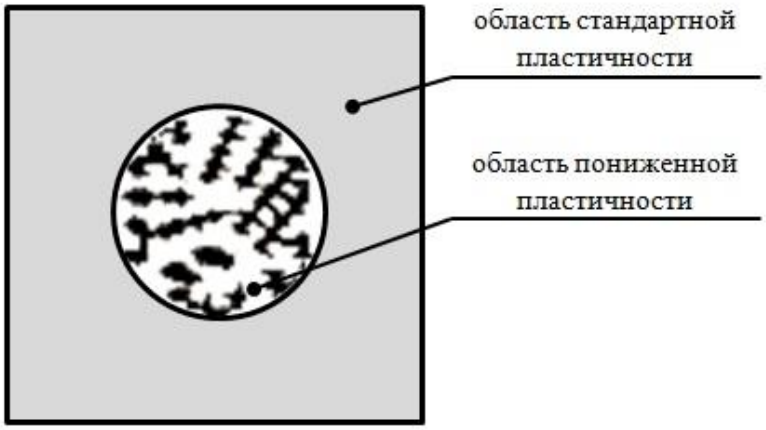


Рис. 2 – Разделение поперечного сечения НЛЗ на области с различными пластическими свойствами

Существует множество моделей и критериев образования трещин, которые были предложены ранее и приняты в теории ОМД (см. рис. 3).

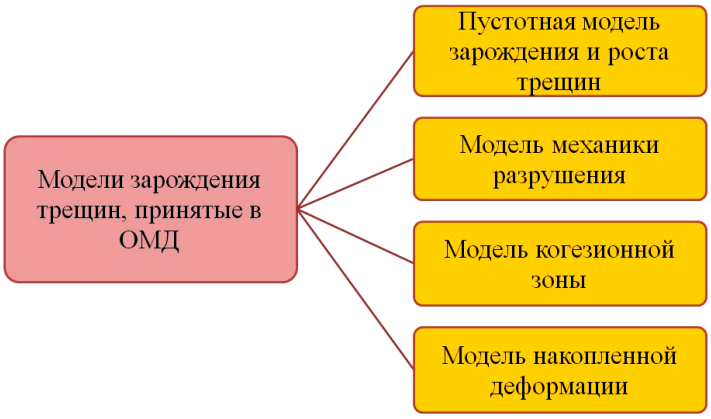


Рис. 3 – Классификация принятых в теории ОМД моделей образования трещин

Модель зарождения и роста пустот или модель Гурсона моделирует разрушение материала через развитие и слияние микропор [3]. Процессы роста и коалесценции пустот в итоге приводят к пластическому разрушению. Сложность калибровки более десяти параметров в модели для одного материала, некоторые из которых не зависимы друг от друга, сделало модель непригодной для промышленного применения [4].

Цикл работ Ю.Н. Работнова вместе с работами Л.М. Качанова [5] положил начало направлению механики деформируемого твердого тела – континуальной механике поврежденности. Она дает описание эволюции рассеянных дефектов – микротрещин, число которых в любом элементарном объеме предполагается весьма большим, что позволяет описывать этот процесс с помощью осредненного параметра – поврежденности [6]. Ключевым уравнением в этой модели является закон эволюции трещин, который раскрывает связь скорости высвобождения энергии их деформации с напряженным и деформированным состояниями. Однако связь параметров материала и переменных трещинообразования делает применение модели поврежденности крайне трудной для выполнения.

Модель когезионной зоны, первоначально предложенная Баренблаттом [7] для квазихрупких твердых тел, а позднее использованная многочисленными исследователями, имеет очевидные ограничения. Одно из них заключается в том, что ключевым фактором в этом методе является закон тяги-разделения, который не был достаточно хорошо разработан, а другое – в том, что для введения специальных интерфейсных элементов в месте разрушения, которое не известно в большинстве случаев, требуется предварительное знание местоположения трещины и пути ее прохождения.

Таким образом, промышленно применимой для проектировочных расчетов оказалась лишь модель накопленной деформации.

Указанная модель включает в себя ряд критериев, которые относительно просты и пригодны для промышленного применения. В общем виде их можно выразить как:

$$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} f(stress\ state)\, d\bar{\varepsilon} = C, \qquad (1)$$

где *f(stress state)* – функция тензора напряжений; $\bar{\varepsilon}$ – эквивалентная деформация; $\bar{\varepsilon}_f$ – эквивалентная деформация до разрушения; *C* – константа, которая зависит от материала.

Критерии, основанные на модели накопленной деформации, приведены в табл. 1.

Табл. 1 – Критерии разрушения модели накопленной энергии деформации

Критерий	**Уравнение**
Эквивалентной деформации	$\bar{\varepsilon}_f$
Клифта	$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} \bar{\sigma}\, d\bar{\varepsilon}$
Гидростатического напряжения	$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} \frac{\sigma_m}{\bar{\sigma}}\, d\bar{\varepsilon}$

Кокрофта-Лэтэма-Оха	$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} \frac{\sigma_1}{\bar{\sigma}} d\bar{\varepsilon}$
Броззо	$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} \frac{2\sigma_1}{3(\sigma_1 - \sigma_m)} d\bar{\varepsilon}$
Райса-Трейси	$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} exp\left(\frac{3\sigma_m}{2\bar{\sigma}}\right) d\bar{\varepsilon}$
Лероя	$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} (\sigma_1 - \sigma_m) d\bar{\varepsilon}$
Макклинтока	$\int_0^{\bar{\varepsilon}_f} \left[\frac{\sqrt{3}}{2(1-n)} sinh\left(\frac{\sqrt{3}}{2(1-n)} \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{\bar{\sigma}}\right) + \frac{3}{4} \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\bar{\sigma}}\right] d\bar{\varepsilon}$

Самый простой случай – критерий эквивалентной деформации при условии $\bar{\varepsilon} = \bar{\varepsilon}_f$, где *f(stress state)* = 1. Кокрофтом и Лэтэмом было предложено использовать параметры основного растягивающего напряжения σ_1 и эквивалентного напряжения $\bar{\sigma}$ [8]. Броццо включил в предложенный критерий параметр гидростатического напряжения σ_m для прогнозирования пределов формуемости в листовом металле [9]. Райс и Трейси описывали рост одиночной сферической поры за счет пластической деформации при трехосном напряженном состоянии [10]. Лерой предложил критерий, основанный на росте пустоты и накоплении повреждений при растягивающем напряжении [11]. Макклинток предложил критерий разрушения, основанный на росте пустот при заданных первом σ_1 и втором σ_2 главных растягивающих напряжениях и коэффициенте упрочнения n [12].

Проблеме исчерпания запаса пластичности при различных режимах деформации металлов посвящен ряд фундаментальных работ отечественных авторов. В работе В.Л. Колмогорова представлен линейный критерий степени использования запаса пластичности [13]:

$$\psi = \int_0^{\varepsilon_k} d\varepsilon / \varepsilon_p, \quad (2)$$

где ψ – степень исчерпания запаса пластичности; ε – накопленная деформация; ε_p – накопленная деформация в точке вероятного разрушения.

В свою очередь А.А. Богатов, О.И. Мижирицкий и С.В. Смирнов сформулировали критерий, основанный на модели пластического разрыхления, которая в общем виде может быть выражена уравнением (3) [14]:

$$w = \int_0^{\Delta_1} d\Delta / \Delta_p, \quad (3)$$

где w – показатель поврежденности; Δ – степень деформации сдвига; Δ_p – пластичность металла.

В последние годы были проведены исследования изменения топологии и поведения трещин при горячей прокатке [15, 18]. Исследователями установлено, что развитие

процессов растрескивания при прокатке зависит от химического состава стали и ее микроструктуры [19]. Микроструктура аустенитной стали при температуре горячей прокатки зависит от параметров деформации и начального размера зерна [20]. Однако малое количество исследований было проведено для оценки риска образования трещин при горячей прокатке при приложении деформаций с учетом изменения микроструктуры, а также с учётом неравномерного теплового поля [21-23]. С другой стороны, из-за изменчивости исходного состояния и состава заготовки параметры внешнего воздействия являются переменными величинами.

В целом, следует отметить, что диапазон применения указанных критериев не был четко определен. Ни один критерий не подходит для прогнозирования образования трещин при различных напряженных состояниях в процессах ОМД [24]. Поэтому развитие схем процесса MSR требует развития критериальных подходов, позволяющих оценить возможное разрушение металла системы “кристаллизующаяся оболочка – “мост” в непрерывнолитой заготовке на стадии кристаллизации. При этом можно предположить, что в качестве альтернативных моделей разрушения металла в процессе MSR следует рассмотреть и модели теории хрупкого разрушения.

Список литературы

1. Бровман М. Я. О перспективах развития непрерывного литья металлов / М. Я. Бровман // НМ-Оборудование. – 2004. – № 1. – С. 49-56.
2. Целиков А. И., Томленов А. Д., Зюзин В. И. и др. Теория прокатки. Справочник / М.: Металлургия. 1982. - 335 с.
3. Gurson A.L. Continuum Theory of Ductile Rupture by Void Nucleation and Growth: Part I. Yield Criteria and Flow Rules for Porous Ductile Media. Journal of Engineering Materials and Technology, 1977, vol. 99, is. 1, pp. 2–15.
4. Бьюи Х.Д. Механика разрушения: обратные задачи и решения / Пер. с англ. д.ф.-м.н. Л.В. Степановой. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 412 с.
5. Качанов Л.М. О времени разрушения в условиях ползучести // Изв. АН СССР. ОТН. 1958. № 8. С. 26-31.
6. Степанова Л. В., Игонин С. А. Описание рассеянного разрушения: параметр поврежденности Ю. Н. Работнова: историческая справка, фундаментальные результаты и современное состояние / Вестник СамГУ. Естественнонаучн. сер., 2014, № 3 (114), с. 97–114.
7. Barenblatt G.I. Mathematical theory of equilibrium cracks in brittle fracture // Advances in Applied Mechanics. - Academic Press, 1962. -V. 7. - P. 55-79.

8. Cockcroft M.G., Latham D.J. Ductility and the workability of metals // Journal of the Institute of Metals, 1968, vol. 96, pp. 33–39.

9. Brozzo, P., Deluca, B., Rendina, R. A new method for the prediction of formability in metal sheet, sheet metal forming and formability. In: Proceedings of the 7th Biennial Conference of the IDDRG, 1972, pp. 161–166.

10. Rice J.R., Tracey D.M. On the ductile enlargement of voids in triaxial stress fields. Journal of the Mechanics and Physics of Solids, 1969, Vol. 17, pp. 201–217.

11. LeRoy G., Embury J.D., Edward G. etc. A model of ductile fracture based on the nucleation and growth of voids. Acta Metallurgica, 1981, Vol. 29, pp. 1509–1522.

12. McClintock F A, Kaplan S M, Berg A. Ductile fracture by hole growth in shear bands [J]. International Journal of Fracture Mechanics, 1966, Vol. 2(4), 614–627.

13. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1986. – 688 с.

14. Богатов, А. А., Мижирицкий, О. И., Смирнов, С. В. Ресурс пластичности металлов при обработке давлением. – М.: Металлургия, 1984. – 144 с.

15. B.Hwang, H.S. Lee, Y.G.Kim etc. Analysis and Prevention of Side Cracking Phenomenon Occurring during Hot Rolling of Thick Low-Carbon Steel Plates / Materials Science and Engineering: A, 402, pp. 177-187.

16. H.Yu, X. Liu, C.Li etc. Behavior of transversal crack on slab corner during V-H rolling process/ Int. J. of Iron and Steel Research, 2006, Vol. 13 (6), pp. 31–37.

17. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Смирнов А.Н., Пивоваров Р.Е. Совершенствование деформационного режима прокатки сортовых профилей из конструкционных марок стали в условиях непрерывного стана // Производство проката. 2018. № 8. С. 19-25.

18. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.

19. Tercelj M, Turk R, Kugler G, Perus L. Neural network analysis of the influence of chemical composition on surface cracking during hot rolling of AISID2 tool steel / Comput Mater Sci, 2008, Vol, 42, pp. 625–637.

20. D. Kuc, G. Niewielski, J. Cwajna. Influence of deformation parameters and initial grain size on the microstructure of austenitic steel after hot-working processes. / Mater. Characterization. – 2006. - Vol. 56, No 4-5, pp. 318-324.

21. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.

22. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.

23. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.

24. Y. Bao, T. Wierzbicki. A comparative study on various ductile crack formation criteria, J. Eng. Mater. Tech., 126 (2004), 314-324.

УДК 621.771

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕДНОГО НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО СЛИТКА В РОТОРНОЙ ЛИТЕЙНОЙ МАШИНЕ

Горожанкин А.С., Скляр В.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

konfor1@yandex.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Представлены результаты компьютерного моделирования технологического процесса разливки меди на роторной литейной машине непрерывного агрегата литья-прокатки PROPERZI. Полученные результаты моделирования позволили оценить тепловое состояние непрерывнолитой медной заготовки в процессе кристаллизации и получить форму жидкой сердцевины.*

Ключевые слова: *медная катанка, непрерывнолитая заготовка, PROPERZI, компьютерное моделирование, теплопередача, кристаллизация.*

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF CRYSTALLIZATION OF COPPER CONTINUOUSLY CAST INGOT IN A ROTARY CASTING MACHINE

Gorozhankin A.S., Skliar V.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The results of computer simulation of the technological process of copper casting on the rotary casting machine of the continuous casting-rolling unit PROPERZI are presented. The obtained simulation results allowed to estimate the thermal state of a continuously cast copper billet in the process of crystallization and to obtain the shape of a liquid core.*

Keywords: *copper wire rod, continuous cast billet, PROPERZI, computer simulation, heat transfer, crystallization.*

В связи с ростом потребления меди в последнее время запущенно несколько небольших региональных производств, качеству продукции которых следует уделять особое внимание [1, 2]. Качество структуры медных непрерывнолитых слитков имеет большое значение поскольку влияет на последующий процесс пластической деформации и получаемые свойства [3-6]. С учетом того, что в роторной литейной машине скорость охлаждения жидкого металла достаточно высока, то формируются в основном не равноосные кристаллы, а столбчатые, которые будут направлены перпендикулярно

охлаждаемым поверхностям и будут встречаются друг с другом в середцевине слитка [7]. В то время как, отличного качества получаемых при дальнейшем пластическом деформировании полуфабрикатов (катанки) можно достичь получив более мелкую равноосную и равномерной по всему объему непрерывнолитого медного слитка макроструктуры [8]. Для получения равноосных кристаллов в объеме кристаллизующегося металла используют установки электромагнитного перемешивания (ЭМП). [9-11]

Моделирование подобных процессов, которые сочетают в себе решение задач теплопередачи, механики сплошных тел, магнитодинамики и гидродинамики является довольно сложной задачей. Для ее решения в настоящее время в основном применяют различные комплексы конечно-элементного моделирования [12-14].

Решение задачи выполнялось в модуле Heat Transfer программного комплекса COMSOL Multiphysics. Решение производилось для случая теплопередачи в жидкости с последующей сменой фаз при определенной температуре, с учетом неравномерного теплового поля в заготовке [15-18]. Геометрическая модель представляла собой плоское сечение, которое соответствовало форме непрерывнолитой заготовки.

В случае моделирования теплопередачи в жидкостях необходимо решить следующее уравнение

$$\rho C_p\left(\frac{\partial T}{\partial t}+\mathbf{u}\cdot\nabla T\right)+\nabla\cdot\left(\mathbf{q}+\mathbf{q}_r\right)=\alpha_p T\left(\frac{\partial p}{\partial t}+\mathbf{u}\cdot\nabla p\right)+\boldsymbol{\tau}:\nabla\mathbf{u}+Q, \qquad (1)$$

где - ρ-плотность (кг/м^3)

- C_p - удельная теплоемкость при постоянном давлении (Дж/ (кг·К))
- T - абсолютная температура (К)
- **u** - вектор скорости (м/ с)
- **q** тепловой поток за счет конвекции (Вт/м^2)
- $\mathbf{q_r}$ - тепловой поток за счет излучения (Вт/м^2)
- α_p - коэффициент теплового расширения (1/К)
- p - давление (Па)
- τ - тензор вязких напряжений (Па)
- Q - источники тепла, отличные от вязкой диссипации (Вт/м^3)

Учет фазового перехода медного расплава в твердое состояние производился в формулировке кажущейся теплоемкости. В этом случае вместо добавления скрытой теплоты плавления в уравнение энергетического баланса именно тогда, когда материал достигает

температуры фазового изменения $T_{рс}$, предполагается, что преобразование происходит в температурном интервале между $T_{рс} - \Delta T/2$ и $T_{рс} + \Delta T/2$.

Температуру разливки принимали на уровне 1120 °С, температуру фазового перехода - 1084 °С. В качестве свойств материала задавали плотность, теплоемкость и теплопроводность меди в жидком и твердом состоянии.

Коэффициент теплоотдачи на границе жидкая медь – кристаллизатор принимали на уровне 1800 Вт/(м^2·К), а на границе жидкая медь – стальная лента на уровне 900 Вт/(м^2·К). Расчет вели в течении 15 секунд.

В результате расчетов получали поле температур по сечению непрерывнолитой заготовки (Рис. 1) и форму границы фаз (Рис. 2).

По результатам расчетов была получена форма жидкой сердцевины по длине кристаллизатора, которая будет использоваться для изучения магнитных и гидродинамических процессов, происходящих при электромагнитном перемешивании.

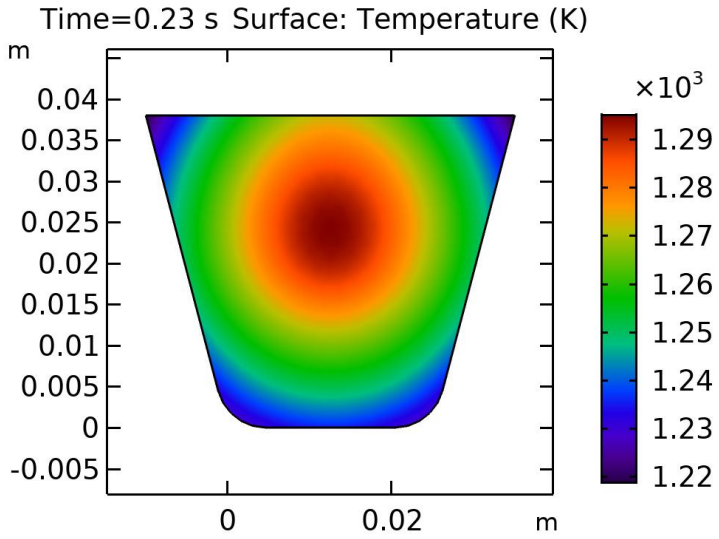


Рис. 1 – Поле температур по сечению непрерывнолитой медной заготовки

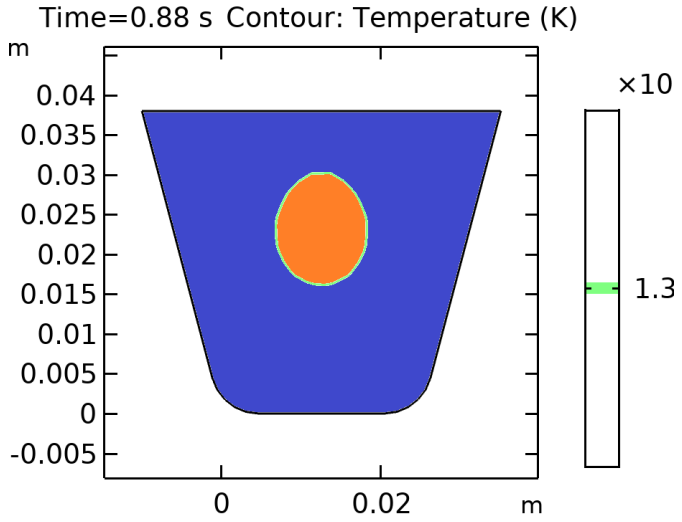


Рис. 2 – Соотношение твердой и жидкой фаз по сечению непрерывнолитой медной заготовки

Список литературы

1. Аналитическая записка о состоянии металлургической отрасли Комитета ТПП РФ по металлургии: А.А. Козицын, Е.В. Брагин, И.Д. Лысенко, М.И. Бочкарёв. - Москва, 2016 г. 46 с.

2. Сквозная оценка механических свойств полупродукта и прессованных алюминиевых профилей в условиях типового регионального производителя ООО «АЛТЕК» / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, М.В. Митрофанов, О.Е. Смирнов, В.А. Белевитин, А.Н. Смирнов // Металлург. 2017. -№ 10. -С. 49-53.

3. Angel D.A., Hlavacs A., Petho D., Mertinger V., Barkoczy P., Benke, M. Characterization of grain structure and crystallographic texture variation during the production of a Properzi semi-product // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, 426 (1), статья № 012001.

4. Логинов Ю.Н., Демаков С.Л., Илларионов А.Г., Иванова М.А., Романов В.А. Структурное состояние медной катанки, полученной при непрерывном процессе литья-прокатки // Цветные металлы. 2013. № 8 (848). С. 87-92.

5. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Вопросы использования непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката из конструкционных сталей // Сталь. 2018. №4. С. 7-12.

6. Логинов Ю. Н. Влияние способа литья на свойства кислородсодержащей меди/Ю. Н. Логинов, Р. К. Мысик, С. В. Брусницын, А. В. Сулицин, С. Л. Смирнов//Литейщик России. -2009. -№7. -С. 34-37.

7. Часников А.Я., Зиновьев А.В. Особенности влияния условий кристаллизации при горизонтальном непрерывном литье круглых полых и сплошных заготовок на макроструктуру // Цветная металлургия. 2013. № 5. С. 62-65.

8. Гохштейн М.Б. О классификации модификаторов и модифицирования / М. Б. Гохштейн // Цветные металлы. - 1973 - №5. - С.72-74.

9. Великий А.Б., Казаков А.С., Филиппова В.П., Алексеев А. Г. Влияние электромагнитного перемешивания на структуру и химическую неоднородность сортовой непрерывнолитой заготовки // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2007. №4. С. 37-40.

10. Применение устройств электромагнитного перемешивания при отливке слитков на основе меди / С.А Бычков. // «Промышленная энергетика», №5, 2010. - С.25-28.

11. Hamri, B. The effect of electromagnetic stirring during solidification on the copper structure // International Journal of Applied Engineering Research, 2016. Vol. 11 (7), pp. 4667-4675.

12. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.

13. Modeling of the Energy Potential saving in the production of seamless / V. Belevitin, Y. Smyrnov, S. Kovalenko, A. Suvorov, V. Skliar // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2017. Vol. 52. № 4. P. 718-723.

14. Cherkashina Y.A., Ogorodnikov A.S. Continuous casting simulation in Comsol Multiphysics software package // Молодежь и современные информационные технологии Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2013. С. 54-56.

15. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.

16. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.

17. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А.

Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.

18. Хацаюк М.Ю. Математическое моделирование процессов литья и кристаллизации алюминиевых сплавов в электромагнитном поле с учетом свободной поверхности жидкого металла / Хацаюк М.Ю., Минаков А.В., Первухин М.В.// Сб.науч.трудов. Актуальные проблемы энергосберегающих электротехнологий. АПЭЭТ-2014. Екатеринбург: ФГАОУ ВПО УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, 2014, с. 111 – 115.

УДК 10167

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОКАЛИНЫ МЕТАЛЛАА В ПЕЧАХ НАГРЕВА ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ

Жиденко А.И., Лавриненко К.В. аспиранты

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

lexsey1236@yandex.ru, +7-961-171-72-75

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Отсутствие наиболее эффективного способа борьбы с угаром обусловило выполнение поэтапного комплекса исследований защитных технологических покрытий, направленных на решение сложной и актуальной научно-техническое проблемы.В данной работе проведено исследование влияния соды и борной кислоты на окалинообразование.*

Ключевые слова: *окисление; угар; покрытие; борная кислота, эксперимент, химический состав.*

INFLUENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF PROTECTIVE COATINGS ON THE FORMATION OF METAL SCALES IN HEATING FURNACES BEFORE ROLLING

Zhidenko A.I., Lavrinenko K.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The absence of the most effective way to combat fumes caused a phased set of studies of protective technological coatings aimed at solving a complex and urgent scientific and technical problem. In this paper, we studied the effect of soda and boric acid on scale formation.*

Keywords: *oxidation; burn out; coating; boric acid, experiment, chemical composition.*

При воздействии больших температур на металлы и их сплавы, у них окисляется поверхностный слой.

В металлургии существует множество процессов, где необходим предварительный нагрев металла до довольно больших температур. Примерами таких операций являются: прокатка, штамповка, ковка, нормализация, отжиг и закалка. В процессе перечисленных операций происходит взаимодействие металла с окислителем при высоких температурах, и металл окисляется. Чем дольше будет нагрев и выше температура, тем больше металла подвергнется окислению и будет потерян. В процессе прокатки заготовок, окалина закатывается в поверхность металла, что приводит к образованию поверхностных дефектов.

Это и является основной причиной брака металла. При этом окалина, которую не удалили с поверхности, обладает повышенной твёрдостью, что приводит к ускоренному износу валков прокатного стана. Потери металла с окалиной (угар) в металлургическом производстве в среднем составляет около 3-4%[1, С.10].

Кроме уже перечисленных вредных последствий существуют и другие. Одновременно с процессом образования оксидной плёнки происходит обезуглероживание и обеднение сплавов легирующими элементами. В результате изменяется химический состав поверхности сплава, что приводит не только к изменению его механических свойств, но и коррозионных [2, С.15].

Целью данной работы является исследование процесса высокотемпературного окисления металла при использовании защитных покрытий и уменьшение его влияния на производство проката.

Основной задачей исследования являлась разработка защитного технологического покрытия, обеспечивающего надежную защиту заготовки при высокотемпературном нагреве.

На кафедре ММ СТИ НИТУ «МИСиС» проводились эксперименты по окалинообразованию металла при использовании защитных покрытий в печах нагрева перед прокаткой.

Образцы разделялись на шесть партий по два образца, затем взвешивались и измерялись. Образцы, используемые для экспериментов с покрытиями, покрывались вручную, с помощью кисточки, выбранным покрытием и высыхали на воздухе.

После образцы помещали в нагретую до 1100 °С муфельную печь. Образцы нагреваются до температуры 1100 °С и 1200 °С с выдержкой по 60 минут при каждой температуре (см. рис. 1).



Рис. 1 – Муфельная печь SNOL 7,2/1100

Первая партия образцов через 60 минут изымалась из печи, определялась масса и охлаждалась на воздухе до температуры окружающей среды. Эти же действия повторяются с последующими партиями образцов после их выдержки при заданной температуре (см. рис. 2).



Рис. 2 – Взвешивание образца на весах

При полном охлаждении образцов с них снималамсь окалина и образец вновь взвешивался.

Результаты для каждого варианта расчета окалины усреднялись.

После взвешивания образцы охлаждались естественным путем в лаборатории.

После полного охлаждения образцов, с них снималась окалина механическим способом и взвешивалась вместе с образцом.

Далее производилось определение окалинообразования в процентах от массы образца путем расчета. Для этого использовалась формула:

$$\Delta m = \frac{m_{ок}}{m_{нач}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где Δm– масса окалины , %; $m_{ок}$ - масса окалины, г; $m_{нач}$ - начальная масса образца, г.

В данном эксперименте использовалось пять магнезиально-глиноземистых покрытий, отличительной чертой которых являлось наличие в составе соды или борной кислоты (см. табл. 1).

Табл. 1 – содержание соды и борной кислоты в технологических покрытиях

номер покрытия	1	2	3	4	5
	Содержание,%				
сода	0,1	0,05	-	-	-
борная кислота	-	-	0,2	0,1	0,05

Основным критерием для определения перспективности использования того или иного покрытия служили результаты сравнительных испытаний образцов с покрытием и без покрытия (см. табл. 2).

Табл. 2 – Результаты эксперимента

Температура, °С	Без покрытия	1	2	3	4	5
	Количество окалины, %					
1100	5,67	5,15	4,8	4,33	4,24	4,52
1200	11,4	10,98	10,18	11,05	11,08	9,7

По результатам экспериментов была построена диаграмма, изображенная на рис. 3.

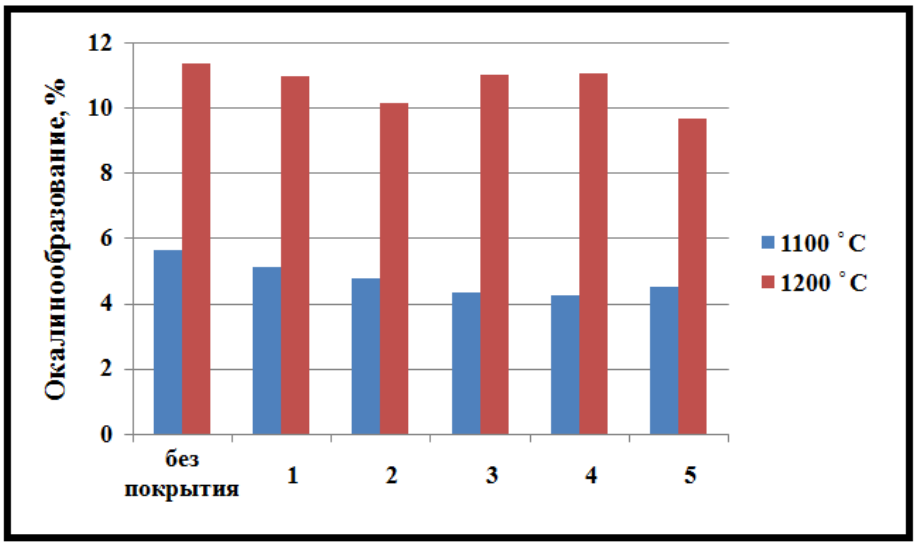


Рис. 3 – Результаты экспериментов

Как видно из полученной диаграммы снижение окалинообразования наблюдается при использовании всех пяти покрытий. При этом наилучшие результаты показали покрытия, в состав которых входит борная кислота. Это объясняется тем, что борная кислота является ингибитором коррозии, что приводит к уменьшению процесса окалинообразования [3].

Список литературы

1. Темлянцев, М. В. Окисление и обезуглероживание стали в процессах нагрева под обработку давлением / М. В. Темлянцев, Ю. Е. Михайленко. - М.: Теплотехник, 2006. - 200 с.

2. Солнцев, С. С. Защитные покрытия металлов при нагреве: справочное пособие. - 2-е изд., доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 248 с.

3. Елисеев А. А., Третьяков Ю. Д. БОРНЫЕ КИСЛОТЫ // Большая российская энциклопедия. Электронная версия (2016).

УДК 624.044.3

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЧНОСТЬ БРИКЕТОВ ИЗ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ

Князев И.С.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

knyazev.93@inbox.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Определены и описаны основные факторы, оказывающие влияние на плотность и прочность брикетов. Выявлен коэффициент, характеризующий влияние химического состава окатышей на прочность брикетов.*

Ключевые слова: *горячебрикетированное железо, брикет, металлизованные окатыши, брикет-пресс, деформация, физическое моделирование.*

ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE STRENGTH OF BRIQUETTES FROM METALIZED PELLETS

Knyazev I.S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The main factors that influence the density and strength of briquettes are identified and described. The coefficient characterizing the influence of the chemical composition of the pellets on the strength of the briquettes.*

Keywords: *HBI, briquette, metallized pellets, briquette press, deformation, physical modeling.*

Производство горячебрикетированного железа (ГБЖ) на сегодняшний день получает все большее распространение. Из-за того, что брикеты обладают меньшей реакционной способностью чем непосредственно окатыши, существенно снижается степень вторичного окисления в процессе их транспортировки. Наряду с этим брикеты обладают повышенной прочностью и меньшей пористостью. Все это позволило данному виду продукции занять место на рынке, в случае, когда металлизованное сырье транспортируется на большие расстояния.

В то же время способ брикетирования металлизованных окатышей не полностью решает проблему защиты железа от процессов вторичного окисления, что проявляется в основном из-за разрушения брикетов.

Экспериментальными методами установлено, что скорость вторичного окисления целых брикетов и фрагментов крупностью более 25 мм в среднем составляет 0,1 %/с, для фрагментов крупностью +5 -25 мм скорость окисления увеличивается в три раза, а для класса менее 5 мм - в 10 раз по сравнению с целыми брикетами [1]. В целом для процесса брикетирования металлизованных окатышей подходят основные положения теории прессования [2], особенно в части порошковых материалов. Таким образом, исследования, направленные на изучение возможностей повышения прочности брикетов металлизованных окатышей, носят важный и актуальный характер.

Целью данного исследования являлось определение факторов, в наибольшей мере влияющих на прочность получаемых брикетов ГБЖ.

Анализ литературных данных показывает, что основными факторами, влияющими на прочность брикетов являются:

1) Химический состав брикетов.
2) Величина скорости деформации.
3) Температура прессования.

Несмотря на то, что общее влияние углерода и температуры на свойства ГБЖ испытывались на заводах в течение многих лет, имеются очень ограниченные данные. Только одно экспериментальное исследование было опубликовано Tenova HYL/ Köppern [2], но было очень ограничено по объему. Следует отметить, что согласно теории порошковой металлургии и прессования металлических порошков, общая прочность полученного брикета будет пропорциональна величине пластической деформации при прессовании. Во время пластической деформации, металлические частицы свариваются между собой или образуют металлические связи [4]. Величина пластической деформации является функцией общей пластичности материалов и параметров брикетирования, таких как давление и температура [5]. Увеличение давления брикетирования и температуры увеличивает величину пластической деформации, следовательно, увеличивает общие механические свойства брикета. И наоборот, увеличение количества углерода, как и карбида железа, в железе приведет к снижению пластичности материалов, снижению величины пластической деформации и механических свойств при брикетировании [6].

В работах [7-9] предложен количественный критерий, который характеризует химический состав брикетов используют комплексный показатель (см. формулу 1):

$$K = \frac{MgO + Al_2O_3}{CaO + SiO_2} \cdot \frac{Fe_{MET}}{C}, \quad (1)$$

где SiO_2, $A1_2O_3$, CaO, MgO, $Fe_{Мет}$, C – содержание соответствующих химических

компонентов в брикетах, %; К - комплексный показатель химического состава брикетов.

Было установлено, что прочность металлизованных брикетов возрастает по линейному закону с увеличением данного показателя. Вычисленное предельное значение лежит в диапазоне К = 26 – 31. При этих значениях достигается оптимальная усадка слоя окатышей в процессе восстановления.

На рис. 1 представлена зависимость прочности брикетов от скорости вращения валков при соотношении $n_{шп}/n_{в}$ в пределах 9,9 - 10,2 и температуре прессуемого материала 680 – 695 °С.

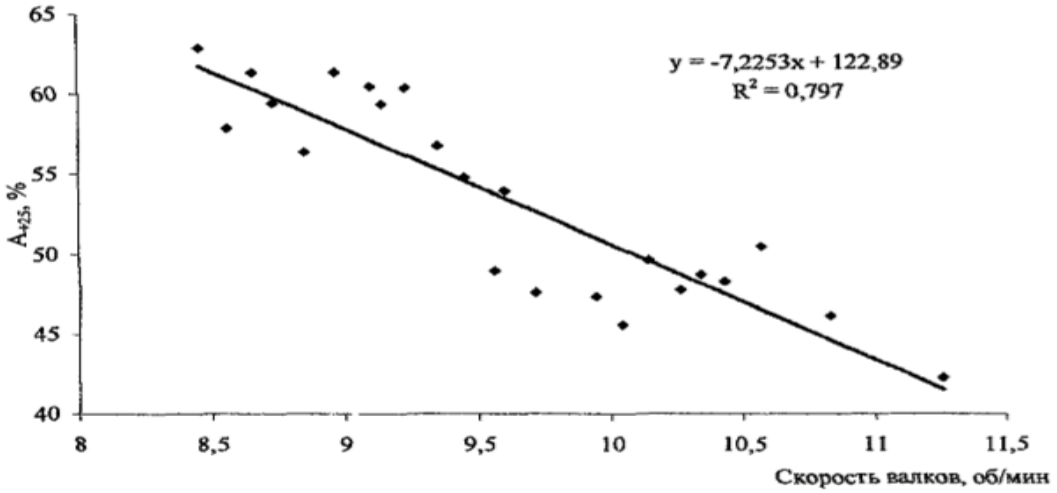


Рис. 1 – Зависимость прочности брикетов от скорости валков брикет-пресса

Анализ вышеприведенного графика показывает, что прочность брикетов уменьшается с увеличением скорости вращения валков. Увеличение скорости вращения валков на 0,1 об/мин приводит к снижению прочности брикетов примерно на 0,7 %.

Особое внимание следует уделить влиянию температуры прессования и неравномерного температурного поля в металлизованных окатышах [10-12]. Так, в работе [3] представлены результаты лабораторного и промышленного исследования процесса прессования железорудных окатышей. Исследовано влияние содержания углерода в исходном материале (Рис. 2) и температуры прессования (Рис. 3).

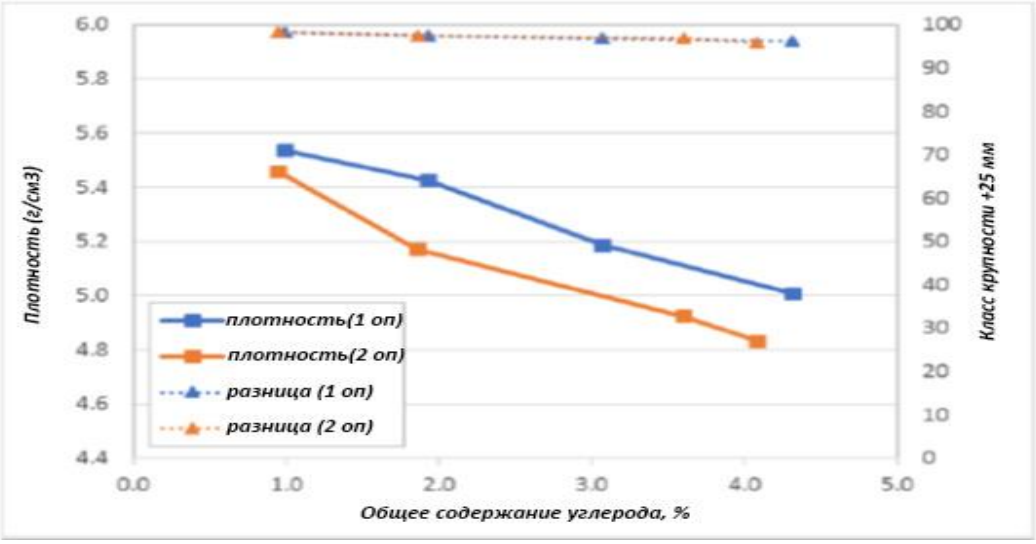


Рис. 2 – Влияние оксида углерода на качество брикетов

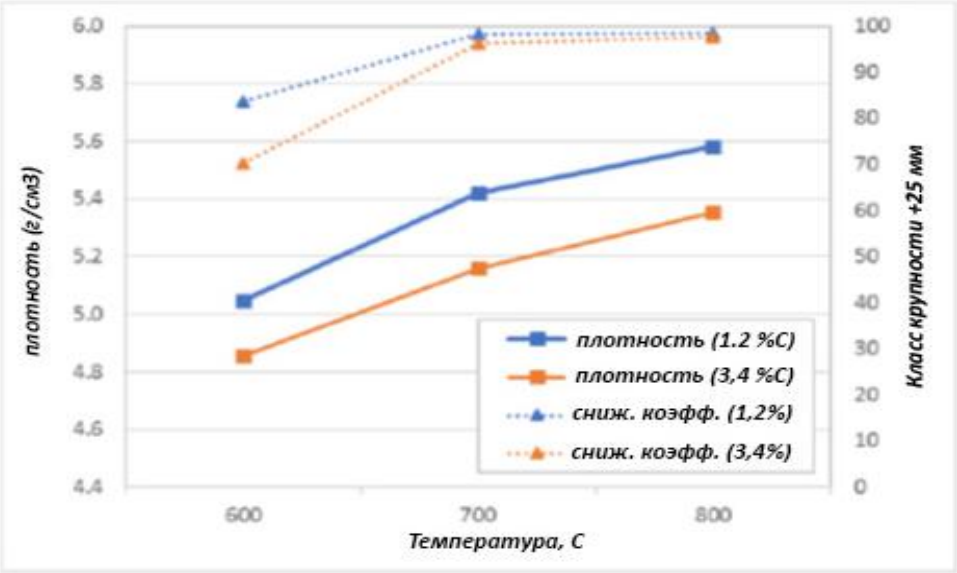


Рис. 3 – Влияние температуры на качество брикетов при различном содержании углерода (при давлении 200 МПа)

Вывод. Таким образом процесс производства горяче-брикетированного железа является достаточно многофакторным процессом, что обуславливает необходимость учета достаточно большого количества факторов, влияющих на прочность готового брикета.

Список литературы

1. Никитченко Т.В. Исследование и разработка технологии производства горячебрикетированного железа из концентратов КМА на промышленной установке металлизации HYL-III. ... канд. техн. наук. Липецк. Липецкий гос. Технический университет, Липецк, 2007.

2. Сквозная оценка механических свойств полупродукта и прессованных алюминиевых профилей в условиях типового регионального производителя ООО «АЛТЕК» / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, М.В. Митрофанов, О.Е. Смирнов, В.А. Белевитин, А.Н. Смирнов // Металлург. 2017. -№ 10. -С. 49-53.

3. High Carbon Briquettes (HCB) – The future of briquetted DRI. HYL News. December 2016.

4. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.

5. Modeling of the Energy Potential saving in the production of seamless / V. Belevitin, Y. Smyrnov, S. Kovalenko, A. Suvorov, V. Skliar // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2017. Vol. 52. № 4. P. 718-723

6. Vincent Chevrier, PhD., Christopher Ravenscroft Direct Reduced Ironmaking Technology -Hot briquetting trials of DRI with higher carbon levels, SEAISI J U N E 2 7 T H, 2018

7. Тимофеева А.С., Руднов И.А., Никитченко Т.В. Влияние прессуемого ма¬териала на прочность брикетов / Региональная научно-практическая конфе¬ренция г. Губкин 2004. – С.88-91.

8. Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Рекун С.Н., Семина Ю.В., Руднов И.А. Исследования прочности брикетов, производимых Лебединским горно-обогатительным комбинатом / А. С. Тимофеева. // Известия ВУЗов Черная металлургия 2003 №10. – С.7-8.

9. Тимофеева А.С., Никитченко Т.В. Повышение прочности горячебрикетированного железа. «Наука и технологии» Труды XXШ Российской школы М. Российская академия наук 2003. – С.217-223.

10. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.

11. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.

12. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.

13. Vincent Chevrier, PhD., Christopher Ravenscroft Direct Reduced Ironmaking Technology -Hot briquetting trials of DRI with higher carbon levels, SEAISI J U N E 27TH , 2018

УДК 622.78

РАССМОТРЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ДЕСУЛЬФУРАЦИЮ ОКАТЫШЕЙ

Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н., Попов Д.С.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

АО «Оскольский электрометаллургический комбинат», Россия, г. Старый Оскол

klnchayka@mail.ru, +7(915)569 2604

velemenchyk.sn@mail.ru

donskou1992@mail.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы влияния температуры обжига и гранулометрического состава слоя окатышей на десульфурацию.*

Ключевые слова: *десульфурация, окатыши, сера, обжиг.*

CONSIDERATION OF INFLUENCE OF SOME FACTORS ON DESULFURIZATION OF PELLETS

Korol'kova, L. N., Velemeny, S. N., Popov D. S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

JSC "Oskol electrometallurgical plant", Russia, Stary Oskol

Abstract. *The article deals with the influence of the firing temperature and the granulometric composition of the pellet layer on desulfurization.*

Keywords: *desulfurization, pellets, sulfur, firing.*

Основными факторами, влияющими на процессы окислительного обжига и металлизации оксидов железа восстановительными газами, являются: размер отдельного окатыша, гранулометрический состав окатышей в слое, температура обжига [1].

Влияние размера окатыша и гранулометрического состава слоя обуславливается диффузионными процессами, протекающими внутри окатыша и газопроницаемостью слоя окатышей на обжиговых тележках и в шахтной печи металлизации. Использование мелких окатышей или смеси мелких и крупных окатышей ухудшает газопроницаемость слоя, т.к. уменьшается его порозность. При этом наблюдается замедление процессов окисления и восстановления оксидов железа и ухудшение качественных характеристик окатышей [2].

Для рассмотрения вопроса влияния гранулометрического состава на удаление серы использовались сырые окатыши фракций: +7÷8 мм, +11,2÷12 мм, +15÷16 мм и +22,4÷25 мм.

Окатыши подвергались «мягкому» режиму обжига в обжиговой машине. Скорость обжиговых тележек 2,8 м/мин, температура обжига 1300 °С [3]. Содержание серы в процессе обработки изменяется следующим образом: в концентрате - 0,177 %, в сырых окатышах - 0,13÷0,15 %, в обожженных окатышах - 0,005÷0,007 %. Т.е. для окатышей различного гранулометрического состава содержание серы после обжига изменяется в пределах погрешности определения и в среднем составляет 0,006 ± 0,001 %. Следовательно, степень удаления серы из окатышей разного гранулометрического состава практически одинаковая.

Так же при обжиге окатышей изменяется содержание в них FeO. При увеличении фракции с 11,2÷12 мм до 15÷16 мм содержание FeO увеличивается в 2,5, а при увеличении до 22,4÷25 мм - в 25,5 раз [3]. Можно сделать предположение, что процесс окисления FeO магнетита (Fe_3O_4) за время нахождения в зоне обжига не завершается и в центре окатыша остается область с повышенным содержанием Fe_3O_4. Влияние размера окатышей на скорость удаления серы из окатышей менее значимо, чем на скорость окисления FeO магнетита [3].

Послойное исследование обожженных окатышей на прочность и химический состав дали следующие результаты. С увеличением крупности окатышей прочность на сжатие уменьшается. Это может быть связано с тем, что сырые окатыши разных фракций отличаются внутренней структурой: пористостью и плотностью. Уменьшение прочности обожженных окатышей по высоте слоя объясняется снижением температуры в нижнем слое примерно на 50 °С [4].

Распределение серы в обожженных окатышах: верхний слой 0,002÷0,003 %, средний 0,003÷0,005 % и нижний 0,003÷0,006 %. Остаточное содержание серы в обожженных окатышах разного гранулометрического состава зависит в основном от трех параметров: температуры, времени обжига и содержания серы в сырых окатышах. При недостатке кислорода удаление серы уменьшается в 1,5 раза [2].

При прососе теплоносителя сверху вниз через слой окатышей могут происходить следующие процессы. Верхний слой окатышей находится в зоне высоких температур и избытка окислителя. Поэтому содержание серы в обожженных окатышах верхнего слоя минимальное (0,002 %). По мере продвижения теплоносителя вниз его температура и содержание кислорода уменьшаются, что приводит к увеличению содержания серы в окатышах. Наибольшее содержание серы наблюдается в нижнем слое окатышей (до 0,005 %) [4]. Таким образом, можно сделать заключение, что при обжиге содержание серы в окисленных окатышах не зависит от их размера.

Из теоретических предпосылок известно, что снижение содержания серы в

окисленных окатышах можно осуществить увеличением максимальной температуры обжига [1, 2]. Исследования [3, 4] показали, что увеличением температуры обжига до 1350 °С можно обеспечить содержание серы в окисленных окатышах не более 0,004 %, но при этом ужесточаются условия эксплуатации обжиговых тележек с колосниками, что приводит к преждевременному их выходу из строя, и возрастает удельный расход топлива [4].

Список литературы

1. Юсфин Ю.С. Обжиг железорудных окатышей / Ю.С. Юсфин, Т.Н. Базилевич. - М: Металлургия, 1973.

2. Абзалов В.М. Физико-химические и теплотехнические основы производства железорудных окатышей / В.М. Абзалов, В.А. Горбачев, С.Н. Евстюгин, В.И. Клейн; под ред. Леонтьева Л.И. - Екатеринбург: УрО РАН, 2012.

3. Горбачев В.А. Проведение исследований по определению закономерностей удаления серы при термообработке окатышей ОЭМК и разработка технических решений с целью повышения степени их десульфурации / Горбачев В.А. - Екатеринбург: НПВП ТОРЕКС, 2008.

4. Брагин В. В. Разработка и реализация рациональной технологии и технологических режимов, обеспечивающих плановое производство качественных окисленных окатышей из концентрата с высоким (более 0,09 %) содержанием серы ЦОиМ / Брагин В.В. - Екатеринбург: НПВП ТОРЕКС, 2013.

УДК 622.78

РАССМОТРЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СЛОЕ ОКАТЫШЕЙ В ЗОНАХ СУШКИ ОБЖИГОВОЙ МАШИНЫ

Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н., Попов Д.С.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

АО «Оскольский электрометаллургический комбинат», Россия, г. Старый Оскол

klnchayka@mail.ru, +7(915)569 2604

velemenchyk.sn@mail.ru

donskou1992@mail.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы накопления сернистых соединений в слое окатышей в зонах сушки.*

Ключевые слова: *десульфурация, окатыши, сера, обжиг, зона сушки, обжиговая машина.*

CONSIDERATION OF THE PROBLEM OF ACCUMULATION OF SULFUR COMPOUNDS IN THE LAYER OF PELLETS IN THE DRYING ZONES OF THE FIRING MACHINE

Korol'kova, L. N., Velemeny, S. N., Popov D. S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

JSC "Oskol electrometallurgical plant", Russia, Stary Oskol

Abstract. *The article deals with the accumulation of sulfur compounds in the layer of pellets in the drying zones.*

Keywords: *desulfurization, pellets, sulfur, roasting, drying zone, roasting machine.*

С целью повышения эффективности термообработки и обеспечения относительно низких теплоэнергетических затрат схемой газовоздушных потоков обжиговой машины предусмотрена рециркуляция газов [1]. Опыт работы показывает, что при обжиге окатышей из концентратов, содержащих серу, используемые рециркуляционые потоки из коллектора зоны обжига содержат сернистые соединения. Эти соединения попадая в слой окатышей, могут накапливаться и приводить к увеличению содержания серы в готовом продукт [2].

Газовоздушный поток при движении в ограниченном канале заполняет его неравномерно, поэтому скорость и температура перемещаемой среды отличаются в различных точках одного сечения. Для максимально возможного приближения к действительным значениям данных газового анализа, измерений скорости и температуры

выполняется тарировка сечений газоходов (воздуховодов). Воздуховоды круглого сечения разбиваются на равновеликие кольца и измерения производятся по двум взаимно перпендикулярным диаметрам в четырех точках каждого кольца. Газопроводы прямоугольного сечения разбиваются на площади линиями, параллельными его стенкам, и измерения производят в центре каждого полученного прямоугольника. В выбранных местах прорезаются отверстия, через которые производятся необходимые измерения [3].

Определение объемных расходов газов осуществляется путем измерения динамических напоров в выбранных точках. По результатам измерений определяются скорость газового потока. По величине скорости – объемный расход газа.

Химический анализ газов в газоходах осуществляется путём забора проб через штуцера. На колосниках обжиговых тележек отбор газов осуществляется путем установки заборной трубки на колосники [3].

К материальным потокам, циркулирующим в обжиговой машине, относятся: сырые окатыши, окатыши донной и бортовой постели на входе в машину, окатыши на выходе из машины. Для расчёта массового расхода серы в материальных потоках, уточнения кинетики десульфурации и возможного накопления серы в постели отбираются пробы [2]:

- сырые окатыши с роликового укладчика;
- окатыши с течки бортовой постели;
- обожженные окатыши с конвейера бункера выравнивателя температур;
- окатыши постели на входе и на выходе из обжиговой машины.

Анализ результатов проведённых замеров [2, 3] показал, что накопление серы в значительной мере происходит в постели. При среднем содержании серы в окисленных окатышах на уровне 0,0045 %, содержание серы в постели на выходе из машины доходит до 0,02 %. При этом, содержание серы в пробе после бункера выравнивателя изменяется в пределах от 0,005 % до 0,0067 %. Таким образом, можно предположить, что основным источником серы в готовом продукте являются окатыши постели. При этом конкретное содержание серы определяться долей окатышей постели попавшей в готовый продукт.

Сбалансированные значения расходов газопотоков, их химический состав и количество серы в материальных потоках позволяют составить и рассчитать баланс серы в материальных и газовоздушных потоках обжиговой машины в целом и по отдельным технологическим зонам.

Результаты исследований [2, 3] показывают, что с сырыми окатышами (содержание серы 0,2 %) и постелью (содержание серы 0,0045 %) в обжиговую машину поступает сера в

количестве 718 кг/ч. Распределение поступления серы по зонам сушки обжиговой машины следующее [2, 3]:

- Зона сушки 1 – с теплоносителем, состоящим из воздуха, нагреваемого в зоне охлаждения, и дымовых газов из зоны обжига, количество поступающей серы составляет 307 кг/ч. Часть поступающих сернистых соединений взаимодействует с кальцием и остается в слое окатышей, а часть сбрасывается в дымовую трубу. Содержание серы в слое окатышей возрастает до 856 кг/ч (0,2333 % – окатыши, 0,0209 % – постель).
- Зона сушки 2 – с теплоносителем, состоящим из дымовых газов из зоны обжига, количество поступающей серы составляет 125 кг/ч. Часть сернистых соединений взаимодействует с кальцием и остается в слое окатышей, а часть сбрасывается в дымовую трубу. Содержание серы в слое окатышей возрастает до 962 кг/ч. (0,2557 % – окатыши, - 0,0433 % – постель).

Дальнейшее продвижение окатышей через зоны подогрева, обжига и рекуперации приводит к снижению содержания серы в них.

Исследования [2, 3] показывают, что 69 % серы, удаляемой в зоне обжига и рекуперации, сбрасываются в дымовую трубу, а оставшиеся 31 % серы циркулирует в обжиговой машине и накапливаются в слое [3]. Содержание серы в сырых окатышах после прохождения зон сушки возрастает с 0,2 % до 0,2557 % (на 27, 8%). Содержание серы в окатышах постели после прохождения зон сушки возрастает с 0,0045 % до 0,0433 % (в 9,6 раза).

Список литературы

1. Абзалов В.М. Физико-химические и теплотехнические основы производства железорудных окатышей / В.М. Абзалов, В.А. Горбачев, С.Н. Евстюгин, В.И. Клейн; под ред. Леонтьева Л.И. - Екатеринбург: УрО РАН, 2012.

2. Горбачев В.А. Проведение исследований по определению закономерностей удаления серы при термообработке окатышей ОЭМК и разработка технических решений с целью повышения степени их десульфурации / Горбачев В.А. - Екатеринбург: НПВП ТОРЕКС, 2008.

3. Брагин В. В. Разработка и реализация рациональной технологии и технологических режимов, обеспечивающих плановое производство качественных окисленных окатышей из концентрата с высоким (более 0,09 %) содержанием серы ЦОиМ / Брагин В.В. - Екатеринбург: НПВП ТОРЕКС, 2013.

УДК 621.783

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ШЛАКООБРАЗУЮЩИХ НА ПАРАМЕТРЫ ШЛАКОВОГО РЕЖИМА ПРИ ЭЛЕКТРОПЛАВКЕ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ

Малахова О.И., к.т.н., доцент каф. ММ, **Худжаев Ш.Д.**, бакалавр

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

ox_m73@mail.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В статье проанализировано влияние химического состава шлакообразующих материалов на некоторые параметры шлакового режима с учётом особенностей технологии электроплавки стали в высокомощных дуговых сталеплавильных печах (ДСП) при работе с большой долей металлизованных окатышей в шихте. Рассмотрена связь параметров шлакового режима и технико-экономических показателей электроплавки в ДСП. Даны рекомендации по совершенствованию шлакового режима при электроплавке металлизованных окатышей в дуговых печах.*

Ключевые слова: *ДСП; дуговая сталеплавильная печь; металлизованные окатыши; шлак; шлаковый режим; технико-экономические показатели.*

INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF SLAG-FORMING MATERIALS ON THE PARAMETERS OF SLAG MODE WHEN ELECTROPLATING METALLIZED PELLETS IN ELECTRIC ARC FURNACES

Malakhova O.I., Hudzaev Sh.D.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The article analyzes the influence of the chemical composition of slag-forming materials on some parameters of the slag regime, taking into account the peculiarities of the technology of electric steel melting in high-power arc steel furnaces (DSP) when working with a large proportion of metallized pellets in the charge. The connection between the parameters of the slag regime and technical and economic indicators of electric melting in chipboard is considered. Recommendations for improvement of slag regime at electric melting of metallized pellets in arc furnaces are given.*

Keywords: *EAF; electric arc furnace; metallized pellets (DRI); slag; slag regime; technical and economic indicators.*

Для выплавки стали в основных дуговых сталеплавильных печах (ДСП) широко применяют [1,2] известь, известняк, боксит, плавиковый шпат, шамотный бой. Шлаковый режим оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели электроплавки стали в ДСП и на процесс рафинирования расплава, т.е. на качество металла. К основным параметрам шлакового режима можно отнести количество шлака, характеризующееся его кратностью, его температура и химический состав, основность, окисленность шлака (содержание в нём FeO или железа общего), вязкость. Кроме того в ряде случаев представляет интерес высота шлака и степень его вспенивания.

При расплавлении металлизованных окатышей в высокомощных дуговых печах имеются отличия [2,3] по сравнению с традиционной технологией электроплавки в большегрузных ДСП, когда основную долю металлошихты составляет металлический лом. Так, различается как способ загрузки извести – непрерывно с регулируемой скоростью в окислительный период плавки, совмещённый с периодом плавления металлизованных окатышей, так и увеличенный расход шлака на 1 тонну годной стали.

В период плавления металлошихты в дуговой печи образуется шлак из оксидов путой породы металлизованных окатышей, окисляющихся элементов и примесей скрапа, извести, футеровки печи. Восстановление оксидов железа углеродом в металлизованных окатышах, имеющих отношение O/C = 1,3...0,9, в процессе их быстрого плавления электрической дугой не завершается, поэтому не восстановленные оксиды железа металлизованных и окисленных окатышей переходят в шлак. При избытке кислорода их количество возрастает.

Содержание в металлизованных окатышах некоторого количества невосстановленных оксидов железа (до 12%) и пустой породы (оксидов алюминия и кремния, до 7% по массе окатышей) приводит к увеличению общей массы шлака, при этом известь подаётся в расчётном количестве для создания основности шлака 1,7-2,1.

В настоящее время существующий шлаковый режим характеризуется [4-6] следующими показателями: основность шлака B=1,7-1,8; кратность шлака λ=14-15%; химический состав шлака (приведён состав для среднеуглеродистых сталей), %: SiO_2=24,4; Al_2O_3=3,0; CaO=42,04; MgO=9,7; MnO=0,92; Fe общ=10,7; окисленность шлака FeO=15-25%; температура шлака T≈1600 °C; высота шлака 300-500 мм. Особенности [4-6] наведения шлака – непрерывная загрузка в окислительный период, вспенивание шлакового расплава путем подачи углеродсодержащих материалов (УСМ).

Вспенивание шлаковой ванны [5-7] пузырями монооксида углерода происходит вследствие протекания реакции между углеродом и оксидами железа шлака. Кроме того на

шлак подают УСМ для регулирования степени его вспенивания. Снижение удельного расхода извести приводит к уменьшению толщины шлака, одновременно с увеличением температуры шлака и скорости нагрева расплава. При этом экранирование электрических дуг вспененным шлаком уменьшается, что негативно сказывается на удельном расходе электроэнергии.

В настоящей работе была проведена количественная оценка влияния химического состава шлакообразующих материалов (извести) на долю шлака и долю израсходованной извести. Эти доли были рассчитаны по методике, учитывающей особенности технологии электроплавки при непрерывной загрузке и расплавлении металлизованных окатышей в окислительный период.

Доля шлака:

$$D_{ШЛ} = \left[D_{м.о} \cdot (n + \frac{n \cdot SiO_{2П} \cdot B \frac{100}{100 - У_{ИЗВ}}}{CaO_{ИЗВ}}) + D_{CR} \cdot (Si_{СК} \cdot \frac{60}{28} \cdot (B+1) + Mn_{СК} \cdot \frac{71}{55}) \right] \times$$

$$\times \frac{100 - У_{ШЛ}}{100 - FeO_{ШЛ} - MgO_{ШЛ}}; \quad (1)$$

Доля извести:

$$D_{ИЗВ.ШЛ} = \frac{D_{М.О} \cdot n \cdot SiO_{\cdot 2П} \cdot B + D_{СК} \cdot Si_{СК} \cdot \frac{60}{28} \cdot B \cdot 100}{CaO_{ИЗВ} - SiO_{2ИЗВ} \cdot B}; \quad (2)$$

Доля всей извести:

$$D_{ИЗВ} = \frac{D_{ИЗВ.ШЛ} + D_{ИЗВ.У}}{100}; \quad (3)$$

где $D_{мо}$ – доля металлизованных окатышей в шихте, %; n – содержание пустой породы в окатышах, %; B – основность шлака; $SiO_{2П}$ – содержание кремнезема в пустой породе, %; $SiO_{2П}$ – содержание кремнезема в извести, %; $CaO_{ИЗВ}$ – содержание CaO в извести, %; $У_{ИЗВ}$ – унос извести к массе извести, %; $У_{ШЛ}$ – унос шлакообразующих к их массе, %; $Si_{СК}$ – содержание Si в скрапе, %; $Mn_{СК}$ – содержание Mn в скрапе, %; $FeO_{ШЛ}$ – содержание в шлаке FeO в процентах к массе шлака; $MgO_{ШЛ}$ – содержание MgO в шлаке в процентах к массе шлака.

Для различного содержания CaO, SiO_2 и MgO в извести получены значения доли шлака и извести, рассчитанных по формулам (1-3). Диапазон значений процентного

содержания указанных оксидов в извести взят из фактических паспортов электроплавки стали за текущий год. Так, повышения содержания оксида кремния в извести с 1,8 % до 2, % приводит к незначительному увеличению доли шлака до 0,1% (150 кг для условий ДСП-150). Повышения содержания оксида магния в извести с 6% до 14% приводит к большему увеличению доли лома на 1,6% (2,4 т шлака). Из-за увеличения содержания SiO_2 и MgO в извести содержание CaO может быть существенно меньше. Так, снижение содержания CaO в извести с 99 % до 90 % увеличивает долю шлака приблизительно на 1 %.

Результаты расчётов показали, что несоблюдение требований по содержанию основного компонента извести CaO при увеличении содержания оксидов кремния, магния и влаги приводит к увеличению доли шлака, а значит и доли израсходованной извести.

Доля скрапа оказывает очень сильное влияние на долю и количество основного шлака при электроплавке металлизованных окатышей в ДСП. Для случая электроплавки стали в 150-т дуговой печи на 100% металлолома по сравнению с выплавкой на 100% металлизованных окатышей доля шлака увеличивается с приблизительно 3% до 19% соответственно. Разница в количестве шлака составит для указанных условий 24 т, что, несомненно, окажет значительное влияние на тепловой и материальный балансы электроплавки стали, на удельный расход электроэнергии и на технико-экономические показатели в целом. Основность шлака оказывает менее сильное влияние на расчётную долю шлака, чем доля скрапа. Для заданного диапазона значений B=1,6÷2,4 расчётная доля шлака изменяется приблизительно на 2,5%.

Теплосодержание шлака с учетом перегрева, кВт·ч на 1 т стали:

$$Q_{ШЛ} = \frac{D_{ШЛ}}{100} \cdot 1000 \cdot 2{,}1 \cdot 0{,}278 \qquad (4)$$

Нами было проведено сравнение расчётных значений доли извести и фактического значения израсходованной извести по данным паспортов электроплавки стали в ДСП-150, которое показало адекватность выбранной методики расчёта. В среднем в условиях электроплавки стали в ДСП-150 доля шлака составляет 13,7%; доля извести, перешедшей в шлак 6,5%, а доля уноса извести 0,34%.

Выводы. Применение качественных шлакообразующих материалов позволит работать с меньшим объемом шлака и согласно формуле (4) снизить расход тепла на шлак, что положительно скажется на материальном, тепловом балансе электроплавки и качестве стали. Рациональный шлаковый режим позволит при достаточной степени рафинирующей способности шлакового расплава снизить удельный расход электроэнергии и расход огнеупорных материалов, повысить выход годного.

Список литературы

1. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов/В.А. Кудрин -М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с.

2. Трахимович В.И. Шалимов А.Г. Использование железа прямого восстановления при выплавке стали. – М.: Металлургия, 1982 – 248 с.

3. Бартенева О.И. Исследование теплоусвоения сталеплавильной ванны в дуговой печи с изменяющейся массой металла / Бартенева О.И., Меркер Э.Э., Харламов Д.А. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2001. № 5. С. 74.

4. Федина, В.В. Исследование факторов вспененного шлака на показатели электроплавки металлизованных окатышей в ванне дуговой печи / Федина В.В., Малахова О.И., Сазонов А.В. // Современные наукоемкие технологии. - 2005. - №2. - С. 71-72.

5. Merker E.E. Electric melting of iron-ore prereduced pellets in an electric arc furnace / Merker E.E., Krakht L.N., Malakhova O.I., Kozhukhov A.A., Chermenev E.A., Kazartsev V.O., Stepanov V.A. // Russian metallurgy (Metally). 2017. Т. 2017. № 12. С. 1002-1005.

6. Merker E.E. Melting of iron-ore pellets in an arc furnace / Merker E.E., Malakhova O.I., Krakht L.N., Kazartsev V.O. // Steel in Translation. 2017. Т. 47. № 3. С. 205-209.

7. Корнеев С.В. Управление шлаковым режимом в электродуговых печах / Корнеев С.В., Трусова И.А.// Литье и металлургия. 2017. № 4 (89). С. 48-52.

УДК 624.044.3

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРА ЗАПОЛНЕНИЯ ПОЛОСТИ ФОРМЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА НА ВАЛКОВОМ ПРЕССЕ

Медведев Р.И.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

qwert446996200@yandex.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Представлены результаты исследования характера заполнения полости формы при производстве горячебрикетированного железа на валковом прессе с помощью физического моделирования. Показано что прочность сцепления окатышей в брикете будет зависеть от их гранулометрического состава.*

Ключевые слова: *горячебрикетированное железо, брикет, металлизованные окатыши, брикет-пресс, деформация, физическое моделирование.*

STUDIES OF THE NATURE OF FILLING THE MOLD CAVITY IN THE PRODUCTION OF HBI ON THE ROLL PRESS

Medvedev R.I.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The results of the study of the nature of the filling of the mold cavity in the production of HBI on the roll press using physical modeling are presented. It is shown that the adhesion strength of pellets in the briquette will depend on their particle size distribution.*

Keywords: *HBI, briquette, metallized pellets, briquette press, deformation, physical modeling.*

Введение

Брикеты железа прямого восстановления получают на валковых прессах из металлизованных окатышей. Брикеты обычно на 50 % плотнее металлизованных окатышей, что значительно снижает их склонность к повторному окислению [1]. Огромную роль в производстве таких брикетов играет их прочность, поскольку они должны выдерживать механические нагрузки при их дальнейшем транспортировании.

На прочность брикетов влияет химический состав металлизованного продукта, технологические параметры процесса брикетирования (температура, скорость, размер

окатышей и т.д.) и способ охлаждения [2, 3]. Известно, что резкий перепад температур ведет к возникновению внутренних температурных напряжений, способствующих разрушению [4-6].

Влияние химического состава металлизованных окатышей очень велико, поскольку от химического состава напрямую и косвенно зависят многие свойства материала, в том числе, влияющие на прочность брикетов [7].

Металлизованные окатыши представляют собой композиционную систему, в основе которой лежит очень пластичное свежевосстановленное железо. Однако пластичность окатышей, в значительной мере, определяется и пластическими свойствами кристаллов пустой породы, поэтому тип последних существенно влияет на свойства брикетов [8].

Методика и оборудование

Множество процессов обработки металлов давлением можно моделировать с помощью пластилина [9,10]. Поэтому и в нашем случае в качестве моделирующего материала был выбран пластилин. Для проведения эксперимента было решено изготовить форму из гипса (две полуформы) которая бы моделировала одну форму на поверхности валка брикет-пресса, а сами металлизованные окатыши моделировать путем пластилиновых гранул.

Моделирование процесса заполнения полости формы при производстве горячебрикетированного железа на валковом прессе осуществляли в следующей последовательности.

Размещали одну полуформу с существующей ячейкой (110 х 50 х 30 мм) на ровной поверхности и готовили ее к брикетированию, заполняя разноцветными гранулами (см. рис. 1). Гранулы изготавливали из пластилина – классического, марки «Луч». Для получения гранул производили накатывание в форме шара. Размеры полученной гранулы точно контролировали с помощью штангенциркуля. В то же время для обеспечения схожих с реальностью условий, формы точного шара не добивались, поскольку и в реальном процессе окатыши имеют не форму шара, а лишь приближенную к ней. Гранулы разбивались на несколько групп со средними размерами 8 мм,10 мм и 12 мм.

Каждая группа гранул имела свой цвет для облегчения идентификации гранул в полученном пластилиновом брикете после прессования.

Объем гранул соответствовал объему формы и измерялся путем определения объема вытесненной жидкости (по закону Архимеда). Чтобы избежать незаполнения формы или, наоборот, переполнения ее с выходом пластилина в облой. Впрочем, выход металла в облой присутствует и в реальном процессе, поэтому ошибкой при моделировании считаться не может.



Рис. 1 – Заполнение гранулами полуформы

После заполнения двух полуформ пластилиновыми гранулами разных цветов, соединяли формы между собой и прессовали брикет с прикладыванием усилия 1000 Н. После завершения прессования и смыкания половинок форм, разъединяли спрессованные полуформы и извлекали полученный брикет. Всего было получено семь брикетов с гранулами следующих размеров: только с гранулами размером в среднем 8 мм; только с гранулами размером в среднем 10 мм; только с гранулами размером в среднем 12 мм; смесь гранул размером в среднем 8 и 10 мм; смесь гранул размером в среднем 8 и 12 мм; смесь гранул размером в среднем 10 и 12 мм; смесь гранул размером в среднем 8, 10 и 12 мм. Первичные данные были получены с использованием компьютерного моделирования по известным методикам [11-13].

Результаты эксперимента

После осмотра и фотографирования брикета, для того чтобы определить характер заполнения и прочность соединения гранул между собой делали поперечный разрез каждого брикета с помощью нити и измеряли длину грани каждой гранулы как показано на рис. 2.

По совместной границе с помощью штангенциркуля измеряли соединение этих границ, что и являлось интегральной характеристикой прочности соединения окатышей. В основу данной методики измерения прочности соединения гранул положена гипотеза о том, что чем прочнее грани и развитее форма поверхности их соприкосновения, тем прочность брикета будет больше, за счет большего количества границ между гранулами. Данная гипотеза вытекает из свойства микроструктуры сталей, где для получения более высоких прочностных и пластических характеристик металла добиваются как можно более

мелкозернистой микроструктуры, что обеспечивает высокие прочностные свойства за счет развитости границ зерен и соответственно силы сцепления [14, 15]. Результаты измерений в виде диаграммы представлены на рис 3.

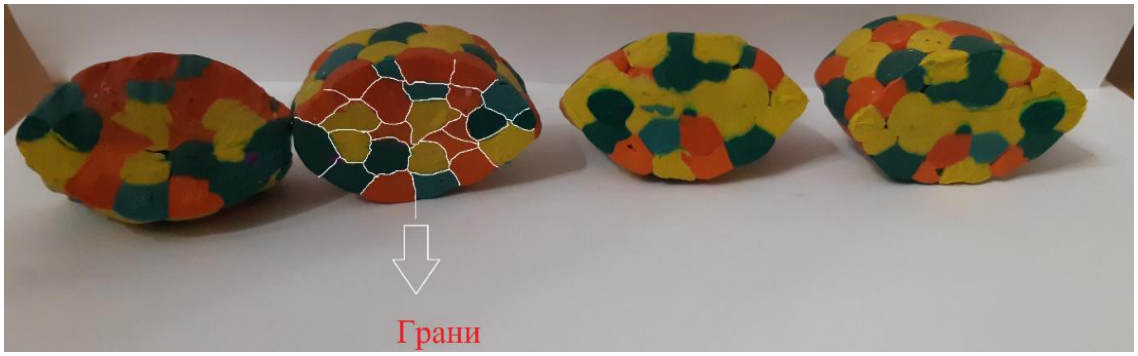


Рис. 2 – Разрез брикета 8мм и грани окатышей в брикете

Обсуждение полученных результатов

Из рисунка видно, что максимальная длина граней и соответственно прочность брикета наблюдается при брикетировании гранул 8 мм. У гранул 10 мм длина граней и соответственно прочность будет чуть меньше. Примерно такая же прочность, как и в случае гранул размером 10 мм может быть достигнута путем комбинирования гранул с размерами 8 и 10 мм, а также 8 и 12 мм.

Наименьшая прочность брикетов будет обеспечивается при наличии гранул размером только 12 мм, а также комбинации гранул размерами 10 и 12 мм и 8-10-12 мм.

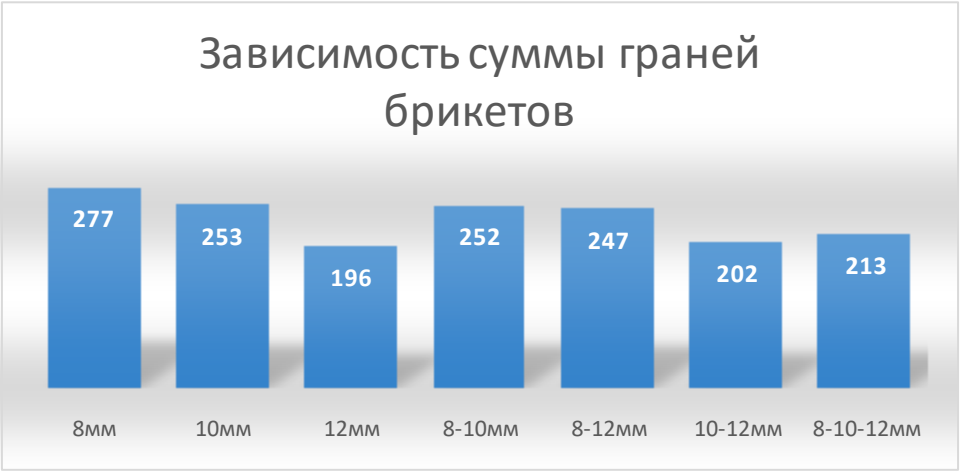


Рис. 3 – Зависимость суммы граней брикетов

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что наибольшая прочность будет

обеспечивается при брикетировании гранул 8 мм, а наличие гранул 12 мм будет снижать прочность при брикетировании.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что гранулометрический состав, по-видимому, будет сильно влиять на прочность получаемых брикетов. Поэтому для достижения высокой прочности брикетов необходимо уделить особенное внимание гранулометрическому составу окатышей, подаваемых в печь прямого восстановления и на брикет-пресс. Также необходимо уделять и согбенно внимание режиму охлаждения брикетов для избегания термических напряжений [16, 17].

Вывод. Выявлено, что гранулометрический состав, по-видимому, будет сильно влиять на прочность получаемых брикетов. Так, максимальная длина граней и соответственно прочность брикета наблюдается при брикетировании гранул 8мм. У гранул 10 мм прочность будет чуть меньше. Примерно такая же прочность, как и в случае гранул размером 10 мм может быть достигнута путем комбинирования гранул с размерами 8 и 10 мм, а также 8 и 12 мм.

Список литературы

1. Каменев, А. А. Освоение процесса прямого восстановления железа при производстве металлизованных брикетов / А. А Каменев. – «Горный журнал», – 2007. - № 7. – 39 с.
2. Тимофеева А.С., Руднов И.А., Никитченко Т.В. Влияние прессуемого ма¬териала на прочность брикетов / Региональная научно-практическая конфе¬ренция г. Губкин 2004. – С.88-91.
3. Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Рекун С.Н., Семина Ю.В., Руднов И.А. Исследования прочности брикетов, производимых Лебединским горно-обогатительным комбинатом / А. С. Тимофеева. // Известия ВУЗов Черная металлургия 2003 №10. – С.7-8.
4. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.
5. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // Materials Science Forum, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.
6. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н.

Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.

7. Тимофеева А.С., Никитченко Т.В. Повышение прочности горячебрикетированного железа. «Наука и технологии» Труды XXIII Российской школы М. Российская академия наук 2003. – С.217-223.

8. V. Chevrier, C. Ravenscroft. Direct Reduced Ironmaking Technology -Hot briquetting trials of DRI with higher carbon levels, SEAISI, 2018.

9. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.

10. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.

11. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.

12. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Смирнов А.Н., Пивоваров Р.Е. Совершенствование деформационного режима прокатки сортовых профилей из конструкционных марок стали в условиях непрерывного стана // Производство проката. 2018. № 8. С. 19-25.

13. Modeling of the Energy Potential saving in the production of seamless / V. Belevitin, Y. Smyrnov, S. Kovalenko, A. Suvorov, V. Skliar // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2017. Vol. 52. № 4. P. 718-723.

14. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция -основа повышения качества проката ответственного назначения // Металл и литье Украины. 2002. № 7/8. С. 35-37.

15. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Вопросы использования непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката из конструкционных сталей // Сталь. 2018. №4. С. 7-12.

16. Новохатская И.А., Тимофеева А.С. Повышение эффективности охлаждения горячебрикетированного железа / И. А. Новохатская, А. С. Тимофеева. // Успехи современного естествознания. - 2003. - № 7. – С.105-106.

17. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.

УДК 621.746.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗЛИВКИ МАРОК СТАЛЕЙ ДЛЯ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ В УСЛОВИЯХ ЭСПЦ АО «ОЭМК»

Мишин Р.С.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

mishinr@mail.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В работе решена задача по разработке технологических мероприятий по разливке марок сталей для производства мелющих шаров на блюмовой МНЛЗ ЭСПЦ АО «ОЭМК». В ходе проведенных расчетов определены основные технологические параметры работы машины непрерывного литья заготовок. В результате анализа имеющихся на предприятии мощностей показано что комбинат обладает всем необходимым оборудованием для выплавки и разливки сталей для производства мелющих шаров.*

Ключевые слова: *МНЛЗ, разливка, мелющие шары, теплотехника, кристаллизация.*

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF CASTING STEEL GRADES FOR GRINDING BALLS IN THE CONDITIONS OF JSC «OEMK»

Mishin R.S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The paper solves the problem of development of technological measures for casting steel grades for the production of grinding balls on CCM JSC "OEMK". In the course of the calculations, the main technological parameters of the continuous casting machine were determined. As a result of the analysis of the capacities available at the enterprise, it is shown that the plant has all the necessary equipment for smelting and casting of steels for the production of grinding balls.*

Keywords: *CCM, casting, grinding balls, heat engineering, crystallization.*

Введение

Промышленность Старого Оскола напрямую связана с добычей полезных ископаемых. На имеющихся предприятиях по добыче железной руды Стойленский ГОК и Лебединский ГОК применяются помольные шары в мельницах измельчения руды. Потребности в мелющих шарах одного Стойленского ГОКа составляют 25 тыс. тонн в год. Также данные шары используется и на цементном заводе. Однако данный вид продукции не

производится в данном регионе. В то же время АО «ОЭМК» имеет недостаточные мощности в прокатном производстве и большой объем непрерывнолитой заготовки реализуется с низкой добавленной стоимость.

Поэтому было бы целесообразно рассмотреть вопрос строительства шаропрокатного стана на АО «ОЭМК». Данный проект предусмотрен в программе реализации инвестиций до 2020 года.

Поэтому актуальным уже сейчас становится проведение подготовительных мероприятий в частности разработки режимов разливки марок сталей, предназначенных для производства мелющих шаров из непрерывнолитой заготовки [1-3].

В электросталеплавильном цехе АО «ОЭМК» на участке непрерывной разливки стали установлены 4 четырехручьевых машин непрерывного литья заготовок радиального типа, которые имеют следующие технологические параметры:

- сечение отливаемых блюмов - 300х360 мм,
- радиус закругления - 12 м,
- скорость разливки 0-1 м/мин, рабочая 0,4 – 0,6 м/мин,
- вторичное охлаждение (водовоздушная смесь),
- металлургическая длина (от мениска до реза) – 31,6 м,
- расстояние от мениска кристаллизатора до точки разгиба – 19,06 м,
- длина кристаллизатора – 1 м [4].

Анализ марок сталей, используемых для производства мелющих шаров, выполненный в работах [5-7] позволил рекомендовать две марки стали, химический состав которых приведен в табл. 1.

Табл. 1 – Химический состав стали

Марка стали	Массовая доля элементов, %												
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Al	B	N
Ш2У	0,65÷ 0,75	0,70÷ 0,80	0,20÷ 0,35	≤0,035	≤0,035	0,40÷ 0,50		-	-	0,005÷ 0,01	0,015÷ 0,02	0,001÷ 0,003	0,005÷ 0,025
Ш(ВТ)	0,80- 0,86	0,68- 0,72	0,23- 0,29	≤0,015	≤0,008	0,04- 0,12	0,02- 0,06	<0,01	0,005	<0,005	-	-	-

При расчете параметров разливки важно соблюсти тепловой режим, чтобы не образовались трещины и было получено высокое качество заготовок [8-10]

Расчет вели по методике представленной в работе [11]. В качестве рабочей скорости вытягивания обычно принимают скорость вытягивания, которая обеспечивает сочетание достаточно высокого качества непрерывнолитой заготовки с необходимой

производительностью машины непрерывного литья заготовок.

Основной показатель, который характеризует режим охлаждения непрерывнолитой блюмой заготовки в кристаллизаторе - это расход охлаждающей воды в $м^3$/ч.

Расход воды на первичное охлаждение кристаллизатора рассчитывается так, чтобы обеспечить выполнение следующих двух условий:

- температура охлаждающей воды на выходе из кристаллизатора должна быть не больше 40 ... 45 °С чтобы предотвратить отложения солей на стенках;

- скорость прохождения воды через кристаллизатор должна превышать 5 м/с чтобы предотвратить появление застойных зон с последующим местным перегревом [12].

Результаты расчета в виде основных параметров охлаждения в кристаллизаторе приведены в табл. 2.

Табл. 2 – Параметры охлаждения стали в кристаллизаторе

Параметр	Сталь Ш2У	Сталь Ш(ВТ)
Длительность кристаллизации, $\tau_з$, мин	24,69	24,69
Средняя рабочая скорость вытягивания заготовки, $\nu_{p,}$ м/мин	0,61	0,61
Минимальная скорость вытягивания заготовки, $\nu_{min,}$ м/мин	0,31	0,31
Скорость максимальная вытягивания заготовки, $\nu_{max,}$ м/мин	0,92	0,92
Время, за которое металл проходит кристаллизатор, мин	0,93	0,93
Толщина слоя затвердевшей стали, мм	29,07	29,07
Протяжённость жидкой фазы, м	15,09	15,09
Диаметр канала стакана стальковша, мм	38,81	38,78
Диаметр канала стакана промковша, мм	13,74	13,73
Расход охлаждающей воды на кристаллизатор, $м^3$/ч;	197,82	197,82

Режим вторичного охлаждения блюмовой непрерывнолитой заготовки рассчитывают для средней скорости ее вытягивания из кристаллизатора, так, чтобы не увеличить возникшую ромбичность [13]. Осуществляют данный расчёт по каждому из отдельных участков общей зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок. С учетом того, что по длине каждого участка ЗВО все параметры, показывающие тепловое состояние кристаллизующейся непрерывнолитой блюмовой заготовки, постоянно изменяются, то расчёт ведётся исходя из середины участка [14].

Подбирают режим вторичного охлаждения НЛЗ так, чтобы выдерживать оптимальный тепловой режим закристаллизовавшейся корки. Рассчитанный режим охлаждения в зоне вторичного охлаждения для стали Ш2У представлен в табл. 3, а для стали

Ш(ВТ) в табл. 4. В дальнейшем возможен расчет параметров «мягкого» обжатия непрерывнолитого слитка [15,16].

Вывод. В результате проведённых расчётов были установлены основные технологические параметры разливки стали марок Ш2У и Ш(ВТ). Определено полное время кристаллизации непрерывнолитой заготовки 24,69 минуты. Рабочая скорость вытягивания непрерывнолитой заготовки из кристаллизатора составила 0,61 м/мин минимальная 0,3 м/мин, максимальная 0,92 м/мин расход воды для первичного охлаждения непрерывнолитой заготовки 197,82 $м^3$/ч, расход воды для ЗВО составил 2,66 и 2,55 $м^3$/ч для сталей Ш2У и Ш(ВТ) соответственно.

Табл. 3 – Параметры ЗВО при расчётной скорости разливки 0,6 м/мин, сталь Ш2У

Параметр	Значения параметров Зоны Вторичного Охлаждения		
	1-я секция	2-я секция	3-я секция
Время с начала кристаллизации $\tau^{n}_{з}$, мин	1,68	4,30	6,91
Толщина корки слитка, ξ, м	39,09	62,56	79,37
Температура по поверхности, $t_{пов}, ^0C$	1065,74	1029,34	1010,95
Расход охлаждающей воды $G_в$, $м^3$/ч	0,86	1,29	0,50
Удельный расход охлаждающей воды, $G_{уд}$, л/т	0,03	0,04	0,02
Расход воздуха на охлаждение в ЗВО, $G_{возд}, л/мин$	86,49	129,46	49,72

Табл. 4 – Параметры ЗВО при расчетной скорости разливки 0,6 м/мин, сталь Ш(ВТ)

Параметр	Значения параметров Зоны Вторичного Охлаждения		
	1-я секция	2-я секция	3-я секция
Время с начала кристаллизации $\tau^{n}_{з}$, мин	1,68	4,30	6,91
Толщина корки слитка, ξ, м	39,09	62,56	79,37
Температура по поверхности, $t_{пов}, ^0C$	1062,37	1027,83	1010,38
Расход охлаждающей воды $G_в$, $м^3$/ч	0,86	1,25	0,45
Удельный расход охлаждающей воды, $G_{уд}$, л/т	0,03	0,04	0,02
Расход воздуха на охлаждение в ЗВО, $G_{возд}, л/мин$	85,56	124,54	45,32

Список литературы

1. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Смирнов А.Н., Пивоваров Р.Е. Совершенствование деформационного режима прокатки сортовых профилей из конструкционных марок стали в условиях непрерывного стана // Производство проката. 2018. № 8. С. 19-25.

2. Лам М.М., Серов А.И., Смирнов Е.Н., Тернавский А.Н., Михеев В.В. Освоение производства мелющих шаров группы твердости V в ПАО "Донецкий металлопрокатный завод" // Сталь. 2017. № 5. С. 29-33.

3. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Вопросы использования непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката из конструкционных сталей // Сталь. 2018. №4. С. 7-12.

4. Технологическая инструкция «Непрерывная разливка стали». ТИ ЭС-122-2015. - Старый Оскол: «ОЭМК» ЭСПЦ, 2015. – 43 с.

5. Качество мелющих шаров, изготовленных разными методами / К.Н. Вдовин [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2015. – №1 (16). – С.78-81.

6. Артес, А.Э. Проблема совершенствования производства мелющих шаров. Качество и инновации / А.Э. Артес, В.В. Третьюхин // Компетентность. – 2014. – №3. – С. 50-53.

7. Lam, M.M. Mastering the Production of 40- and 60-mm-Diam. Grinding Balls in Hardness Classes 3 and 4 at the Donetsk Metal-Rolling Plant / M.M. Lam and etc. / Metallurgist. – 2016. – Vol. 60. – pp. 1-7.

8. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция -основа повышения качества проката ответственного назначения // Металл и литье Украины. 2002. № 7/8. С. 35-37.

9. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // Materials Science Forum, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.

10. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.

11. Шаповалов, А.Н. Расчет параметров непрерывной разливки стали стали: Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Разливка стали и специальная металлургия» для студентов направления 150400 «Металлургия» / А.Н. Шаповалов. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2013. – 56 с.

12. Селиванов, В.Н. Определение технологических параметров непрерывной разливки стали стали на сортовой МНЛЗ: методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине "Разливка и кристаллизация стали" студентами специальности 150101 / В.Н. Селиванов, А.М. Столяров - Магнитогорск: ГОУ ВПО "МГТУ", 2010. – 22 с.

13. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.

14. Емельянов, В.А. Тепловая работа машин непрерывного литья заготовок / В.А. Емельянов. - М.: Металлургия, 1988. -143 с.

15. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.

16. Modeling of the Energy Potential saving in the production of seamless / V. Belevitin, Y. Smyrnov, S. Kovalenko, A. Suvorov, V. Skliar // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2017. Vol. 52. № 4. P. 718-723.

УДК 669.014.84

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТЕПЕНИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ВОССТАНОВЛЕННОГО ПРОДУКТА ПО СОСТАВУ КОЛОШНИКОВОГО ГАЗА

Никитченко Т.В., Тимофеева А.С., Мазур Н.И.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В статье предложен алгоритм расчета степени металлизации восстановленного продукта на выходе из печи металлизации на основе состава колошникового газа и входных параметров восстановительного газа в режиме реального времени. Определены граничные значения содержания восстановительных компонентов в колошниковом газе, которые будут свидетельствовать о прогнозном снижении уровня металлизации готовой продукции.*

Ключевые слова: *степень металлизации, восстановленный продукт, колошниковый газ, алгоритм расчета, метод материального баланса.*

PREDICTION OF THE DEGREE OF METALLIZATION OF THE RESTORED PRODUCT COMPOSITION OF TOP GAS

Nikitchenko T. V., Timofeva A. S., Mazur N. I.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The article proposes an algorithm for calculating the degree of metallization of the reduced product at the outlet of the metallization furnace on the basis of the composition of the top gas and the input parameters of the reduction gas in real time. The boundary values of the content of reducing components in the grate gas are determined, which will indicate a projected decrease in the level of metallization of the finished product.*

Keywords: *degree of metallization, reduced product, top gas, calculation algorithm, material balance method.*

Особенность большинства металлургических печей заключается в невозможности контролировать процессы, происходящие с материалом внутри печи в режиме реального времени. Так же невозможно взять порцию материала на каком-либо промежуточном этапе процесса и проанализировать, что на данном этапе происходит с материалом. Как правило, мы можем оценить свойства только уже готовой продукции. Поэтому для технологов очень

важен такой инструмент, как математическое моделирование, с помощью которого можно рассчитать какие-либо промежуточные процессы, и спрогнозировать ожидаемый результат.

Шахтные печи металлизации HYL-III – ярчайший тому пример: мы контролируем показатели газового теплоносителя на входе в печь и на выходе, контролируем температуры по контуру печи, но физико-химические свойства восстановленного продукта, можем оценить только на выходе из печи. При этом в силу необходимых подготовительных процессов и непосредственно процедур химического анализа или физических испытаний, технологи видят результат через 1,5 – 2 часа после выхода готовой продукции из печи, что значительно усложняет оперативный процесс управления качеством готовой продукции [1].

Анализ статистических данных установки металлизации за несколько месяцев показал, что периодически происходит снижение степени металлизации готовой продукции, рис. 1. При этом в этот период технологические показатели процесса остаются относительно стабильными, вариация производительности печи – среднеквадратическое отклонение от средней величины, в анализируемый период составила 6,2т/час. Из графика видно, что тенденция снижения степени металлизации наблюдается в продолжение 4 – 6 часов, затем происходит резкое увеличение и постепенная стабилизации показателя. Из чего можно сделать заключение, что технологический персонал после получения данных о качестве готовой продукции выполняет определенные управляющие воздействия, направленные на увеличение степени металлизации. Однако объем продукции, выпущенный за это время, остается с некоторым снижением степени металлизации.

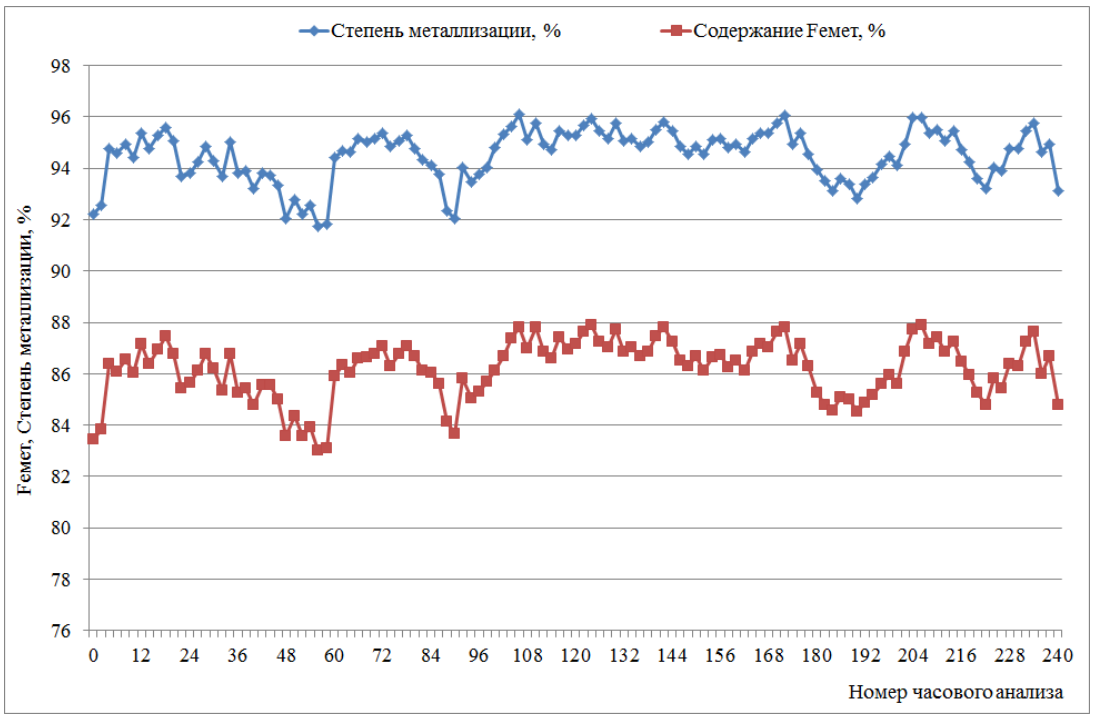


Рис. 1 – Статистические данные часовых анализов металлизованного продукта на выходе из печи за 20 суток в период стабильной работы установки металлизации

Поэтому нами был разработан алгоритм прогнозного расчета степени металлизации готового продукта на основе показателей восстановительного и колошникового газа, с учетом производительности печи и содержания железа в исходных окисленных окатышах.

Сложность расчета заключается в том, что состав и количество выходящего непосредственно из печи колошникового газа не известны. Выходящий из печи колошниковый газ поступает сначала в рекуператор, где его температура снижается примерно с 400°С до 180°С, затем колошниковый газ поступает на газоочистку, где происходит не только отделение пыли, но и конденсация водяных паров, рис.2.

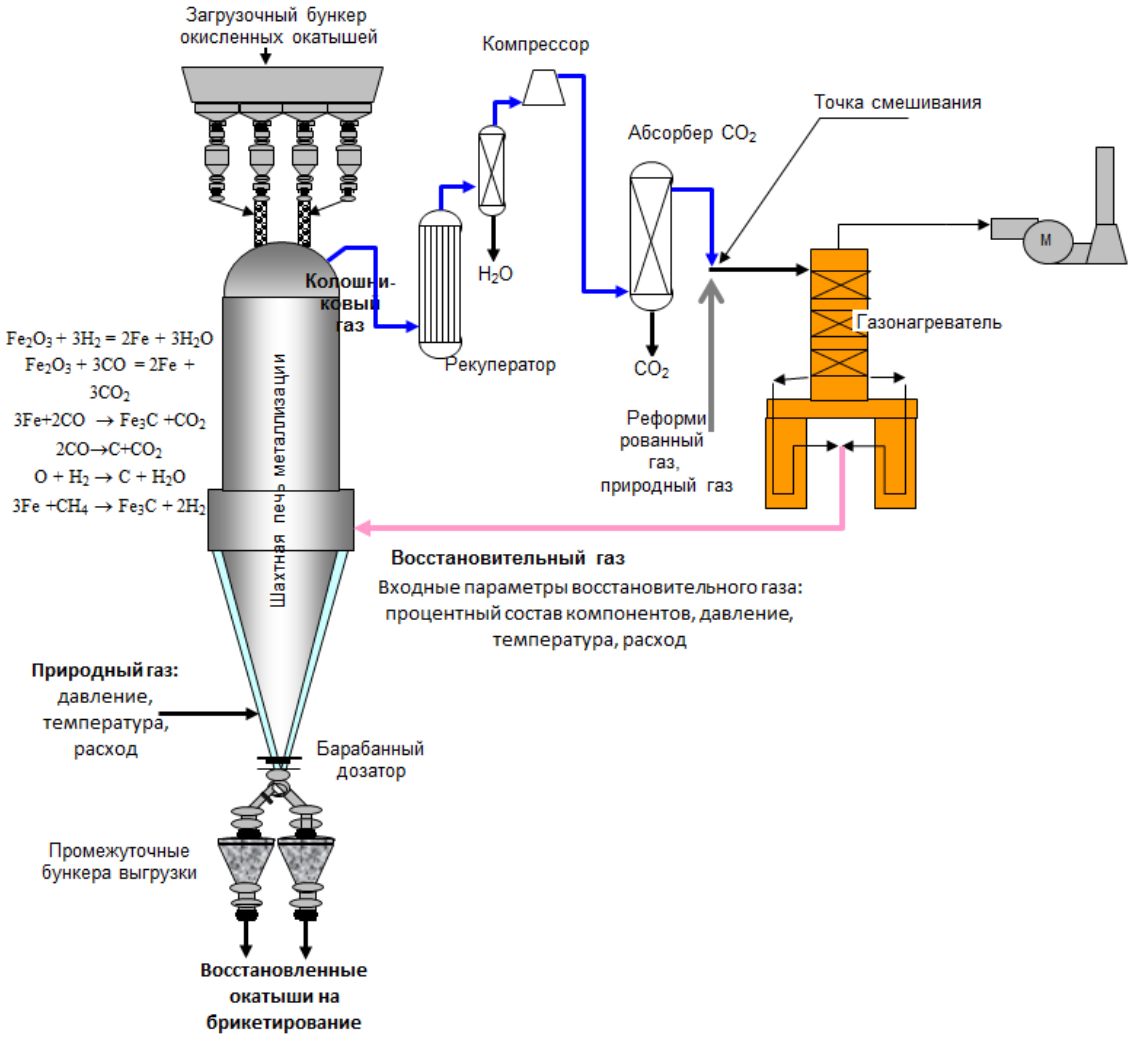


Рис. 2 – Схема движения газовых потоков в контуре восстановления

Только после газоочистки производится определение состава колошникового газа, т.е. состав колошникового газа определяется уже после отделения водяных паров [2]. Поэтому не представляется возможным точно определить, какое количество водорода восстановительного газа участвовало в реакциях восстановления. Это делает наши расчеты приблизительными. В основу предлагаемого алгоритма расчета положен закон сохранения масс. В данной работе предлагается применить метод материального баланса газовых компонентов с учетом их расхода и прихода из железорудных окатышей.

Выход готовой продукции предлагается рассчитывать по скорости барабанного дозатора

$$Q = Q_{бар} \cdot \eta \cdot 60 \text{ , мин,} \quad (1)$$

где $Q_{бар} = 560$ – производительность барабана, кг/об; η – скорость вращения барабана, об/мин

Исходными данными являются: расход восстановительного газа в печь и его состав; расход окисленных окатышей в печь и их химический состав; выход готового продукта рассчитываемый по скорости барабанного дозатора; состав колошникового газа до очистки от CO_2; расход природного газа в конус печи и его химический состав.

Методика расчета представляется следующей:

1. Определение объемов каждого компонента восстановительного газа.
2. Нахождение массы компонентов количества молей каждого газового компонента [3].

Проверка: отношение количества молей каждого компонента к сумме молей должно быть равным объемному процентному составу.

3. Определение массы элементов С, О, Н.
4. Аналогично рассчитывается и природный газ, подаваемый в конус.
5. Далее суммируются моли и элементы восстановительного газа с природным газом.

В результате имеем суммарное количество молей и масс элементов, входящих в печь:

n_{CO}, n_{CO2}, n_{H2}, n_{CH4} – суммарное количество молей, моль/час;

m_C, m_H, m_O – массы элементов, кг/час.

6. По производительности печи (количеству ожидаемого выхода металлизованного продукта) и заданному процентному содержанию углерода в восстановленном продукте находится количество углерода, переходящего из газовых компонентов в металлизованные окатыши:

$$m_{\text{мет.прод.}}^{\text{ожид}} \cdot \frac{C^{m\,\text{тв}}}{100} = m_{\text{C}}^{\text{тв}}\text{, кг/час.} \qquad (2)$$

7. Количество углерода, оставшегося в газовом состоянии в составе колошникового газа:

$$m_{\text{C}} - m_{\text{C}}^{\text{тв}} = m_{\text{C}}^{\text{колош.}}. \qquad (3)$$

Данная масса углерода распределяется по газовым компонентам CO, CO_2, CH_4 в колошниковом газе.

8. Зная доли данных компонентов в колошниковом газе, суммируем их. Так как доли газового объема равны долям молярного состава, можно рассчитать моли данных компонентов, во всех молях по одному атому углерода, значит, количество всех молей с углеродом в колошниковом газе составит:

$$n_{\text{C общ}} = \frac{m_{\text{C}}^{\text{колош.}}}{12}. \qquad (4)$$

Зная процентное содержание углеродсодержащих компонентов в колошниковом газа (%CO, $\%CO_2$, % CH_4) и их общее количество - $n_{Собщ}$ можно найти общее количество молей в осушенном колошниковом газе:

$$x = \frac{n_{C\,общ}}{\Sigma(\%CO,\%CO_2,\%CH_4)}. \quad (5)$$

9. Таким образом, мы найдем x = $N^{колош}$ – общее количество молей колошникового газа (без H_2O). Количество всех молей, находящихся в колошниковом газе по его % составу определится:

$$n_{H2}^{кол} = N^{кол} \cdot \frac{\%H_2^{кол}}{100}; \quad (6)$$

$$n_{CO}^{кол} = N^{кол} \cdot \frac{\%CO^{кол}}{100}; \quad (7)$$

$$n_{CO_2}^{кол} = N^{кол} \cdot \frac{\%CO_2^{кол}}{100}; \quad (8)$$

$$n_{N2}^{кол} = N^{кол} \cdot \frac{\%N_2^{кол}}{100}. \quad (9)$$

10. Атомные массы в молях составят:

$m_c^{кол}, m_O^{кол}, m_H^{кол}, m_n^{кол}$

11. Количество водорода ушедшего с водой

$$m_{H_2}^{ВГ} - m_{H_2}^{кол} - m_{H_2}^{CH_4} = m_{H_2}^{H_2O}. \quad (10)$$

При этом количество кислорода в соединениях с водой

$$m_{O_2}^{H_2O} = \frac{m_{H_2}^{H_2O}}{2} \cdot 16. \quad (11)$$

12. Находим количество кислорода поступившего из окатышей:

$$m_{O_2}^{ок.вых.} = m_{O_2}^{кг} + m_{O_2}^{H_2O} - m_{O_2}^{вг}. \quad (12)$$

Количество кислорода поступившего в соединениях железа с окатышами по их химическому составу, обозначим эту массу $m_{O_2}^{ок.вх.}$.

13. Находим количество кислорода, оставшееся в восстановленном продукте:

$$m_{O_2}^{остаточ.} = m_{O_2}^{ок.вх.} - m_{O_2}^{ок.вых.}. \quad (13)$$

14. Считаем, что данный кислород находится в соединении с железом в форме оксида FeO. Находим количество железа, находящееся в соединении этим кислородом

$$m_{Fe}^{FeO} = m_{O_2}^{остаточ.} \cdot \frac{56}{16}. \quad (14)$$

15. Зная состав окисленных окатышей, находим массу железа общего, которая равна массе железа на выходе, тогда:

$$m_{Fe}^{\alpha} = m_{Fe}^{\text{общ}} - m_{Fe}^{FeO}. \quad (15)$$

16. Масса металлизованного продукта определится:

$$m_{\text{восст.}}^{\text{МП}} = m_{\text{окат.}} - m_{O_2}^{\text{вых.}} + m_C, \quad (16)$$

где m_C – масса углерода в окатышах.

17. Находим прогнозируемую степень металлизации восстановленного продукта:

$$M = \frac{m_{Fe}^{\alpha}}{m_{Fe}^{\text{общ}}} \cdot 100. \quad (17)$$

Применив данный алгоритм, мы смоделировали изменение степени металлизации восстановленного продукта при изменении содержания водорода в составе колошникового газа, в результате была получена зависимость, представленная на рис. 3.

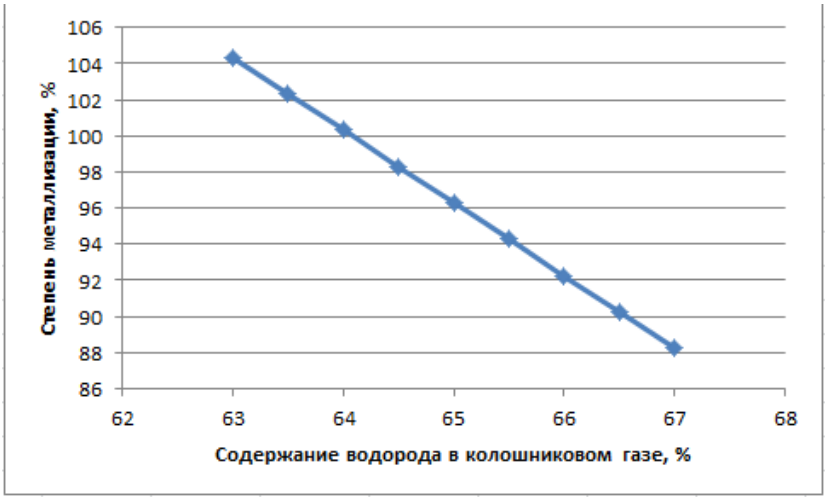


Рис. 3 – Зависимость степени металлизации от H_2 в колошниковом газе

Как видно из представленной зависимости, при увеличении содержания водорода в колошниковом газе выше 66% необходимо принять меры, обеспечивающие его снижение, что предотвратит выход готового продукта со сниженной степенью металлизации. Аналогичная зависимость была построена и для оксида углерода, граничное значение процентного содержания CO в колошниковом газе составило 14,75%. Граничные значения восстановительных компонентов в колошниковом газе определялись по прогнозируемому значению степени металлизации не ниже 93%.

Выводы: Предложенный алгоритм расчета может позволить прогнозировать степень

металлизации готового продукта на основе данных о составе колошникового газа в режиме реального времени и за счет применения мер технологического характера предотвратить снижение качества металлизованного продукта.

Список литературы

1. Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. Металлургия железа: учебник для вузов. - ИКЦ «Академкнига», 2007. – 464 с.: ил.

2. АО «Лебединский ГОК». Строительство ЦГБЖ—2. Том 2 Г-170623. ПЗ.2 Гипромез «Основное производство. Технологические решения». — М., 2005. — 103 с.

3. Юсфин Ю.С, Даньшин В.В., Пашков Н.Ф., Питателев В.А. Теория металлизации железорудного сырья. М.: Металлургия. 1982. 256 с.

УДК 621.771

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ВО ВРЕМЯ ПРОКАТКИ МЕДИ

Парпиев Д.Б., Горожанкин А.С.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

21d15sh@gmail.com

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Представлены результаты металлографического исследования технологического процесса производства катанки из меди на непрерывном агрегате литья-прокатки PROPERZI. Проведенный анализ микроструктуры выполнялся на темплетах вырезанных из технологической линии стана. Полученные результаты металлографического анализа позволили оценить равномерность деформации по клетям стана и наметить направления совершенствования технологического процесса прокатки.*

Ключевые слова: *медная катанка, металлография, прокатный стан, PROPERZI, микроструктура, равномерность деформации.*

METALLOGRAPHIC STUDY OF MICROSTRUCTURE FORMATION PROCESSES DURING COPPER ROLLING

Parpiev D.B., Gorozhankin A.S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The results of metallographic study of the technological process of production of copper wire rod on a continuous casting-rolling unit PROPERZI are presented. The analysis of the microstructure was performed on templates cut from the technological line of the mill. The obtained results of metallographic analysis allowed to estimate the uniformity of deformation on the mill stands and to outline the directions of improvement of the technological process of rolling.*

Keywords: *copper wire rod, metallography, rolling mill, PROPERZI, microstructure, deformation uniformity.*

Введение

Производство катанки из рафинированной меди имеет большой потенциал для развития как за счет роста внутреннего потребления (которое в настоящий момент находится ниже мирового уровня) так и за счет постоянно возрастающего экспорта. В связи с этим вопросы повышения качества катанки из рафинированной меди являются актуальными [1].

Особенное внимание стоит обратить на вопросы управления качеством готовой продукции в условиях региональных производителей, поскольку имеется ряд особенностей [2,3].

Следует отметить что на российских предприятиях в настоящее время для производства медной катанки используются совмещенные способы непрерывного литья и прокатки такие как PROPERZI, SOUTHWIRE, CONTIROD, UP-CAST и др [4-6].

Поскольку данный процесс является непрерывным, то рассматривать вопросы повышения качества необходимо путем комплексных исследований всего процесса, с конкретизацией отдельных стадий, которые оказывают наибольшее влияние на показатели качества.

В связи с этим поиск причин появления дефектов в непрерывнолитой заготовке и изучение их поведения при прокатке является важной задачей имеющей практическую и научную ценность [7,8].

На установке PROPERZI кристаллизатор роторного типа совмещен с непрерывным прокатный станом, имеющим групповой провод. Такой прокатный стан имеет небольшие габариты. Рабочие клети трехвалкового типа, в которых валки расположены под углом 120° друг к другу и небольшое межклетьевое расстояние (60 мм), обеспечивают надежную задачу заготовки в стан и порождение прокатываемой полосы через все клети стана. Валки закреплены жестко, т.е. регулировка зазора между валками для настройки прокатного стана исключена. Агрегат рассчитан на выпуск катанки диаметром 8 – 24 мм [9].

Методика проведения исследования

Для проведения исследования на литейно-прокатном агрегате PROPERZI во время его плановой остановки были отобраны образцы от непрерывнолитой заготовки перед входом в прокатный стан и на выходе из всех клетей прокатного стана из которых на отрезном станке изготавливались темплеты толщиной 15 мм.

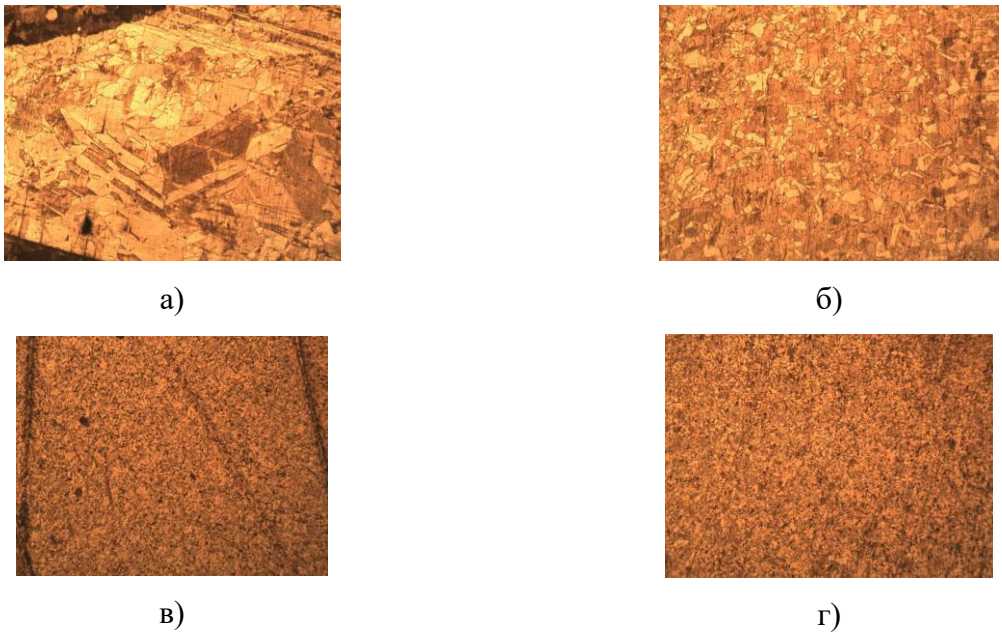
Данные темплеты подвергались абразивной обработке на наждачной бумаге с зернистостью 80, 120, 400, 800, 1200, 1500, 2500. Затем образцы полировались в три этапа. На первом этапе использовались ткань для полирования на металлической основе Quick Step и алмазная монокристаллическая суспензия «Два в одном» 9 мкм, на втором - ткань для полирования на металлической основе Step Plus и алмазная монокристаллическая суспензия «Два в одном» 3 мкм, на третьем - ткань для полирования на металлической основе Mambo и суспензия оксида кремния (концентрат) 0,05 мкм Полученные шлифы травили в растворе $FeCl_3$ и соляной кислоты.

Анализ микроструктуры необходим для получения информации о равномерности деформации литой структуры по сечению заготовки [10,11]. Анализ микроструктуры (Рис. 1)

производили на микроскопе Meiji Techno IM7210 с помощью программы Thixomet PRO с использованием автоматизированной методики.

Результаты и их обсуждение

Микроструктура непрерывнолитой заготовки (Рис 1, а) характеризуется большой степенью неравномерности, присутствуют неравноосные как крупные, так и мелкие зерна номером от 0 до 3.По мере прокатки неоднородность микроструктуры и размер зерна уменьшается. Так, после третьей клети встречаются в основном зерна номер 5 и 6, структура более равномерна, хотя линейные размеры некоторых зерен еще могут сильно отличатся. После 9-й клети структура характеризуется еще большей равномерностью, в основном присутствуют зерна номер 7 и 8, хотя 6 и 9 тоже встречаются. Готовая катанка (после 15-й клети) имеет средний номер зерна 9, структура полностью равномерна.



а) б) в) г)

Рис. 1 – Микроструктура темплета непрерывнолитой заготовки (а), после 3-й клети (б), после 9-й клети (в) и после 13-й клети (г), х100

В результате анализов полученных изображений микроструктур всех темплетов в программе Thixomet PRO был получен график изменения размеров зерна по клетям стана (Рис. 2). Анализ данной зависимости показывает, что в начале размер зерна резко уменьшается в связи с интенсивной деформацией металла, а затем продолжает уменьшается но с гораздо меньшей скоростью.

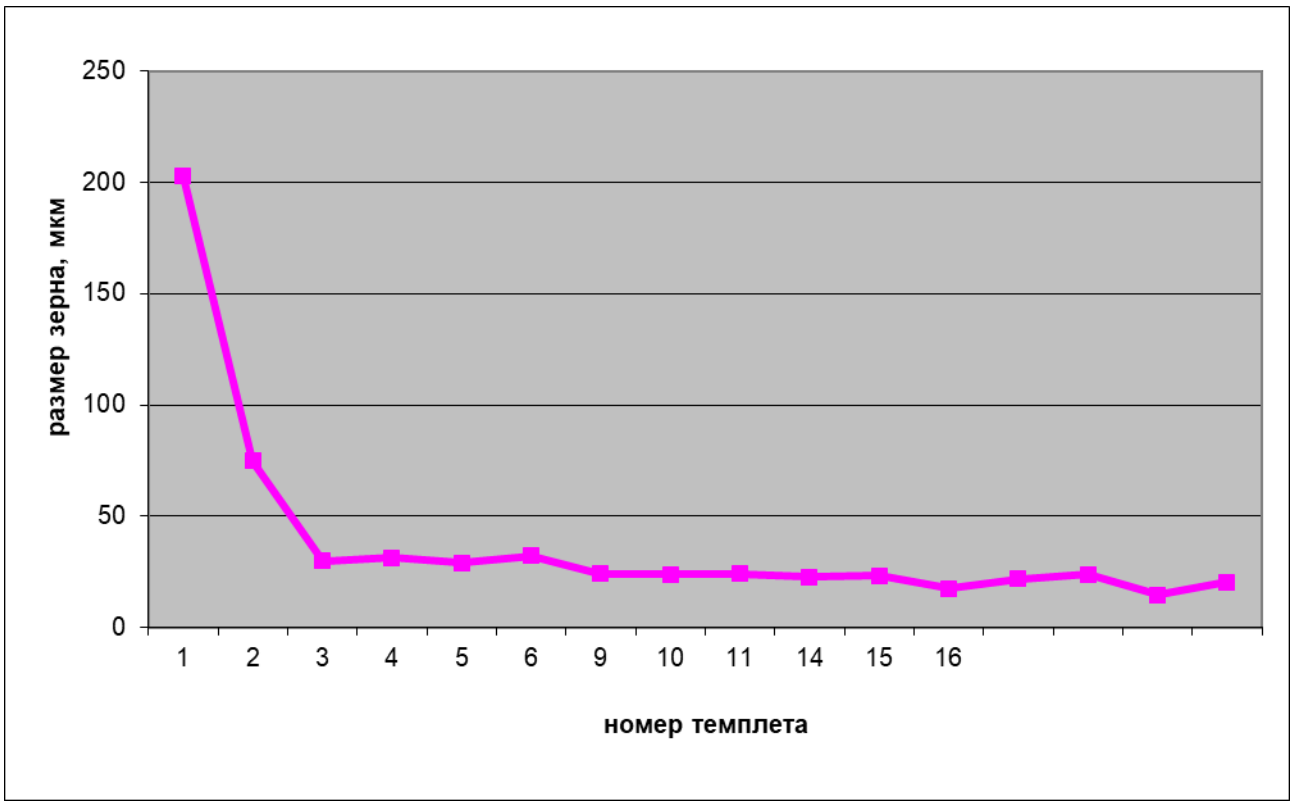


Рис. 2 – Изменение размеров зерна по клетям прокатного стана

Таким образом, проработка структуры отличная и характеризуется достаточной равномерностью на последних этапах. Однако необходима корректировка технологического режима по аналогии с работами [12-14].

Вывод. Достигнутый размер зерна показывает полную проработку литой структуры, однако, деформация на более ранних стадиях деформации (в первых клетях) не такая равномерная. Поэтому технологический режим нуждается в корректировке, поскольку равномерность микроструктуры может оказывать влияние на равномерность деформации, механические свойств раската и т.д., что в свою очередь влияет на точность размеров получаемого готового продукта.

Список литературы

1. Рынок медной катанки в россии - итоги 1 полугодия 2017 г. http://www.b2b-research.ru/katalog-tovarov/metallurgiya/rynok-mednoj-katanki-v-rossii-itogi-1-polugodiya-2017-g.html

2. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция -основа повышения качества проката ответственного назначения // Металл и литье Украины. 2002. № 7/8. С. 35-37.

3. Сквозная оценка механических свойств полупродукта и прессованных алюминиевых профилей в условиях типового регионального производителя ООО «АЛТЕК» / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, М.В. Митрофанов, О.Е. Смирнов, В.А. Белевитин, А.Н. Смирнов // Металлург. 2017. -№ 10. -С. 49-53.

4. Попс Х. Изготовление проволоки – из древности в будущее // Компоненты и технологии. 2009. №7. С.140 – 146.

5. Ю.В. Горохов, С.В. Беляев И.В. Усков, И.Ю. Губанов А.А. Косович Развитие совмещенного непрерывного процесса литья и прессования Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 4. 2014. №7. С. 436-442.

6. Постыляков А.Ю., Логинов Ю.Н. Особенности процессов производства медной катанки // Инновационные технологии в металлургии, 2014. - С. 320-324.

7. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.

8. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Вопросы использования непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката из конструкционных сталей // Сталь. 2018. №4. С. 7-12.

9. Технология Properzi при производстве алюминиевого прутка и алюминиевых слитков в соответствии с новыми требованиями рынка / Brocato C.M., Ghisetti A. // Цветные металлы и минералы - 2016 сборник тезисов докладов Восьмого международного конгресса. 2016. С. 204-205.

10. Modeling of the Energy Potential saving in the production of seamless / V. Belevitin, Y. Smyrnov, S. Kovalenko, A. Suvorov, V. Skliar // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2017. Vol. 52. № 4. P. 718-723.

11. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.

12. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.

13. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Смирнов А.Н., Пивоваров Р.Е. Совершенствование деформационного режима прокатки сортовых профилей из конструкционных марок стали в условиях непрерывного стана // Производство проката. 2018. № 8. С. 19-25.

14. Логинов Ю.Н., Зуев А.Ю., Инатович Ю.В. Анализ сортовой прокатки кислородосодержащей меди с учетом немонотонности характеристик упрочнения // Цветные металлы. 2012. № 7. С. 77-81.

УДК 621.1.016

ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА КРИСТАЛЛИЗУЮЩЕГОСЯ МЕТАЛЛА НА БЛЮМОВОЙ МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК В ЭСПЦ АО «ОЭМК»

Прасолов В.Н., Шевцов В.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

prasolovvvn24@yandex.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Представлены результаты оценки возможностей внедрения технологических мероприятий по экономии тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение за счет утилизации тепла кристаллизующегося металла на блюмовой машине непрерывного литья заготовок в ЭСПЦ АО «ОЭМК».*

Ключевые слова: *МНЛЗ, кристаллизатор, зона вторичного охлаждения, теплотехника и теплоэнергетика, утилизация тепла, отопление, горячее водоснабжение.*

POSSIBILITIES OF UTILIZATION OF HEAT OF CRYSTALLIZING METAL ON THE BLOOM MACHINE OF CONTINUOUS CASTING IN ESMS JSC «OEMK»

Prasolov V.N., Shevtsov V.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The article presents the results of evaluation the possibilities of implementing technological measures to save thermal energy for heating and hot water supply by utilizing the heat of crystallizing metal on a machine for continuous casting of billet in ESMS JSC «OEMK»*

Keywords: *CCM, crystallizer, secondary cooling zone, heat engineering and power engineering, heat recovery, heating, hot water.*

Во всем мире энергосберегающие технологии занимают ведущее место, на них тратятся огромные средства. Связано это с необходимостью уменьшения себестоимости производства стали, поскольку энергоносители дорогие, а также с заботой об экологии, например глобальное потепление.

Металлургические процессы потребляют большое количество энергоносителей, практически все процессы протекают при высоких температурах, что приводит к большому выделению тепла, определенная часть которого не идет в процесс а выбрасывается наружу с отходящими газами, при кристаллизации металла, остывании горячего проката и т.д.

Целью работы является разработка технологических мероприятий по экономии тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение за счет утилизации тепла кристаллизующегося металла на блюмовой машине непрерывного литья заготовок в ЭСПЦ АО «ОЭМК».

Непрерывная разливка стали сама по себе является эффективным мероприятием по снижению затрат в металлургическом производстве [1]. При этом наибольшим энергосберегающим потенциалом являются установки, способные отливать непрерывнолитой слиток сечением, близким по форме и размерам к готовому изделию (прокату), что существенно сокращает цикл производства, потребление энергоресурсов и обеспечивает более приятные деформационные условия [2]. К таким машинам относятся тонкослябовые агрегаты, агрегаты валковой разливки-прокатки и установки литья заготовки типа «собачья кость», которые используются для последующей прокатки в балки или рельсы [3].

Также существенно позволяет экономить энергоресурсы объединение МНЛЗ с прокатным станом в единый литейно-прокатный агрегат (ЛПА). Что позволяет вести прокатку без отдельного нагрева заготовок [4]. В этом случае затраты на производство готового изделия методами обработки металлов давлением снижаются [5,6]

В случае же использования отдельно стоящей МНЛЗ без применения технологий транзитной прокатки или горячего посада, практически все тепло кристаллизующегося металла теряется [7].

Проведенные исследования показывают, что в кристаллизаторе МНЛЗ и тянущих роликах удаляется около 70 % всей теплоты, которая отводится от блюма системой охлаждения машины непрерывного литья заготовок [8]. Сейчас наиболее реальным выглядит утилизация теплоты воды, которая охлаждает кристаллизатор и тянущие ролики МНЛЗ (на долю которой приходится около 70 % всей теплоты, которая отводится от блюма в МНЛЗ). Для реализации данной задачи необходимо, вначале, перевести кристаллизатор и тянущие ролики МНЛЗ на охлаждение химически очищенной водой вместо обычной оборотной технической. Химически очищенная вода будет циркулировать по замкнутому контуру, а охлаждение нагретой воды будет происходить в промежуточном пластинчатом противоточном теплообменнике. Такой подход предложен для реализации на МНЛЗ ЧерМК в работе [9].

В ЭСПЦ АО «ОЭМК» установлено четыре блюмовых МНЛЗ для литья заготовок сечением 300х360 и 300х400 мм и одна сортовая МНЛЗ для литья заготовок сечением 150х150 и 170х170 мм для последующей прокатки в СПЦ-1 и СПЦ-2 [10,11].

Разливку непрерывно литого блюма 300х360 ведут в диапазоне скоростей от 0,4 до 0,9

м/мин. Расчетный диапазон скоростей на сортовой МНЛЗ № 6 принимаем в интервале 2 – 3 м/мин. Расчет ведем для максимальных и минимальных значений по методике, представленной в [9,12]. Результаты расчета сведены в табл. 1.

Как видно, в среднем 49,3 % теплоты жидкого металла отводится с использованием элементов оборудования МНЗЛ – в водоохлаждаемом кристаллизаторе и водоохлаждаемых роликах, водой, подаваемой в ЗВО на поверхность блюма, и паровоздушной смесью, которая образуется при испарении воды.

Табл. 1 – Результаты расчета количества теплоты, отнимаемой в МНЛЗ

Скорость литья, м\мин	0,4		2		0,9		3	
Сечение блюма, мм	300х 360	300х 400	150х 150	170х 170	300х 360	300х 400	150х 150	170х 170
Массовый расход жидкого металла, G, кг/с	21,6	24	33,8	65,3	48,6	54	43,4	98
Количество теплоты с жидким металлом, Q_0, кВт	31968	35520	50024	96644	71928	79920	128316	193140
Энтальпия закристаллизовавшейся стали h, кДж/кг	736	740	752	756	744	748	756	760
Количество теплоты с твёрдым металлом Q	15897	17760	25417	49366	36158	40392	65545	99180
Доля теплоты, отнимаемая в МНЛЗ	0,5	0,5	0,49	0,49	0,50	0,49	0,49	0,48

Проведенные расчеты (Табл. 2) показали, что непосредственно в кристаллизаторе и тянущих роликах отводится где-то 60 - 68 % всей теплоты, которая отводится от блюма в МНЛЗ. Поэтому наиболее реальным выглядит возможность утилизации теплоты воды, которая охлаждает кристаллизатор и тянущие ролики машины. Для этого необходимо чтобы кристаллизатор и тянущие ролики МНЛЗ охлаждались циркулирующей по замкнутому контуру химически очищенной водой, а не обычной оборотной технической водой. В этом случае охлаждение нагретой воды производится в промежуточном поверхностном теплообменнике, в втором контуре которого будет циркулировать уже вода для отопления или горячего водоснабжения.

Следует принять, что изменения конструкции и размеров кристаллизатора и тянущих роликов производить не нужно. В этом случае расход охлаждающей воды на кристаллизатор и тянущие ролики, а также скорость воды в каналах надо будет оставить на прежнем уровне

и не менять по сравнению с теми, что используются сейчас. Однако главным изменением будет то, что химически очищенная вода будет нагреваться при прохождении через кристаллизатор, не от 35 до 50 °С как сейчас, а от 80 до 95 °С; в тянущих роликах воду будем нагревать не от 40 до 50 °С как сейчас, а от 85 до 95 °С. Т.е. разница в температура не входе и на выходе в кристаллизатор останется та же, а тепловой поток практически не изменится [13]. То же касается и поддерживающих роликов [14].

Табл. 2 – Результаты расчета теплотехнических параметров работы оборудования

Скорость литья, м\мин	0,4		2		0,9		3	
Сечение слитка, мм	300х 360	300х 400	150х 150	170х 170	300х 360	300х 400	150х 150	170х 170
Тепловой поток, отводимый в кристаллизаторе, Qкр, кВт	2593	2938	1728	1901	3457	3803	2074	2247
Суммарный тепловой поток, отводимый в роликах, $Q_{рол}$, кВт	8067	9219	1555	2938	1901	2247	4148	60505
Суммарный поток, кВт	10660	12158	17287	31290	22473	26276	43564	62752
Доля теплоты, отдаваемая слитком в кристаллизаторе и роликовой секции	0,67	0,68	0,68	0,63	0,6	0,6	0,66	0,63

Тепловой режим рабочей стенки кристаллизатора не должен изменится сильно: температура стенки кристаллизатора изменится лишь на 11 °С, что незначительно изменит условия его работы и не скажется критически на прочностных свойствах. Тепловой поток изменится всего на 1 %, что практически не отразится на прочности оболочки блюма на выходе из кристаллизатора.

Важной проблемой является сбор и использование горячей воды, полученной на МНЛЗ. Примем, что при работе пяти МНЛЗ АО «ОЭМК» при охлаждении кристаллизатора и роликов можно в среднем утилизировать:

$$Q_{ср}=0,65\cdot Q_{мнлз} = 0,65\cdot 286,9 = 187,9 \text{ ГДж/ч}, \quad (1)$$

теплоты охлаждения металла (где 0,65 – средняя доля теплоты охлаждения металла, отводимая в кристаллизаторах и роликах).

Максимальное количество утилизированной теплоты составит:

$$Q_{max} = Q_{ср}/\varphi = 187,9/0,8 = 234,8 \text{ ГДж/ч}, \quad (2)$$

где φ = 0,8 коэффициент загрузки МНЛЗ в течение года

Чтобы использовать теплоту, полученную от МНЛЗ, для нужд теплоснабжения, можно использовать схему, показанную на рис. 1. Сетевая вода, нагретая в промежуточных теплообменниках МНЛЗ до средней температуры $t_м$ = 95 °С, поступает в пиковый водогрейный котел (ПВК), в качестве которого может выступать котельная, где при необходимости нагревается до температуры прямой сетевой воды $t_{п.с.}$

Примем, что тепловая сеть работает по графику 50÷130 °С, где $t_{о.с}$ = 50 °С, $t_{п.с}$ = 130 °С – расчетные температуры обратной и прямой сетевой воды. Расход сетевой воды $G_{с.в}$, подогреваемой на всех МНЛЗ, определяется из условия, что при расчетном режиме температура сетевой воды после всех МНЛЗ равна $t_м$ = 95 °С.

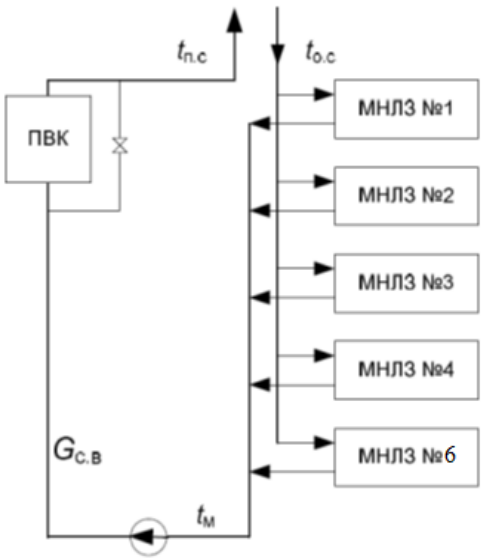


Рис. 1 – Схема утилизации теплоты МНЛЗ при подогреве обратной воды для теплоснабжения

Рассчитаем подогрев сетевой воды и температуру подогретой воды для всех возможных случаев работы МНЛЗ в ЭСПЦ АО «ОЭМК» с учетом их производительности. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Вывод. Произведена оценка эффекта от внедрения технических предложений по усовершенствованию теплового режима работы машины непрерывного литья заготовок условиях ЭСПЦ АО «ОЭМК» путем экономии тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение за счет утилизации тепла кристаллизующегося металла. В качестве основного энергосберегающего мероприятия предложено организовать повышение температуры на

выходе из кристаллизатора и поддерживающих роликов до 95-100 °С с последующим подогревом с ее помощью сетевой воды системы горячего водоснабжения с 50 до 95 °С. Внедрение предложенных мероприятий по реконструкции позволит экономить до 22224,94 тыс. м^3 природного газа в год, что в денежном эквиваленте составит 95567242 руб.

Табл. 3 – Подогрев сетевой воды и температура подогретой воды в зависимости от количества работающих МНЛЗ

Количество работающих МНЛЗ		Q / Qmax	δt, °С	$t_м$, °С
Блюмовых	Сортовых			
4	1	1,00	45	95
3	1	0,82	37	87
2	1	0,65	29	79
1	1	0,47	21	71
0	1	0,29	13	63
4	0	0,71	32	82
3	0	0,53	24	74
2	0	0,35	16	66
1	0	0,18	8	58
0	0	0,00	0	50

Список литературы

1. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Вопросы использования непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката из конструкционных сталей // Сталь. 2018. №4. С. 7-12.
2. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // Materials Science Forum, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.
3. Валуев, Д.В. Разливка и кристаллизация стали и сплавов. Учебное пособие / Д.В. Валуев. - Томск, ЮТИ ТПУ, 2009. – 235 с.
4. Буланов, Л.В. Машины непрерывного литья заготовок. Теория и расчет. / Л.В. Буланов, Л.Г. Корзунин. – Уралмаш: Металлургическое оборудование, 2004. – 349 с.
5. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.
6. Modeling of the Energy Potential saving in the production of seamless / V. Belevitin, Y. Smyrnov, S. Kovalenko, A. Suvorov, V. Skliar // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2017. Vol. 52. № 4. P. 718-723.

7. Куберский, С.В. Непрерывная разливка стали. Учебное пособие / С.В. Куберский. - Алчевск: ДГМИ, 2004. - 361 с.

8. Лукин, С.В. Тепловые процессы при разливке стали на машинах непрерывного литья заготовок / С.В. Лукин. – Череповец, 2008 - 315 с.

9. Лукин, С.В. Уменьшение теплового загрязнения при разливке стали на машинах непрерывного литья заготовок / С.В. Лукин, В.М. Аленичев, А.Н. Кибардин // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 5. – С. 48 – 53.

10. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.

11. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Смирнов А.Н., Пивоваров Р.Е. Совершенствование деформационного режима прокатки сортовых профилей из конструкционных марок стали в условиях непрерывного стана // Производство проката. 2018. № 8. С. 19-25.

12. Лукин, С.В. Утилизация низкопотенциальной теплоты в системе охлаждения машины непрерывного литья заготовок / С.В. Лукин, А.Н Кибардин., В.В. Мухин // Вестник Череповецкого государственного университета. - 2012. - №2 (38). - С. 17-20.

13. Емельянов, В.А. Тепловая работа машин непрерывного литья заготовок. Учебное пособие / В.А. Емельянов - М.: Металлургия, 1988. - 143 с.

14. Шестаков, В.И. Теплообмен в роликах машины непрерывного литья заготовок / Н.И. Шестаков, В.Я. Тишков // Черметинформация. – 1992

УДК 669

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПЛАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Сазонов А.В., Короткова Л.Н.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

shiller82@mail.ru, lara.korotkova@inbox.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В статье на основе анализа данных по механизму и кинетике плавления металлизованных окатышей даны практические рекомендации по интенсификации их плавления, показаны положительные и отрицательные стороны практического использования некоторых технических решений по совершенствованию технологии переплавки металлизованных окатышей.*

Ключевые слова: *металлизованные окатыши, интенсификация, механизм плавления, способ загрузки, продувка, вспененный шлак, ПЗС-камера, оптический метод, эффективность*

SOME OPPORTUNITIES FOR INTENSIFICATION OF MELTING OF METALLIZED PELLETS IN THE ARC STEEL FURNACE

Sazonov A.V., Korotkova L.N.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *On the basis of the analysis of data on the mechanism and kinetics of melting metallized pellets, practical recommendations are given for intensifying their melting, the positive and negative aspects of the practical use of some technical solutions to improve the technology for melting metallized pellets are shown.*

Keywords: *metallized pellets, intensification, melting mechanism, loading method, blowing, foamed slag, CCD camera, optical method, efficiency.*

Длительность плавления непрерывно загружаемых в рабочее пространство дуговой сталеплавильной печи (ДСП) металлизованных окатышей (МО) в существенной мере зависит от количества тепла, подводимого к их поверхности [1]. В свою очередь, количество тепла зависит от эффективного коэффициента теплоотдачи ($\alpha_{эф}$) и температуры расплава, а также от рационального теплообмена в рабочем пространстве ДСП [1,2].

На основе анализа имеющихся данных по механизму и кинетике плавления МО в

ванне ДСП [3] следует практические выводы о возможности увеличения скорости плавления МО, основанное на изменении способа подачи, к примеру, через полые графитированные электроды [4] или через отверстие в центральной части свода [5]. Эффективность плавления МО также можно повысить путем увеличения гидродинамической составляющей (увеличение $\alpha_{эф}$), например, за счет подачи измельченного известняка [6]. С целью оптимизации тепловой работы ДСП при переплавке МО возможно использование [7] донной продувки ванны инертным газом (Ar). Такое техническое решение решает проблему интенсификации процесса электроплавки без увеличения тепловых нагрузок на водоохлаждаемые панели. При таком способе интенсификации производится организация перемешивания слоев металла и усреднение его температуры во всем объеме ванны.

Использование донной продувки ванны Ar в ДСП снижает удельный расход электроэнергии (на 15 - 20 кВт·ч/т [7,8]) и сокращает длительность плавки (в среднем на 2 - 3 минуты). Немаловажным аспектом является то, что использование донной продувки приводит к снижению угара металла в высокотемпературных зонах ДСП, что увеличивает выход годной жидкой стали [9].

В качестве продувочных устройств могут быть использованы огнеупорные пробки системы DPP [7], которые устанавливаются в подине ДСП в количестве 3 – 4 штук.

Однако, высокие скорости перемешивания Ar приводят к снижению срока службы подины при повышенном расходе огнеупоров, что, несомненно, ухудшает технико-экономические показатели (ТЭП) работы ДСП. Также следует отметить, что при донном перемешивании число фурм, удельный расход газа и интенсивность продувки определяются для каждой конкретной конструкции ДСП, а также технологии выплавки и требует детальной проработки [7,8].

Одним из вариантов по повышению эффективности плавления МО является оперативный контроль высоты вспененного шлака с целью более полного экранирования электрических дуг [10].

Контроль высоты вспененного шлака с целью эффективного экранирования электрических дуг, весьма затруднен. Для оперативного контроля высоты шлака и длины дуги применяют различные способы регулирования: ультразвуковые методы; оценку структурного шума и электрических параметров; методы, основанные на оценке температуры водоохлаждаемых панелей ДСП [11].

Косвенные методы оценки уровня шлака (например, акустические или электрические) требуют разработки специфических математических моделей, которые позволяют делать

вывод о фактическом уровне шлака по измеренным сигналам.

При акустическом методе большое влияние оказывает звукоизолирующая способность шлака, которая является функцией его химического состава. В процессе электроплавки химический состав печного шлака изменяется в результате его «работы» и изменения содержания оксидов железа в шлаке за счет непрерывного восстановления вдуваемым углеродсодержащим материалом (УСМ). В связи с этим звукоизолирующую способность шлака нельзя считать постоянной. Это может привести к «размытию» результатов измерений, полученных косвенными методами.

В работе [10] представлена разработка компании Marienhutte по определению уровня вспененного шлака и длины открытой части электрической дуги.

Этот метод измерения позволяет получать адекватные данные о фактическом уровне вспененного шлака и длине открытой части электрической дуги. При этом можно воспользоваться условиями, которые очень хорошо подходят для внедрения прямых оптических методов открытой части электрической дуги для реального технологического процесса электроплавки.

На рис. 1 схематически показано размещение оптической измерительной системы перед рабочим окном ДСП. Камера имеет ударопрочный стальной кожух с принудительным воздушным охлаждением. Помимо охлаждения, сжатый воздух служит для продувки линз во избежание их запыления. Изображения, полученные с помощью ПЗС-камеры в ближнем ИК-диапазоне, выводятся на монитор пользователя и автоматически анализируются с помощью программ обработки изображений.

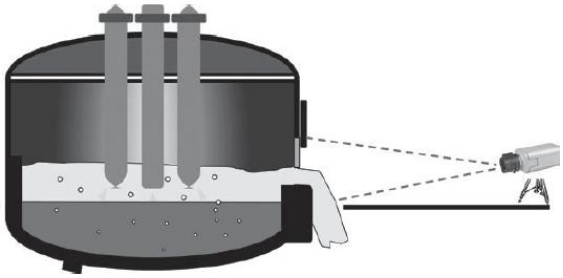


Рис. 1 – Схема размещения ПЗС-камеры перед рабочим окном ДСП [10]

Коэффициент шлакообразования, указывающий на уровень вспененного шлака в ДСП или степень закрытия горящих электрических дуг (с помощью ПЗС-камеры определяется открытая часть электрической дуги), представляется на экране ЭВМ пользователя в виде столбцов или цветных линий.

Кроме того, все результаты показываются [10] в виде временной развертки сигналов и

могут быть переданы в систему управления ДСП, которая может воздействовать на систему вдувания УСМ.

Существуют два варианта определения оптического коэффициента шлакообразования: прямая оценка уровня шлака по отношению контрастностей; автоматическая оценка по количеству вытекающего шлака при ограниченном обзоре из-за задымления в рабочем пространстве ДСП (получается с помощью метода быстрого преобразования Фурье токов на электродах).

Оптическая система (вариант 1 для определения оптического коэффициента шлакообразования) управления вспениванием шлака для более полного экранирования электрических дуг в период плавления МО с использованием ПЗС - камеры и соответствующего программного продукта является наиболее предпочтительным, так как она показала свою эффективность при использовании на реальных ДСП [10].

Список литературы

1. Анализ теплообмена в дуговой печи при плавке металлизованных окатышей / А.А. Кожухов и др. // Известия вузов. Черная металлургия. - 2010. - № 5. - С. 37-40.

2. Особенности теплообмена в дуговой сталеплавильной печи / О.М. Шишимиров и др. // Сталь. - 2004. - № 8. - С. 34-36.

3. Трахимович, В.И., Шалимов, А.Г. Использование железа прямого восстановления при выплавке стали / В.И. Трахимович, А.Г. Шалимов. - М.: Металлургия, 1982. - 247с.

4. Патент 2483119 Российская Федерация, МПК C21C5/52 Способ электроплавки стали в дуговой печи/ Э.Э. Меркер, Г.А. Карпенко. - №2483119; заявлено 14.06.2011; опубликовано 27.05.2013; Бюл. №15. – С. 12-21: 2 ил.

5. Патент 2377297 Российская Федерация, МПК B22D41/00 Способ выплавки электростали / А.П. Крюков, О.М. Сосонкин, М.В. Шишимиров. - №2377297; заявлено 23.11.2011; опубликовано 10.03.2013; Бюл. №7. – С. 15-19: 3 ил.

6. Патент 2086871 Российская Федерация, МПК C21C5/52 F27D1/00 Способ защиты футеровки дуговой сталеплавильной печи / А.С. Зубрев, Н.А. Смирнов. - №2086871; заявлено 14.10.1994; опубликовано 10.08.1997; Бюл. №7. – С. 15-19: 2 ил.

7. Оптимизация донного перемешивания в 165-т электродуговой печи фирмы «ArcelorMittal Dofasco» / М. Ричча и др. // Сталь. - 2009. - № 6. - С. 29-34.

8. К вопросу оптимизации режима донной продувки металлического расплава инертным газом в дуговой печи / В.И. Чуманов и др. // Электрометалллургия. - 2011. - № 12. - С. 25-29.

9. Угар металла и тепломассоперенос в рабочем пространстве сверхмощных дуговых сталеплавильных печей / Р.А. Бикеев и др. // Электрометаллургия. - 2014. - № 3. - С. 12-17

10. Красниг, Г.Й. и др. Оптический метод определения и регулирования высоты слоя пенистого шлака в электродуговых печах / Г.Й. Красниг и др. // «Черные металлы». – 2012. - № 3. - С. 38 – 43

11. Инновационное развитие электросталеплавильного производства монография / А.Г. Шалимов, А.Е. Семин, А.Г. Галкин, К.Л. Косырев. - М. : Металлургиздат, 2014. - 308 с.

УДК 669

К ВОПРОСУ О ПЕРЕВОДЕ ИЗВЕСТИ В ЖИДКОЕ СОСТОЯНИЕ В ШЛАКЕ ПРИ ПЕРЕПЛАВКЕ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Сазонов Александр Васильевич, Кочергина Ирина Николаевна

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

shiller82@mail.ru, kochergina-irina@yandex.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В статье на основе анализа технологических особенностей переплавки непрерывно загружаемых в рабочее пространство дуговой сталеплавильной печи металлизованных окатышей проведен анализ механизма перевода извести в жидкое состояния с целью оценки энергетических затрат на процесс ее растворения.*

Ключевые слова: *металлизованные окатыши, технология выплавки, шлак, основность, механизм, энергетические затраты, растворение, пустая порода, ошлаковывание, температура растворения.*

TO THE QUESTION ON THE TRANSFER OF LIQUID TO THE LIQUID STATE IN SLAG WHEN REMELTING METAL PELLETS IN AN ARC STEEL FURNACE

Sazonov A.V., Kochergina I.N.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *In the article, based on an analysis of the technological features of the remelting of metallized pellets continuously loaded into the working space of an arc steelmaking furnace, an analysis is made of the mechanism for transferring lime into a liquid state in order to estimate the energy costs of its dissolution process.*

Keywords: *metallized pellets, smelting technology, slag, basicity, mechanism, energy costs, dissolution, waste rock, slagging, dissolution temperature.*

В настоящее время выплавка электростали с использованием металлизованных окатышей (МОК) является перспективным направлением по получению стали с уникальными свойствами, так как такое переплавляемое сырье в меньшей мере содержит примеси цветных металлов, серы и фосфора. Специфическая технология плавки при использовании МОК позволяет получать металл с очень низким содержанием газов, особенно азота [1].

При плавлении МОК в дуговой сталеплавильной печи (ДСП) в жидкой ванне скорость их загрузки равна скорости расплавления, которая зависит от подводимой электрической мощности, термического к.п.д. и энергетических потребностей процесса. Одной из специфических особенностей плавления МОК является повышенный расход извести (CaO) (относительно переплавки лома) с целью ошлаковывания пустой породы и поддержания высокой основности шлака [2].

В подтверждении к вышесказанному, в табл. 1 представлены данные, в соответствии с [3], по требованиям к химическому составу и основности печного шлака.

Табл. 1 – Химический состав и основность шлака [3]

Массовая доля компонентов, %					Основность CaO / SiO_2
$Fe_{общ}$	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	
не более 25,0	35,0 - 50,0	не более 20,0	15,0 - 25,0	0,5 - 3,0	1,7 - 2,5

Температура плавления CaO по данным [4] превышает 2500°C. Такая высокая температура имеется в ДСП только вблизи зоны горения электрических дуг или в месте вдувания струи кислорода в расплав. К примеру, в соответствии с данными [3,5], непрерывную загрузку МОК осуществляют в высокотемпературную зону – в диаметр распада электродов, между двумя фазами [3]. С учетом потребностей процесса нагрева и плавления непрерывно загружаемых МОК, температура в этой зоне может существенно отличаться, к примеру, от температуры между другими соседними фазами [6].

В этой связи, можно предположить, что основная масса подаваемой CaO растворяется в шлаке за счет наличия различных оксидов [7].

С целью оценки количества тепла, затрачиваемого на процесс перевода CaO в жидкое состояние необходимо изучить механизм, по которому происходит процесс растворения. При попадании куска непрогретой CaO на его поверхности образуется шлаковая корочка (тепловой период), длительность которого зависит от интенсивности подвода тепла и размеров кусков CaO. По данным [7] время теплового периода составляет около 50 секунд для кусков CaO с характерным размером порядка 40 мм.

По мере прогрева по трещинам и порам, которые имеются в кусках CaO, компоненты шлака начинают проникать внутрь, в результате чего поверхность раздела фаз значительно увеличивается.

В результате процесса диффузии оксидов из шлака в кристаллическую решетку CaO

образуются более легкоплавкие соединения в поверхностном слое, чем CaO. После этого происходит оплавление поверхности куска CaO, с последующим его растворением в составляющих шлака и процесс массоотдачи компонентов слоя от межфазной границы известь-шлак в объем шлакового расплава.

В табл. 2 представлены температуры перехода в жидкую фазу некоторых соединений CaO с другими оксидами [8].

Табл. 2 – Температура плавления соединений оксида кальция в шлаке [8]

Система	Наиболее легкоплавкие соединения	Температура плавления, °С
$CaO – SiO_2$	$CaSiO_3$ ($CaO \cdot SiO_2$) $Ca_3Si_2O_7$ ($3CaO \cdot 2SiO_2$)	1540 1478
$CaO – Al_2O_3$ $CaO – Fe_2O_3$	$CaO_5Al_6O_{14}$ ($5CaO \cdot 3Al_2O_3$) $CaFe_2O_4$ ($CaO \cdot Fe_2O_3$)	1455 1200

Главная роль в процессе растворения CaO принадлежит оксидам железа, которые присутствуют в значительных количествах в процессе окислительного рафинирования.

Причем, при увеличении концентрации FeO улучшаются условия смачивания CaO шлаком, что облегчает проникновение шлака по трещинам и порам внутрь кусков CaO. С увеличением концентрации в шлаке FeO и Fe_2O_3 улучшается смачивание ими куска CaO (уменьшается краевой угол θ, образуемый каплей шлака на поверхности извести), усиливается проникновение шлака в поры и трещины кусочков CaO [7,8].

На рис. 1 представлена структура куска CaO, извлеченного из еще несформировавшегося шлака [8]. На рис. 1 видны характерные области: нетронутая сердцевина (2) с кристаллической решеткой CaO, перед которой располагается зона (1), которая пропитана оксидами железа, с нарастанием их концентраций от центра к периферии, постепенно переходящая в зону, представляющую собой легкоплавкие соединения (температура плавления 1000 - 1200°С) типа ферритов, силикатов и фосфатов. Эти соединения легко растворяются и переходят в шлак.

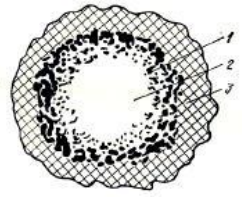


Рис. 1 – Структура куска CaO, извлеченного из шлака [8]:
1 – переходный слой; 2 – сердцевина; 3 – шлак

При наличии в шлаке высокой концентрации SiO_2 на поверхности кусков CaO возможно образование плотной оболочки ортосиликата кальция с температурой плавления 2130 °С, что в значительной мере может тормозить растворение CaO [7,8].

Анализируя вышеизложенное, можно сказать, что для расчета количества тепла, идущего на нагрев CaO до температуры растворения, без учета теплового эффекта между компонентами шлака, можно использовать следующее выражение:

$$Q_{изв} = \Delta G_{изв} \cdot c_{CaO} \cdot (T_{раств} - T_{нач}), \quad (1)$$

где $\Delta G_{изв}$ - изменение массы загруженной CaO за время загрузки МОК, кг; c_{CaO} - теплоемкость CaO, Дж/(кг·К); $T_{нач}$ и $T_{раств}$ - начальная и температура начала растворения извести.

При расчете $Q_{изв}$ приняты следующие теплофизические свойства извести: температура растворения $T_{раств}$ = 1500°С, начальная температура $T_{нач}$ = 20 °С, среднее значение теплоемкости CaO в интервале температур от 0 – до 1500 °С составляет 827 Дж/(кг·К) [4].

Для оценки количества тепла, идущего на процесс перевода CaO в жидкое состояние, относительного общего значения вводимой тепловой энергии при плавлении МОК, были обработаны более 100 типичные промышленных паспортов электроплавки.

Расчеты, выполненные с использованием выражения (1) показывают, что за время непрерывной загрузки МОК затраты тепла на процесс растворения CaO в среднем составляют 4 ГДж, что в процентном отношении относительно общего значения тепловой энергии составляет порядка 2,8 %. Данное обстоятельство следует учитывать при расчете скорости непрерывной загрузки МОК [9].

Список литературы

1. Меркер, Э. Э. Энергосбережение при выплавке стали в дуговых печах: учебное пособие / Э.Э. Меркер, Д.А. Харламов. - Старый Оскол: ТНТ, 2013. - 308 с.

2. Трахимович, В.И., Шалимов, А.Г. Использование железа прямого восстановления при выплавке стали / В.И. Трахимович, А.Г. Шалимов. - М.: Металлургия, 1982. - 247с.

3. Технологическая инструкция ЭС-113-2016 – Выплавка стали в дуговых электропечах.

4. Тимофеева, А. С. Справочник теплофизика-металлурга: учебное пособие / А.С. Тимофеева, В.В. Федина. - Старый Оскол : кпц "Роса", 2008. - 280 с.

5. Исследование нагрева и плавления окатышей в зоне горения электрической дуги / Э.Э. Меркер и др. // Известия вузов. Черная металлургия. - 2008. - № 7. - С. 13-16.

6. Анализ теплообмена в дуговой печи при плавке металлизованных окатышей / А.А. Кожухов и др. // Известия вузов. Черная металлургия. - 2010. - № 5. - С. 37-40.

7. Растворение извести в сталеплавильных шлаках - Режим доступа http://www.uas.su/books/metstali/33/razdel33.php / (дата обращения: 25.09.19)

8. Процессы шлакообразования в плавильных печах - Режим доступа http://www.metal-archive.ru / (дата обращения: 25.09.19)

9. Энергосберегающий режим электроплавки металлизованных окатышей в ванне дуговой печи / Э.Э. Меркер и др. // Электрометаллургия. - 2015. - № 2. - С. 2-7.

УДК 621.1.016

АДАПТАЦИЯ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ ДСП-150 АО «ОЭМК»

Скляр В.А., Колкова А.В.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

a.kolkova@bk.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Представлены результаты расчетов по адаптированной методике расчета водоохлаждаемых элементов дуговой электросталеплавильной печи и к условиям работы ДСП-150 АО «ОЭМК». Рассчитаны потоки тепла от ванны печи, поверхности электродов и электрических дуг, действующие на водоохлаждаемые панели стен и свода печи.*

Ключевые слова: *дуговая сталеплавильня печь, водоохлаждаемые панели, теплотехника, тепловой поток, моделирование.*

ADAPTATION OF CALCULATION METHODS OF THERMAL PARAMETERS OF WATER-COOLED PANELS FOR THE CONDITIONS OF EAF-150 JSC «OEMK»

Skliar V.A., Kolkova A.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The results of calculations according to the adapted method of calculation of water-cooled elements of electric arc furnace and to the working conditions of EAF-150 of JSC "OEMK" are presented. Heat flows from the furnace bath, electrode surfaces and electric arcs acting on water-cooled panels of the furnace walls and arch are calculated.*

Keywords: *arc furnace, water-cooled panels, heat engineering, heat flow, modeling.*

Введение

Водоохлаждаемые элементы широко используют в дуговых электросталеплавильных печах, установках ковш-печь, установках вакуумной обработки и устройствах общего назначения (газоходы, камера дожигания, камера пылеосаждения и т.д.). Внедрение водоохлаждаемых стен и сводов сокращает простои на ремонт, экономит огнеупоры и электроды при увеличении на 7-10% расхода электроэнергии. В целом годовая производительность ДСП увеличивается до 10% и снижается себестоимость выплавляемой

стали [1]. Однако работа этих водоохлаждаемых панелей происходит в экстремальных условиях под воздействием высоких температур и агрессивных сред, поэтому они не отличаются долговечностью.

Отсутствие адекватных методик расчёта теплового состояния водоохлаждаемых панелей приводит к неточному расчету их параметров и конструкции, которые не могут обеспечить высокую долговечность, подобрать необходимые материалы и конструктивные особенности и т.д.

Современное состояние вопроса

При конструировании водоохлаждаемых панелей стремятся к получению максимальной толщины теплоизолирующей поверхности для уменьшения тепловой нагрузки трубы и обеспечению наиболее благоприятных условий передачи тепла к охлаждающей среде. Оптимальный материал для охлаждающих труб выбирают с учетом экономических соображений. В большинстве случаев это трубы из котельной стали (например, из стали 20К). При этом к материалу труб предъявляют повышенные требования по отсутствию в них дефектов [2, 3]. В случае высокой величины плотности теплового потока (более 2000 кВт/м^2) применяют медные трубы.

В настоящее время большинство компаний эксплуатируют водоохлаждаемые элементы, прототипом которых являются панели TW-2000 (разработка «Mannesman Demag»). Конструкция панелей основана на применении трубчатых элементов равной длины, которые прилегают друг к другу. Для обеспечения поворота охлаждающей среды отрезки трубы последовательно соединены переходниками, которые приваривают с внешней стороны панели [4].

Однорядные стендовые панели применяют в печах большой емкости [5]. Принято считать, что слабое место такой конструкции – наличие открытого сварного шва в области высокой термической нагрузки. Известны разработки [6], в которых основные сплошные панели (типа TW-2000) с целью создания благоприятных условий формирования на их поверхности теплоизолирующего слоя гарнисажа оснащены дополнительными фронтальными змеевиками с независимым контуром охлаждения.

Такой подход за счет формирования на поверхности основной панели утолщенного слоя гарнисажа позволяет в 2,3-2,7 раза сократить площадь поверхности труб, которые подвержены прямому воздействию излучения в рабочем пространстве печи. При этом, как показывает практика, в случае прогара фронтального водоохлаждаемого элемента его можно отключить, а тыльную часть панели продолжать эксплуатировать [7].

Целью исследования является изучения особенностей процессов теплообмена в

пространстве электросталеплавильной печи при использовании водоохлаждаемых панелей.

Методика исследования

В качестве объекта исследования выбран процесс теплообмена в печи ДСП-150 АО «ОЭМК». В работе использовалась инженерная методика расчета панелей электросталеплавильных агрегатов, представленная в работе [8-9], которая учитывает следующие источники излучения: жидкая ванна, дуги, боковая поверхность электродов.

Расчет выполнен для следующих геометрических и режимных параметров: активная электрическая мощность 90 МВт, рабочий ток 64 кА, радиус ванны 7,980 м, температура ванны 1860 К, степень черноты поверхности ванны 0,75, длина дуги 0,35 м, диаметр электрода 0,61 м, радиус распада электродов 1,3 м, длина электрода в рабочем пространстве 3 м, удельное электрическое сопротивление электродов $2{,}1 \cdot 10^{-5}$ Ом·м, часть введенной электрической мощности, которая теряется с водой 0,285.

Рассмотрим тепловой поток на уровне, соответствующем нижней части водоохлаждаемых панелей стен (Рис. 1, а). Как видим, общая плотность теплового потока, воспринимаемого водоохладительной панелью на нижней ее части которая находится в среднем на высоте 0,5 м от ванны достигает 754 кВт /м^2. При этом вклады излучения ванны и дуг равны, а доля излучения боковой поверхности электродов незначительна.

Рассмотрим теперь тепловой поток на уровне, соответствующем верхней части водоохлаждаемых панелей стен (Рис. 1, б). Как видно, общая плотность теплового потока, воспринимаемого стеновой панелью на средней высоте 2 м от ванны достигает 686 кВт /м^2. При этом основной вклад (65%) вносит излучение ванны. Дуги излучают 33%, а доля излучения боковой поверхности электродов составляет около 2%.

Рассмотрим тепловой поток на уровне, соответствующем нижней части водоохлаждаемых панелей свода (Рис. 1, в). Заметно что, общая плотность теплового потока, воспринимаемого водоохлаждающими панелями свода на средней высоте крышки 2,1 м от ванны достигает 850 кВт /м^2 ближе к области распада электродов и снижается до 670 кВт /м^2 до периферии. При этом основной вклад (66%) вносит излучение ванны. Дуги излучают 32%, а доля излучения боковой поверхности электродов практически не превышает 2%.

Наконец рассмотрим тепловой поток на уровне, соответствующем сводовому кольцу (Рис. 1, г). Как видим, картина несколько отличается, общая плотность теплового потока, воспринимаемого водоохлаждаемыми панелями свода в районе сводового кольца достигает 646 кВт /м^2. При этом основной вклад (67%) вносит излучение ванны. Дуги излучают 20%, а доля излучения боковой поверхности электродов здесь выше и составляет 13%.

Полученные результаты хорошо согласовываются с ранее полученными расчетами и

будут использованы для оптимизации конструкции водоохлаждаемых панелей, в частности расчета напряженно-деформированного состояния [10-11].

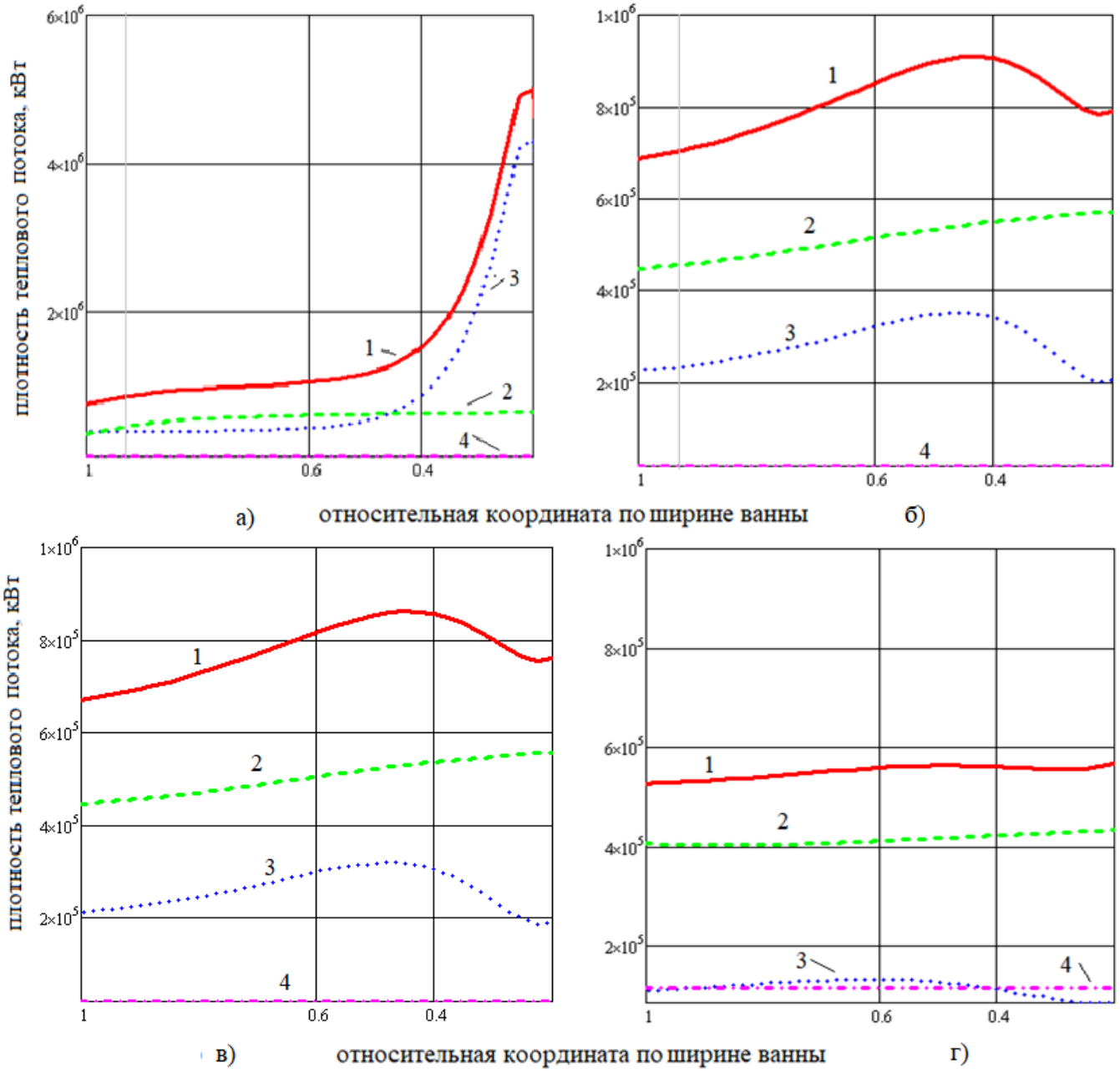


Рис. 1 – Расчетные значения плотности теплового потока (q, кВт / м$^{2)}$ для нижнего (а), верхнего (б) края стеновых и нижней (в), верхней (г) части сводовых водоохлаждаемых панелей: 1 – общий тепловой поток; 2 – тепловой поток от ванны; 3 – тепловой поток от дуг; 4 – тепловой поток от электродов

Список литературы

1. Белковский А. Г. Современное состояние и тенденции развития технологии производства стали в ДСП и их конструкций / А. Г. Белковский, Я. Л. Кац, М. В. Краснянский // бюллетень «Черная металлургия» №3. - 2013. - С. 72 – 88.

2. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.

3. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Вопросы использования непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката из конструкционных сталей // Сталь. 2018. №4. С. 7-12.

4. Металлургические мини-заводы: Монография / Смирнов А.Н., Сафонов В.М., Дорохова Л.В., Цупрун А.Ю. - Донецк: Норд-Пресс, 2005. - 469 с.

5. Однорядные стеновые панели [Электронный ресурс] / -2011 / -Режим доступа: http://roud.com.ua/elements_05.html Дата доступа: 10.09.2015. – Название с экрана.

6. Торшин А.М. Полностью водоохлаждаемый свод 100-т дуговой сталеплавильной печи с центральной съемной частью и газодинамическими уплотнителями электродов / Торшин А.М., Коломота В.Н. //Металургия. Випуск 14. (Зб. Наукових праць ДонНТУ). 1999. – С. 148-149.

7. Малахова О.И., Сазонов М.И. Оценка влияния двухрядных водоохлаждаемых панелей на технико-экономические показатели высокомощной ДСП // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 93.

8. Тимошенко С.Н. Проблемы эксплуатации водоохлаждаемых элементов дуговых сталеплавильных печей высокой мощности / С.Н. Тимошенко, П.И. Тищенко // Сборник научных трудов Донецкого национального технического университета. Серия Металлургия. - Донецк, 2009.- Вып.11.- С.58-65.

9. Тищенко П.И. Опыт применения двухрядных стеновых водоохлаждаемых панелей в ДСП высокой мощности / П.И. Тищенко, С.Н. Тимошенко, Н.Б. Дунь и др. // Труды Десятого конгресса сталеплавильщиков. -М.: ОАО «Черметинформация», 2008.- С.368-370.

10. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах //

Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.

11. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.

УДК 669.18

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИКО-МИНЕРОЛОГИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА ДЛЯ СТАРТОВОЙ ВОРОНКИ СТАКАНА-ДОЗАТОРА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ

Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Федина В.В., Короткова Л.Н.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В работе с помощью анализа диаграммы состояния $CaO – SiO_2 – Al_2O_3$. Определено соотношение между параметрами физико-химической системы, для решения теоретических и экспериментальных задач, связанных поиском сырьевых компонентов для производства стартовой воронки при непрерывной разливке стали.*

Ключевые слова: *стартовая воронка, состав, огнеупорный бентонит, диаграмма, CaO, Al_2O_3, SiO_2.*

DETERMINATION OF CHEMICAL AND MINERALOGICAL HOMOGENEITY OF REFRACTORY CONCRETE FOR THE STARTING FUNNEL OF THE DOSING CUP DURING CONTINUOUS CASTING OF STEEL

Timofeeva A.S., Nikitchenko T.V., Fedina V.V., Korotkova L.N.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *In work by means of the analysis of the state diagram $CaO–SiO_2–Al_2O_3$.The correlation between the parameters of the physical and chemical system for the solution of theoretical and experimental problems related to the search for raw materials for the production of the starting funnel in continuous casting of steel is determined.*

Keywords: *starting funnel, composition, refractory bentonite, diagram, CaO, Al_2O_3, SiO_2.*

Для непрерывной разливки стали «открытым стартом» необходимо иметь стартовую воронку, которая бы в нужный период времени отходила от стакана-дозатора и поднималась в шлак, растворяясь там. Был осуществлен подбор состава огнеупорного бетона для стартовой воронки стакана-дозатора на основе экспериментальных исследований.

В качестве заполнителя для воронки промежуточного ковша были использованы керамзитовый гравий и кварцевый песок химический состав этих компонентов представлен в табл. 1.

Табл. 1 – Химический состав заполнителей

Основные компоненты	Керамзитовый гравий	Кварцевый песок
SiO_2, %	68,5	99,3
Al_2O_3, %	14,9	0,1
Fe_2O_3, %	7, 5	0,2
CaO, %	2,1	0,3

Соотношение между параметрами физико-химической системы, для решения теоретических и экспериментальных задач, связанных поиском сырьевых компонентов для производства стартовых труб было выполнено с помощью анализа диаграммы состояния $CaO – SiO_2 – Al_2O_3$.

При предварительной оценке пригодности сырья для производства воронок промежуточного ковша необходимо было убедиться не только в удовлетворительном химическом составе, но и в их химико-минералогической однородности.

На данном этапе было определено, при каких температурах и какие кристаллические фазы при этом формируются.

Диаграмма состояния – графическое изображение соотношений между параметрами состояния физико-химической системы. Особое значение имеют диаграммы «состав–свойство», строящиеся в координатах «концентрация компонента – температура фазовых превращений». Особенности диаграммы состояния заключаются в том, что любая точка на диаграмме имеет строгий физико-химический смысл, т.к. характеризует определенные состояния вещества.

С помощью диаграммы можно решать целый ряд сложных и важных практических и теоретических задач, связанных с получением новых материалов и различным сочетанием свойств.

Общий вид диаграммы трехкомпонентной системы приведен на рис. 1. Диаграмма представляет пространственную фигуру, у которой концентрации компонентов откладываются на сторонах равностороннего треугольника, а температура — на перпендикулярах, проведенных к плоскости треугольника концентраций.

По правилу Гиббса максимально возможная величина числа степеней свободы $f = 3$. В качестве независимых параметров выступают температура и концентрации первого C_1 и второго C_2 компонентов. Концентрация третьего компонента зависит от первых двух: $C_3 = (100 — C_1 — C_2)$, поскольку в любой точке треугольника сумма трех компонентов равна 100

%. На рис. 1 видно, что диаграмма трехкомпонентной системы представляет собой призму, грани которой образованы соответствующими двухкомпонентными диаграммами.

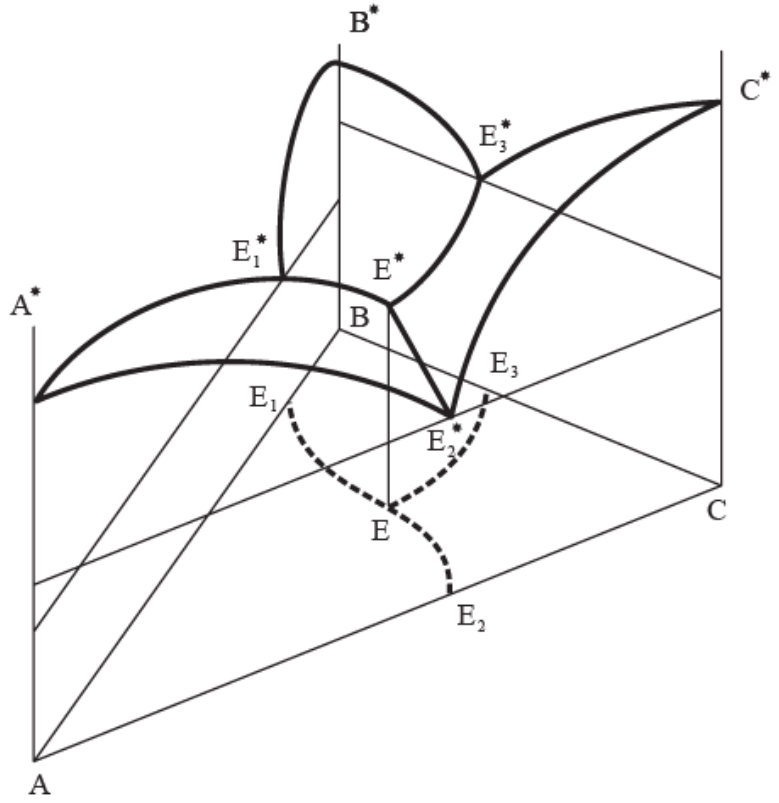


Рис. 1 – Пространственная диаграмма трехкомпонентной системы

На ней появляются поверхности ликвидуса, например: A*–E1*–E*–E2*–A*, C*–E2*E*–E3*–C*, B*–E1*–E*–E3*–B*, при пересечении которых образуются пограничные кривые E1*–E*, E2*–E*, E3*–E*, сходящиеся в точке тройной эвтектики E*. Поверхность ликвидуса характеризуется теми же свойствами, что и кривая ликвидуса: показывает температуру начала кристаллизации (конца плавления) любого состава системы.

Для облегчения анализа трехкомпонентных систем используют проекционные диаграммы, которая представлена на рис. 2, которые образуются при проецировании на плоскость треугольника концентраций всех элементов пространственной диаграммы. Температура на диаграмме показывается в этом случае изотермами, получаемыми пересечением пространственной диаграммы плоскостями, параллельными треугольнику концентраций при фиксированном значении температуры. Изотермы на проекционной диаграмме не показываются вообще, чтобы не усложнять изображение.

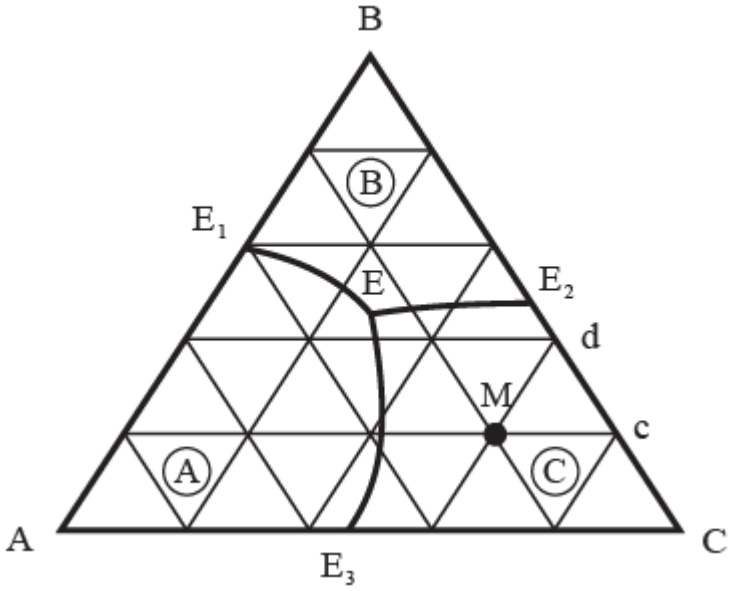


Рис. 2 – Проекционная диаграмма трехкомпонентной системы

Пограничные линии разделяют треугольник концентраций на поля первичной кристаллизации соединений, существующих в данной системе. Поле E_1- B- E_2- E- E_1 — поле первичной кристаллизации компонента B; A- E_1- E- E_3- A — компонента A и C- E_3- E- E_2- C — компонента C.

Состав кристаллов в поле первичной их кристаллизации отмечается окружностью. Точки составов двойных соединений находятся на сторонах треугольника, точки составов тройных химических соединений - внутри его. Точки составов химических соединений или компонентов системы, имеющие смежные поля первичной кристаллизации, соединяются тонкими прямыми линиями, носящими название соединительных прямых. Соединительные прямые разбивают всю диаграмму на отдельные элементарные треугольники, каждый из которых может рассматриваться как отдельная диаграмма трехкомпонентной системы.

Вершина проекционного треугольника соответствует 100 % содержанию компонента, название которого находится у данного угла. Если точка состава находится на стороне треугольника, то ее количественный состав определяется как для двухкомпонентной системы, например, точка E1 соответствует составу: 60 % компонента B и 40 % компонента A. Если точка исходного состава находится внутри треугольника, то ее состав можно определить следующим образом.

Через точку (точка M на рис. 2) проводятся прямые, параллельные сторонам проекционной диаграммы. Прямые рассекают каждую строну проекционной диаграммы на три отрезка, каждый из которых определяет количественное содержание одного из

компонентов.

Средний отрезок определяет количество компонента противоположного угла диаграммы, а отрезки, примыкающие к углам диаграммы, определяют количество компонентов, принадлежащих данной стороне в обратной пропорции. Это правило также работает и в том случае, когда рассматриваемая диаграмма не является равносторонним треугольником. При этом длину стороны, на которой проводятся определения, следует принять за 100 %, рассчитав затем процентное содержание каждого компонента.

На рис. 3 изображена диаграмма состояния системы $CaO–Al_2O_3–SiO_2$, по которой подбирался рекомендуемый состав воронок промежуточного ковша.

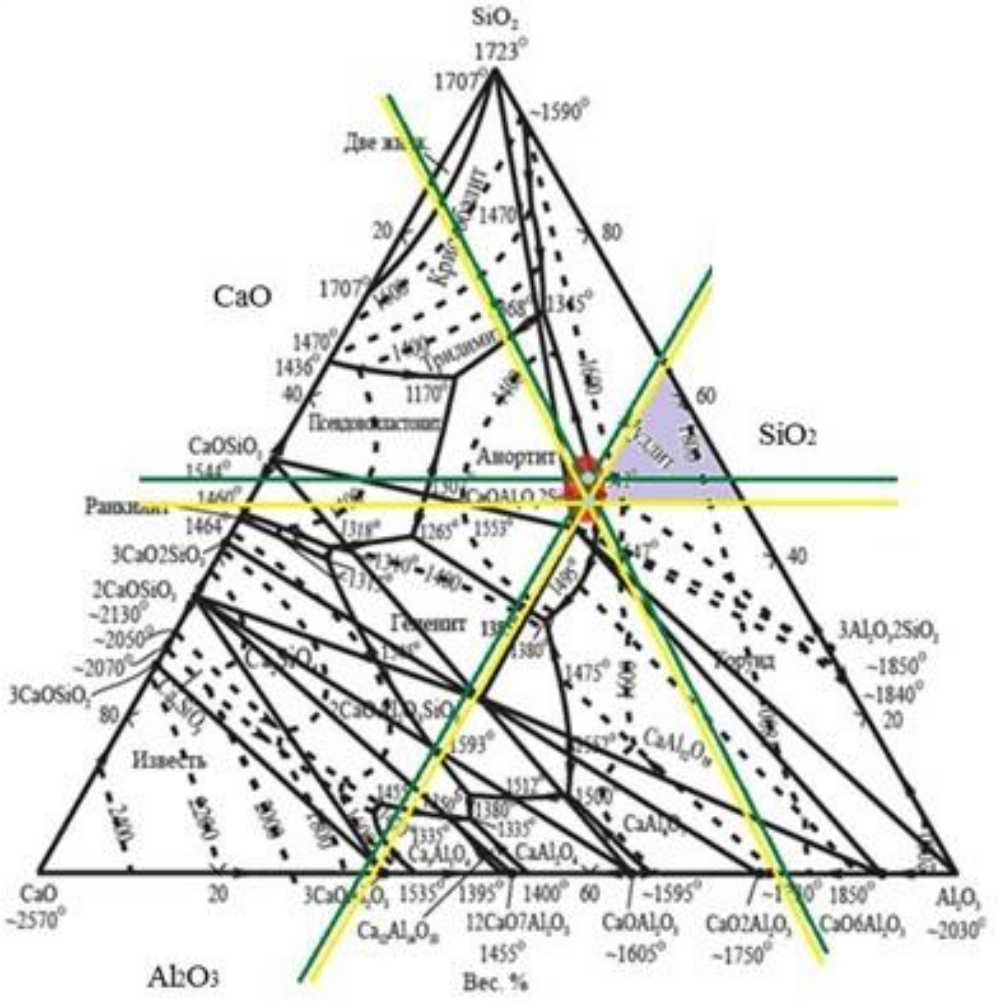


Рис. 3 – Диаграмма состояния системы $CaO–Al_2O_3–SiO_2$

Для решения задачи по проектированию оптимального состава огнеупорного изделия в системе $CaO – SiO_2 – Al_2O_3$ была принята значимая область, проведены перпендикуляры и был вычислен в долях от 100% по массе теоретический состав основных оксидов CaO, Al_2O_3,

SiO_2 воронок промежуточного ковша восьмого и девятого состава, которые представлены в табл. 2.

Табл. 2 – Расчетный состав воронок в системе $CaO – SiO_2 – Al_2O_3$

Наименование показателя	Количество, % 8 состав	Количество, % 9 состав
Al_2O_3	32,0	29,0
SiO_2	47,0	51,0
CaO	17,0	16,0

Таким образом, был количественный состав элементов в системе $CaO–SiO_2–Al_2O_3$

Список литературы

1. Горшков В.С.и др. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений: учебник для вузов В.С. Горшков, В.Г.Савельев, Н.Ф.Федоров.- М.: Высш. шк.- 1988. - 440с.

2. Христофорова И.А., Сысоев Э.П., Савельев В.Г. Х93 Диаграммы состояния гетерогенных систем: Практикум / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2002. 68 с.

3. Огнеупорные цементы на основе композиций многокомпонентных цирконийсодержащих систем: монография / [Г. Н. Шабанова, Я. Н. Питак, В. В. Тараненкова и др.]. – Х.: Издатель Рожко С. Г., 2016. – 247 с.

УДК 669.18

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ОТРЫВА СТАРТОВОЙ ВОРОНКИ ОТ СТАКАНА-ДОЗАТОРА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ

Тимофеева А.С., Кожухов А.А., Никитченко Т.В.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *При непрерывной разливке существует способ «открытого старта», который дает возможность допускать разливку без дополнительных действий по открытию канала стакана-дозатора. При этом применяется стартовая огнеупорная воронка. Расчет времени, через которое произойдет отрыв воронки и начнется разливка, представлен в работе.*

Ключевые слова: *стартовая воронка, объем, масса, высота, время.*

CALCULATION OF THE TIME OF SEPARATION OF THE STARTING FUNNEL FROM THE DOSING CUP DURING CONTINUOUS CASTING OF STEEL

Timofeeva A.S., Kozhukhov A.A., Nikitchenko T.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *In continuous casting, there is a method of" open start", which makes it possible to allow the casting without additional actions to open the channel of the dosing Cup. In this case, the starting refractory funnel is used. The calculation of the time after which the separation of the funnel will occur and the casting will begin is presented in the work.*

Keywords: *starting funnel, volume, mass, height, time.*

Чтобы улучшить и упростить запуск стали при непрерывной разливке, применяется стартовая воронка. Во время применения запускной воронки снижается риск попадания неметаллических включений в заготовку. Это очень важно для качества заготовки. Для такой воронки был подобран огнеупорный бетон, соответствующий требованиям, предъявляемым к материалу воронки[1]. Но прежде чем изготавливать воронку, необходимо предвидеть, чтобы отрыв воронки не происходил раньше, чем когда поверхность металла будет находиться на уровне стакана-дозатора или ниже. Размеры стартовой воронки приведены на рис. 1.

Для расчета времени были использованы данные [2], приведенные в табл. 1.

Табл. 1 – Данные для расчета времени отрыва стартовой воронки от стакана-дозатора

Данные	Обозначения	Размерность	Значение
Кажущаяся плотность бетона	$\rho_{каж}$	кг/м^3	1900
Плотность стали	$P_{ст}$	кг/м^3	7800
Ускорение свободного падения	g	м/с^2	9,8
Площадь поверхости промежуточного ковша (пов нутреннему диамету)	$F_г$	М^2	11,2
Скорость подачи металла в ковш	υ	кг/с	46,67

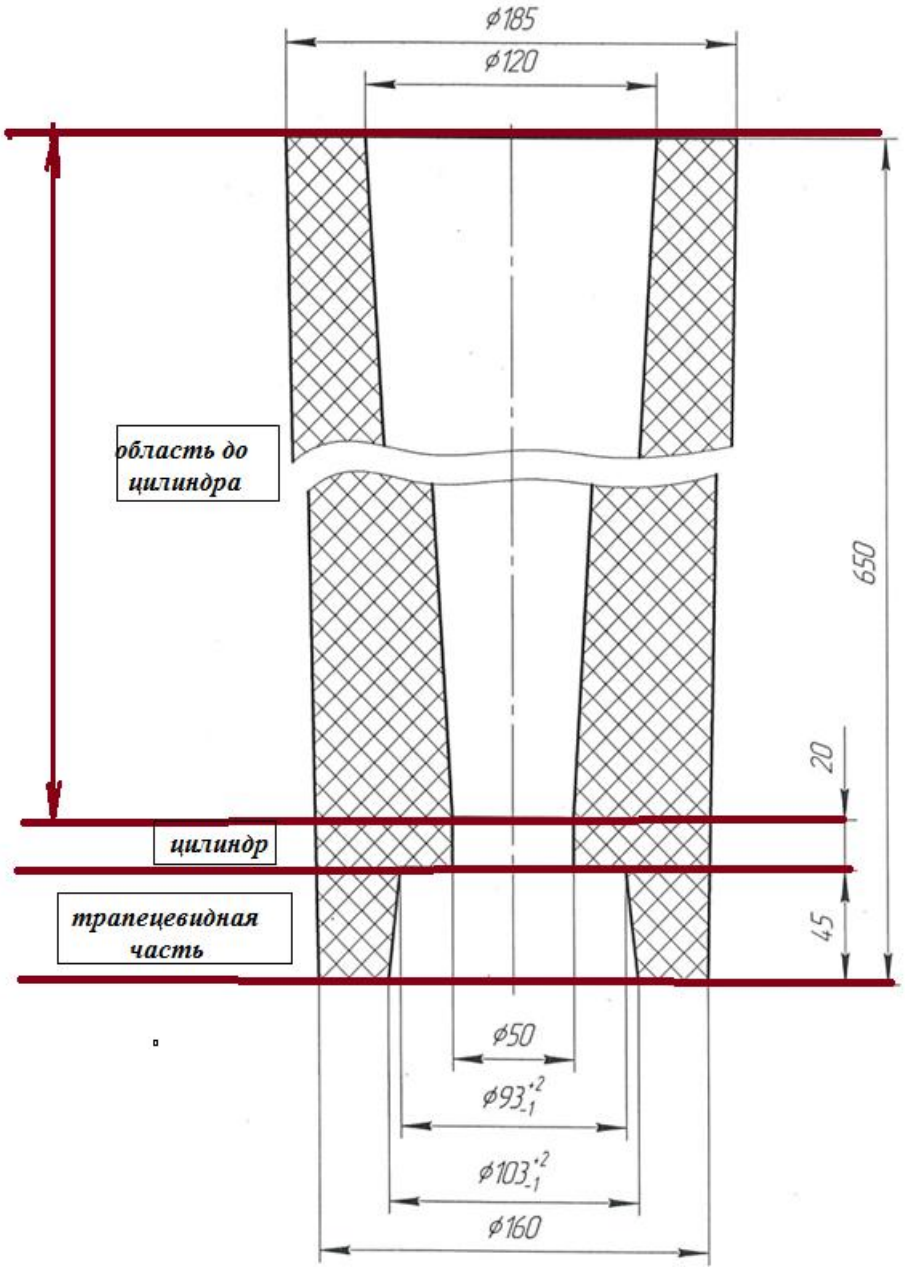


Рис. 1 – Разрез стартовой воронки и ее размеры

Метод расчета основан на влиянии Архимедовой силы на воронку в зависимости от

высоты металла в ковше. Для расчета времени отрыва воронки необходимо просчитать массы и все объемы фигур, составляющих воронку.

Разделим воронку промежуточного ковша на 2 части. Рассчитаем объем воронки до цилиндрической части:

$$V_1 = \frac{1}{12 \cdot \pi \cdot H_в \cdot (H_в^2 + H_в \cdot d_{внешн.в} + d_{внешн.в}^2) \cdot (H_в - h_т - h_ц)} = 0{,}008898 \text{ м}^3,$$

где $H_в$ – общая высота воронки, мм; $d_{внешн.в}$ – внешний диаметр верхней части, мм; $h_т$ – высота трапециевидной части, мм; $h_ц$ – высота цилиндрической части, мм.

Рассчитаем объем воронки цилиндрической части:

$$V_2 = \pi \cdot d_{внешн.н}^2 \cdot h_ц = 0{,}001607 \text{ м}^3,$$

где $d_{внешн.н}$ – внешний диаметр нижней части, мм.

Рассчитаем объем воронки трапециевидной части:

$$V_3 = \pi \cdot d_{внешн.н}^2 \cdot h_т = 0{,}003617 \text{ м}^3.$$

Общий объем получим, сложив все просчитанные объемы:

$$V_{общ} = V_1 + V_2 + V_3 = 0{,}014123 \text{ м}^3.$$

Объем верхней полой части воронки:

$$V_в = \frac{1}{12 \cdot \pi \cdot (d_{внутр.в}^2 + d_{внутр.в} \cdot b_ц + b_ц^2) \cdot (H_в - h_т - h_ц)} = 0{,}003505 \text{ м}^3,$$

где $d_{внутр.в}$ – внутренний диаметр верхней части, мм; $b_ц$ – ширина цилиндрической части, мм.

Объем цилиндрической полой части:

$$V_ц = \frac{\pi \cdot b_ц^2}{4 \cdot d_{внешн.н}} = 0{,}00003925 \text{ м}^3;$$

трапециевидной полой части:

$$V_т = \frac{1}{12 \cdot \pi \cdot (b_{т.в}^2 + b_{т.в} \cdot b_{т.н} + b_{т.н}^2) \cdot h_т} = 0{,}00034 \text{ м}^3,$$

где $b_{т.в}$ – верхняя ширина трапециевидной части, мм; $b_{т.н}$ – нижняя ширина трапециевидной части, мм.

Общий объем полой части воронки:

$$V_{общ.п.} = V_в + V_ц + V_т = 0{,}003884 \text{ м}^3.$$

Следовательно, объем бетона будет составлять:

$$V_б = V_{общ} - V_{общ.п.} = 0{,}01023 \text{ м}^3,$$

где $V_{общ}$ – общий объем воронки промежуточного ковша, м^3; $V_{общ.п.}$ – общий объем полой части воронки, м^3.

Найдем массу материала, необходимую для производства воронки:

$$m = \frac{V_б}{\rho_{каж}} = 19{,}45 \text{ кг},$$

где $V_б$ – общий объем воронки промежуточного ковша, м^3; $\rho_{каж}$ – кажущаяся плотность воронки, г/см^3.

Поведение тела, находящегося в жидкости или газе, зависит не только от силы Архимеда, но и от силы тяжести. Воронка может начать всплытие при величине силы Архимеда равной или больше силы тяжести[3]. Рассчитаем силу тяжести, действующую на воронку

$$F_{тяж} = m_в \cdot g = 194{,}53 \text{ Н},$$

где $m_в$ – масса материала для изготовления одной воронки, кг; g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Исходя из закона Архимеда, найдем объем погруженной части воронки [4]:

$$V_{пог} = \frac{F_A}{g} / \rho_{ст} = 0{,}002614 \text{ м}^3,$$

где F_A – сила Архимеда, Н; $\rho_{ст}$ – плотность стали,кг/м^3.

Нижняя часть воронки

$$V_н = V_т + V_ц = 0{,}000379 \text{ м}^3.$$

Определим разницу между объемом всей погружной части и объемом нижней части воронки:

$$V = V_{пог} - V_н = 0{,}002235 \text{ м}^3.$$

Значит из верхней части воронки погружен будет объем 0,002235 м^3.

Высота всей верхней части составит:

$$H = H_в - H_ц - H_{тр.} = 0{,}585 \text{ м},$$

где $H_в$ – высота всей воронки; $H_ц$ – высота цилиндра; $H_{тр}$ – высота трапеции.

Определим высоту погружной верхней части:

$$H_{в\text{-}п} = V \cdot 12 / 3{,}14 / (d_{1вв}^2 + d_{1вв}\, d_{2вн} + d_{2вн}^2) = 0{,}0095513 \text{ м}$$

Тогда общая высота металла в ковше будет:

$$H_м = H_{в\text{-}п} + H_ц + H_{тр} = 0{,}160413 \text{ м}.$$

Тогда масса металла, находящегося в ковше составит:

$$m = h_м \cdot \rho_{ст} \cdot F_к = 14039{,}94 \text{ кг},$$

где $h_м$ – общая высота металла, м; $F_к$ – площадь промежуточного ковша принимаем 11,2 м^2.

Скорость подачи металла в ковш составляет 46,57 кг/с. Время отрыва воронки от стакана-дозатора в минутах составит:

$$\tau = m/\upsilon/60 = 5{,}014 \text{ мин.}$$

Таким образом, при непрерывной разливке металла со стартовой воронкой от начала подачи металла в ковш воронка отрывается через 5 минут от стакана – дозатора.

Список литературы

1. Вдовин, К.Н. Технологии управления потоками стали и разработка огнеупорных конструкций для промежуточного ковша четырехручьевой МНЛЗ [Текст] / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин // Новые огнеупоры. – 2016 .- №2. – С. 3-5.
2. Смирнов, А.Н. Непрерывная разливка стали: учебное пособие / А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, Е.В. Штепан. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 482 с.
3. Александров? Н.В. Курс общей физики. / Александров Н.В. ,Яшкин А.Я. Механика.-М.: Просвещение.-1978.-416с.
4. Архангельский М.М. Курс физики (Механика) / Архангельский М.М. .-М.: Просвещение . - 1965. -448с.

УДК 669.181

МЕХАНИЗМ ОКИСЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА

Мазур Н.И., Тимофева А.С., Сидоров М.С., Махмудов Д,Д.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Железо и сплавы, основную часть которых, составляет железо, применяются в различных сферах нашей жизнедеятельности. Со временем железо окисляется и теряет не только товарный вид, но и свои металлургические свойства. В работе рассмотрен механизм окисления железа и его понятия в трактовке современных ученых.*

Ключевые слова: *железо, оксиды, кристаллическое строение, гематит, магнетит, вюстит, кислород.*

MECHANISM OF IRON OXIDATION

Mazur N. I., Timofeva A. S., Sidorov M. S., Mahmudov D. D.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *Iron and alloys, the main part of which is iron, are used in various spheres of our life. Over time, iron oxidizes and loses not only its presentation, but also its metallurgical properties. The paper considers the mechanism of iron oxidation and its concepts in the interpretation of modern scientists.*

Keywords: *iron, oxides, crystal structure, hematite, magnetite, vustite, oxygen.*

При окислении металлов, в том числе и железа, оно зависит от природы реагентов, термодинамических параметров газовой среды, пористости и порозности дисперсного материала. Если железо находится в атмосфере воздуха, то в начальный момент взаимодействия металла и кислорода является его адсорбция на поверхности металла.

При адсорбции, даже при низких температурах, происходит разрыв связей в молекуле кислорода и полученный в результате этого ионизированный атом вступает в химическое взаимодействие, так как кислород является сильным окислителем. При этом может быть 3 вида результатов взаимодействия [1]:

$$O_2(г) = O_2(адс);$$

$$O_2(адс) = 2O(адс);$$

$$O(адс) + \bar{e}_{(Me)} = O(адс).$$

При адсорбции происходит появление на поверхности металла слоя отрицательно

заряженных ионов, тогда появляется градиент электронного потенциала, так как этот слой металла в месте соприкосновения имеет катионный вариант.

Мотт и Кабрер рассматривая вопрос окисления металла при низких температурах, заметили, что даже практически при отсутствии диффузии кислорода на поверхности металла возникает оксидная пленка. Они объяснили это действием сильного электрического поля. При росте пленки до десятка нанометров происходит значительное снижение электрического потенциала и окисление далее не происходит, т.к. энергия поля мала. Чтобы окисление стало возможным необходимо увеличить температуру, когда лимитирующей будет термодиффузия.

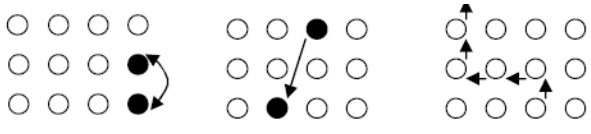
Эпитаксия – это явление, когда, полученная в самом начале оксидная пленка имеет воздействие по ориентации и размерного соответствия со стороны поверхностных атомов металла. При окислении железа происходит ориентационное соответствие при образовании : FeO, Fe_3O_4 и Fe_2O_3 на Fe; Fe_3O_4 на FeO; Fe_2O_3 на Fe_3O_4. это установил П.Д. Данков [2].

Эпитаксия определяет легкость появления новых кристаллических структур, как с геометрической, так и с энергетической стороны - при образовании нового элемента применяется принцип наименьшей затраты энергии.

С увеличением толщины пленки ориентационные силы ослабевают и оксид принимает стабильную структуру для данных условий.

Если брать нагрев железа, то в атомных слоях окалины существует неоднородность по химсоставу: чем ближе к поверхности, тем больше кислорода и меньше металла. Если нагревать железо или сталь до 850 °С, можно в окалине определить разный фазовый состав: $Fe \rightarrow FeO \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow \gamma\ Fe_2O_3 \rightarrow \alpha\ Fe_2O_3$

С увеличением температуры, лимитирующей является диффузия, которая может протекать по следующим вариантам (Рис. 1):



1) 2) 3)

Рис. 1 – Виды диффузии при окислении: 1 – обменный; 2 – междоузельный; 3 – вакансионный; 1) когда при окислении происходит обмен ионов или атомов местами; 2) при этом движение окисляющего агента происходит по междоузлиям; 3) в этом случае, перемещение происходит по вакансиям

По первому варианту процесс маловероятен, т.к. возникают проблемы с энергией. Френкель и Шоттки [3] выяснили, что в связи с тем, что существует наличие реальных

дефектов в кристаллах, то второй и третий виды диффузии наиболее вероятны.

Окисление металлов – многостадийный гетерогенный процесс, когда сначала образуется минимальный слой оксида (мономолекулярный), а затем при дальнейшем окислении возникает полимолекулярный слой, образующий пленку. Рост пленки может происходить по разному: в двух направлениях(металла и окислителя) или в одном (Рис. 2) [4].

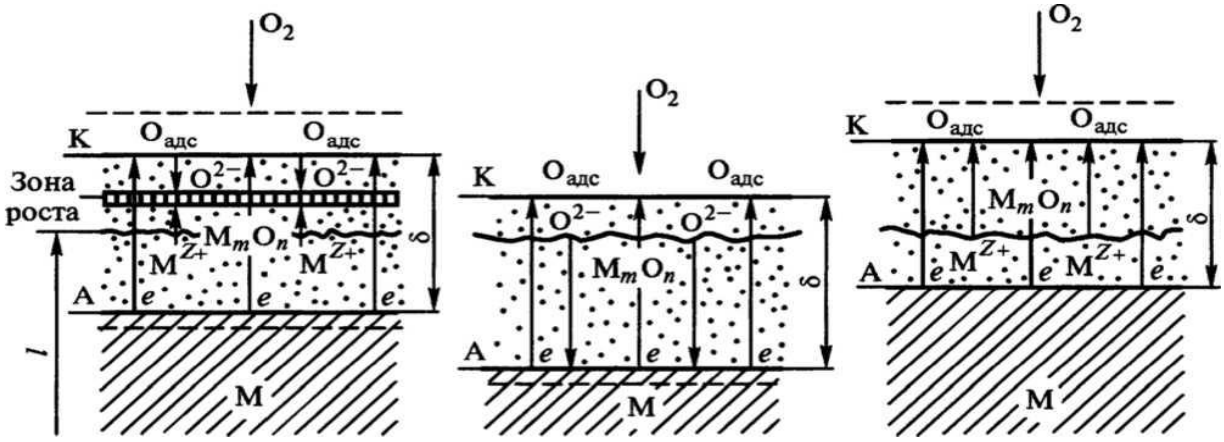


Рис. 2 – Схема ионно−электронного механизма образования и роста оксидной пленки на поверхности металлической детали

Если рост пленки происходит в направлении окислителя, то размер образца увеличивается - это нужно учитывать в машиностроении. Направление роста связано соотношением скоростей диффузии ионов металла и кислорода внутри пленки: если скорости сильно отличаются, то растет пленка в одном направлении (Рис. 2, в, б). Но чаще скорости соизмеримы, но для кислорода она несколько ниже, т.к.размеры ионов O_2 больше, и поэтому рост пленки наблюдается ближе к ее внешней границе (Рис. 2, а).Чем больше толщина пленки, тем труднее осуществлять встречную диффузию ионам.

При увеличении температуры упругость диссоциации оксидов возрастает у всех металлов, поэтому когда упругость диссоциации оксида металла будет больше парциального давления O_2, металл уже не окисляется.

Чтобы пленка предохраняла металл от окисления необходимо :

1. Пленка должна быть сплошной.
2. Должна прочно соединяться с металлом.
3. Быть химически инертной к данной среде.
4. Иметь достаточную твердость и износостойкость.

Список литературы

1. Стекольников Ю.А., Стекольнкова Н.М. Физико-химические процессы в технологии машиностроения: Учеб. пособие. - Елец: Издательство Елецкого государственного университета им. И.А.Бунина, 2008. - 131с.

2. П.Д.Данков, Д.В.Игнатов, Н.А.Шишков Электронографические исследования оксидных и гидроксидных пленок на металлах. М.: Изд-во АН СССР.-1953.-200с.

3. А.Ю Зуев Дефекты и свойства перспективных оксидных материалов. Екатеринбург: УГУ им. А.М.Горького.-2008.-64с.

4. Радин М.А.; Михайлова И.С. Луканина Т.Л. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. Учебное пособие. − СПб.: СПбГТУРП, 2014. –210 с.

УДК 621.746.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕГОРОДОК В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ МНЛЗ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧИСТОТЫ СТАЛИ

Торопкина Н.М.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

Makshanova-natasha@mail.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Представлены предложения по организации потоков стали в промежуточном ковше блюмовой машины непрерывной разливки заготовок с помощью установки перегородок. Приведены преимущества данной схемы и конструктивные параметры перегородок.*

Ключевые слова: *МНЛЗ, промежуточный ковш, перегородки, неметаллические включения, сталь, разливка.*

USING OF BAFFLES IN THE TUNDISH OF CONTINUOUS-CASTING MACHINE TO IMPROVE THE PURITY OF STEEL

Toropkina N.M.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The proposals on the organization of steel flows in the tundish of the bloom machine of continuous casting by means of installation of baffles are presented. The advantages of this scheme and design parameters of baffles are given.*

Keywords: *CCM, tundish, baffles, non-metallic inclusions, steel, casting.*

В промежуточном ковше современной МНЛЗ предусматриваются перегородки для улучшения улавливания неметаллических включений [1]. Процесс улавливания включений базируется на организации движения потоков металла в промежуточном ковше машины непрерывного литья заготовок, активирующий процесс всплывания неметаллических включений и их захват шлаком. Такие решения принимают также на фоне использования более совершенных футеровочных материалов [2, 3] или применения металлоприемников особой формы [4].

Чистота получаемого металла зависит от места расположения улавливающих перегородок, высоты данных перегородок, а также, наличия и расположения отверстий в них.

Литературные данные показывают, что чем ближе перегородки находятся к бойному месту, тем более эффективно происходит всплывание неметаллических включений. Исследования показывают, что данная технология помогает очистить непрерывнолитой металл от загрязнений на 70 %, при условии, что в технологический процесс входят еще и [5]:

- идеальный состав шлакообразующих смесей;
- оптимальные условия для введения металла в промежуточный ковш;
- подобранны идеальные размеры ковша;
- особостойкая футеровка.

Благодаря правильно организованным потокам в промежуточном ковше, происходит лучшее всплывание неметаллических включений и усвоение их шлаком. Для обеспечения еще и химической чистоты металла необходима технология «мягкого» обжатия [6].

На рис. 1, представлена схема движения потоков в промежуточном ковше с установленными порогами высотой 460 мм. Недостатком данной технологии футеровки промежуточного ковша, является то, что поток металла из бойного места возвращается к поверхности и служит источником возникновения турбулентного потока в области защитной трубы подающей металл в промежуточный ковш. Преимущественно это наблюдается в то время, когда происходит замена сталеразливочного ковша, скорость потока металла в 2 раза выше максимальной скорости ручьев в стабильном положении [7].

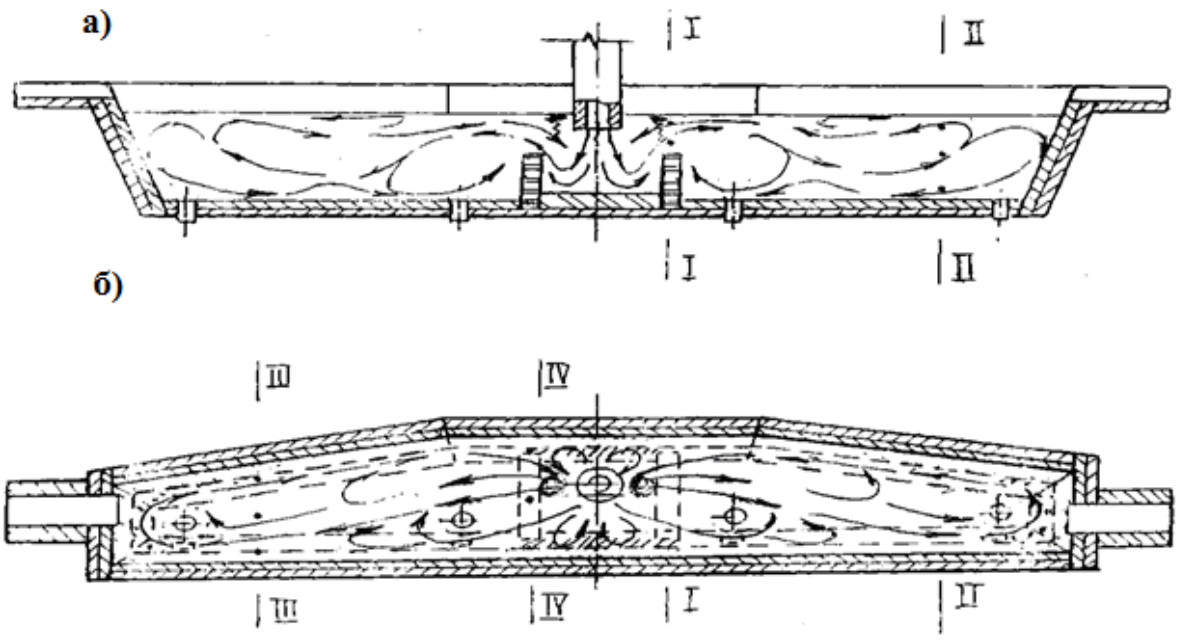


Рис. 1 – Схема движения потоков в промежуточном ковше: а) – в вертикальном продольном

сечении; б) – в горизонтальном продольном сечении

В совокупности статического давления и объема металла в сталеразливочном ковше, приводят к большому количеству брызг при падении металла в пустой промежуточный ковш, что приводит к интенсивному потоку при заполнении промежуточного ковша.

Данные недостатки технологии можно устранить сменой порогов на перегородки в промежуточном ковше. Исследования по усовершенствованию гидродинамических процессов промежуточного ковша блюмовой машины непрерывно литой заготовки с целью удаления неметаллических включений показали, что перегородки должны быть выше поверхности металла и иметь переливные отверстия [8].

Рассмотрев технологию перегородок с 2 отверстиями в перегородке промежуточного ковша (Рис. 2), которые были опробованы в условиях АО «ОЭМК», необходимо выделить следующие недостатки данной конструкции:

- гидропотоки в бойном месте промежуточного ковша носят характер трехуровневого вихревого потока, это влечет за собой беспорядочное движение частиц неметаллических включений;

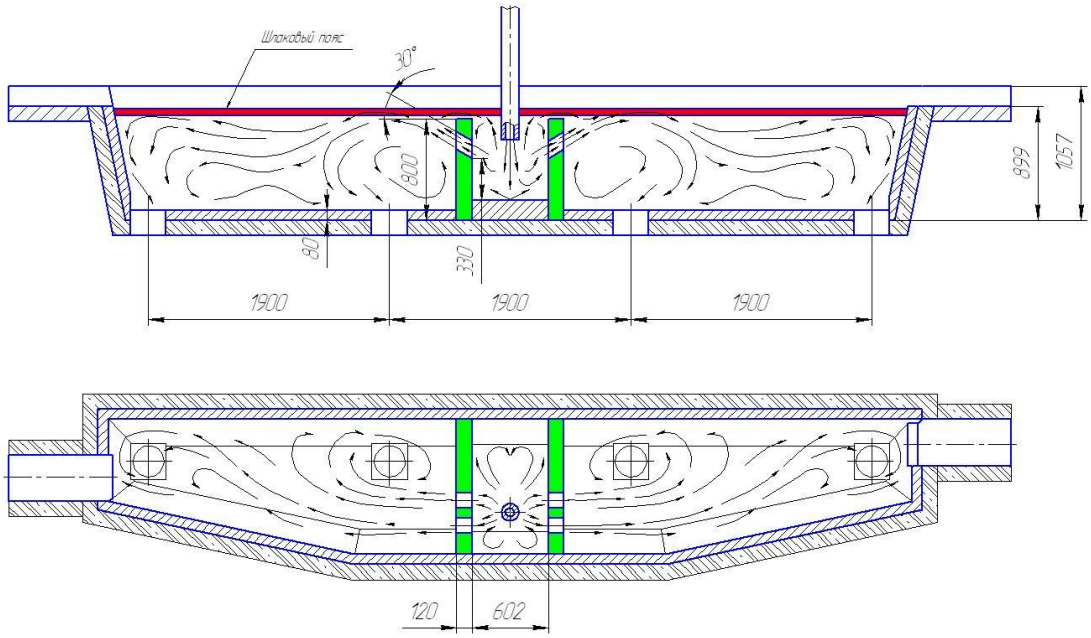


Рис. 2 – Схема расположения прегородок и движения потоков в промежуточном ковше

- отверстия находятся слишком близко к поверхности шлакового защитного покрова, что приводит к тому, что потоки металла проникают в шлаковый покров, создавая энергичное смешивание металла с покровом шлака, способствует увеличению

неметаллических включений в металле, приводит к вторичному окислению металла за счет образовавшихся просветов в шлаковом защитном покрове;

- отверстия находятся слишком высоко от днища промежуточного ковша, это приводит к тому, что после разливки металла в кристаллизаторы остается большое количество металла в промежуточном ковше в приемной камере;

- высота данных перегородок меньше высоты наполненного промежуточного ковша, это приводит к тому, что при равной высоте металла в бойном месте и разливочных отсеках, происходит загрязнение металла за счет перетекания шлакового защитного покрова.

Поэтому предложено провести исследование на гидродинамической модели промежуточного ковша в СТИ НИТУ «МИСиС» новые перегородки (Рис. 3). Высота перегородок не менее 1050 мм, что не позволит шлаку смешиваться с металлом при интенсивных потоках, устраняет движение потоков металла по оси, где находятся стаканы-дозаторы. В перегородках предусмотрено наличие не менее 5 отверстий, расположенных несимметрично касаемо центра перегородки, это исключит затягивание металла в разливочный канал во время запуска машины непрерывно литой заготовки.

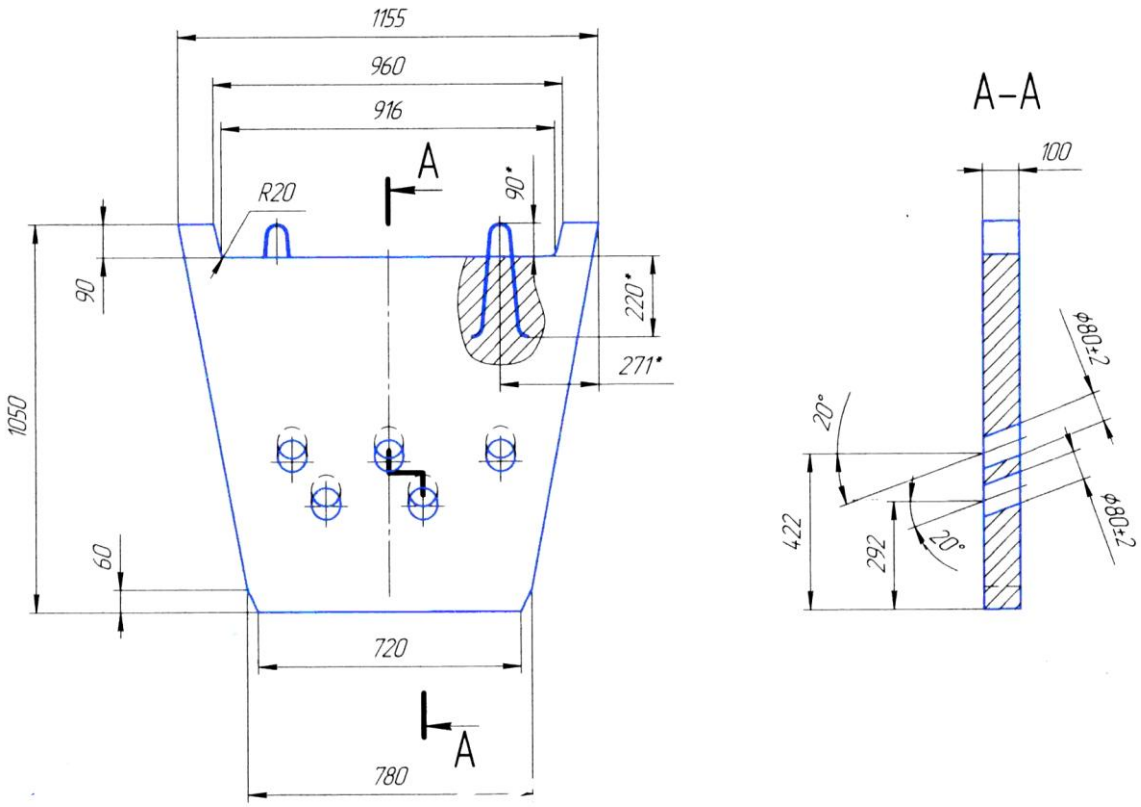


Рис. 3 – Схема перегородки промежуточного ковша с 5 отверстиями

Данная конструкция перегородок должна будет обеспечить равномерный поток металла и позволит повысить время нахождения металла в промежуточном ковше, увеличивается площадь контакта металла с шлаковым защитным покровом, что позволит провести более продуктивную очистку металла от включений неметаллического характера.

Список литературы

1. Смирнов А.Н., Куберский С.В., Проценко М.Ю., Кулиш Ю.Ю. Развитие функциональных и технологических возможностей промежуточных ковшей современных МНЛЗ // Черная металлургия. 2016. № 6 (1398). С. 42-49.

2. Ауэр, Т., Грубер, Д., Хармут, Х. Моделирование разрушения арматурной футеровки промковша / Т. Ауэр // Огнеупоры и техническая керамика. - 2007. - №4. - С. 28-30.

3. Торопкина Н.М., Скляр В.А. Совершенствование футеровки промежуточного ковша блюмовой МНЛЗ ЭСПЦ АО "ОЭМК" с целью увеличения ее долговечности // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. 2018. С. 143-147.

4. Орленко, А.Е. Использование металлоприемников с целью увеличения ресурса эксплуатации промежуточных ковшей / А.Е. Орленко // Огнеупоры и техническая керамика. - 2008. - №5. - С. 45-50.

5. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Вопросы использования непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката из конструкционных сталей // Сталь. 2018. №4. С. 7-12.

6. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // Materials Science Forum, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.

7. Куклев А.В., Тиняков В.В., Айзин Ю.М. Эффективность рафинирования стали в промежуточном ковше с перегородками // Металлург. 2004. № 8. С. 43-44.

8. Семенов М.В., Точилкин В.В. Эффективность рафинирования стали при оснащении промежуточных ковшей МНЛЗ перегородками или порогами // Технология металлов. 2007. № 7. С. 2-5.

УДК 622.794.4

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ ОКАТЫШЕЙ

Шевцов В.А., Парпиев Д.Б., Арутюнян А.Б., Дуракова В.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *В данной статье представлена разработанная установка для сушки окатышей. Использование несложной установки дает возможность расширить изучение прочностных свойств окатышей после сушки в зависимости от различных параметров, например, от химического состава компонентов, входящих в окатыши, от расхода газа и его температуры, от гранулометрического состава окатышей, их влажности и т.д.*

Ключевые слова: *сушка, окатыши, установка, температура, термопара, тепловой пистолет.*

LABORATORY INSTALLATION FOR PELLET DRYING

Shevtsov V.A., Parpiev D.B., Harutyunyan A.B., Durakova V.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *This article presents the developed installation for drying pellets. The use of a simple installation makes it possible to expand the study of the strength properties of pellets after drying depending on various parameters, for example, on the chemical composition of the components included in the pellets, on the gas flow and its temperature, on the granulometric composition of pellets, their humidity, etc.*

Keywords: *drying, pellets, installation, temperature, thermocouple, heat gun.*

Исследования прочностных характеристик окатышей является одним из основных в сфере металлургического производства. Путем добавления различных флюсов и связующих пытаются произвести окатыши, которые меньше всего буду подвержены внешним воздействиям и повреждениям [1-4]. Изменения окатышей уже происходят во время термообработки, в частности, сушки. Однако сушильные агрегаты имеются только на производстве, что сильно замедляет исследования на данную тематику в лабораторных и институтских условиях [5].

Нами предлагается использовать для изучения процессов сушки окатышей использовать разработанную нами лабораторную установку сушки окатышей. Сушить

окатыши можно и в сушильном шкафу, но это не соответствует реальному процессу сушки на производстве. Кроме того изучить влияние параметров теплоносителя не представлялось возможным.

Установка представляет из себя два соосных цилиндра, между которыми находится слой теплоизоляции, внутренний цилиндр делиться на две части жестко установленной перфорированной пластиной, на которую и помещаются окатыши для сушки.

В нижнюю часть цилиндра подается нагретый газ от теплового пистолета, с помощью которого и проходит сушка окатышей.

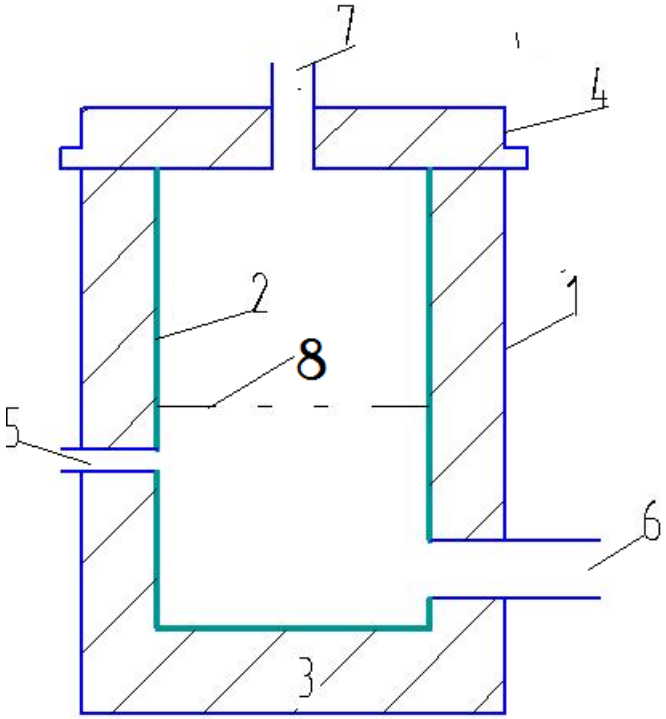


Рис. 1 – Схема установки

1 – внешний цилиндр; 2 – внутренний цилиндр; 3 – теплоизоляция; 4 – крышка с изоляцией; 5 – отверстие для ввода термопары; 6 – отверстие для продувки газом; 7 – отверстие для выхода газа и внешней термопары,8 – перфорированная пластина для окатышей

Температура газа, подаваемого для сушки определяется термопарой, вставляемой в отверстие 5, в отверстие 7 выхода газа также – термопарой, что позволяет измерять потери тепла на сушку окатышей.

Термопара для измерения температуры выхода газа опускается в отверстие крышки установки, не касаясь крышки или слоя окатышей рис. 2 А), для второй термопары подготавливается специальное отверстие, выполненное из трубки с резьбой и закрепленное

шайбой с резьбой рис.2 Б).

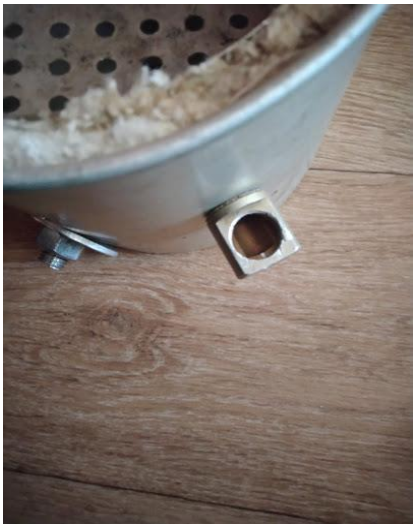
Внешний цилиндр выполнен из алюминия, в то время как внутренний из нержавеющей стали. Между цилиндрами проложен слой термоизоляции, снижающий потери тепла при сушке.

Крышка установки также имеет теплоизоляцию, увеличенное отверстие, как говорилось выше, позволяет утопить термопару, а также уменьшает рассеивание нагретого газа.



А)

Перфорированная пластина для окатышей



Б)

Трубка для термопары

Рис. 2 – Внутреннее устройство

По данной схеме, используя составляющие компоненты, была сконструирована установка для сушки окатышей в лабораторных условиях кафедры металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой (Рис. 3).



Рис. 3 – Собранная установка в лаборатории

В данной установке в качестве подачи тепла используется тепловой пистолет “Энкор” 2000/ДП, имеющий регулировку температуры от 80°С, до 600°С, а также расход 250 и 500 литров/минуту, который играет роль аппарата подачи нагретого газа. Весы, на которых установлена установка, позволяют сразу увидеть изменение массы окатышей по время сушки. Наступление момента прекращения изменения массы будет означать полное испарение влаги из материала.

Данная установка была апробирована в лабораторных условиях. Были получены окатыши из концентрата АО «ЛГОК», с добавлением связующего бентонита и флюса в виде известняка.

Для первого варианта работы был взят 1 кг изготовленных в лаборатории сырых окатышей, помещен на перфорированную пластину и пропускали воздух с расходом 500 л/мин и температурой 250 °С. При этом засекали время, через минуту фиксировали изменение массы окатышей, температуру на входе и выходе из окатышей.

Оказалось, что попадая воздух в холодные окатыши, он их нагревает, но при этом он нагревает еще установку, поэтому решено было нагреть установку до температуры, которая при дальнейшем нагревании пистолетом, уже не увеличивалась, и только тогда засыпать окатыши. Результаты проведения представлены на рис. 4.

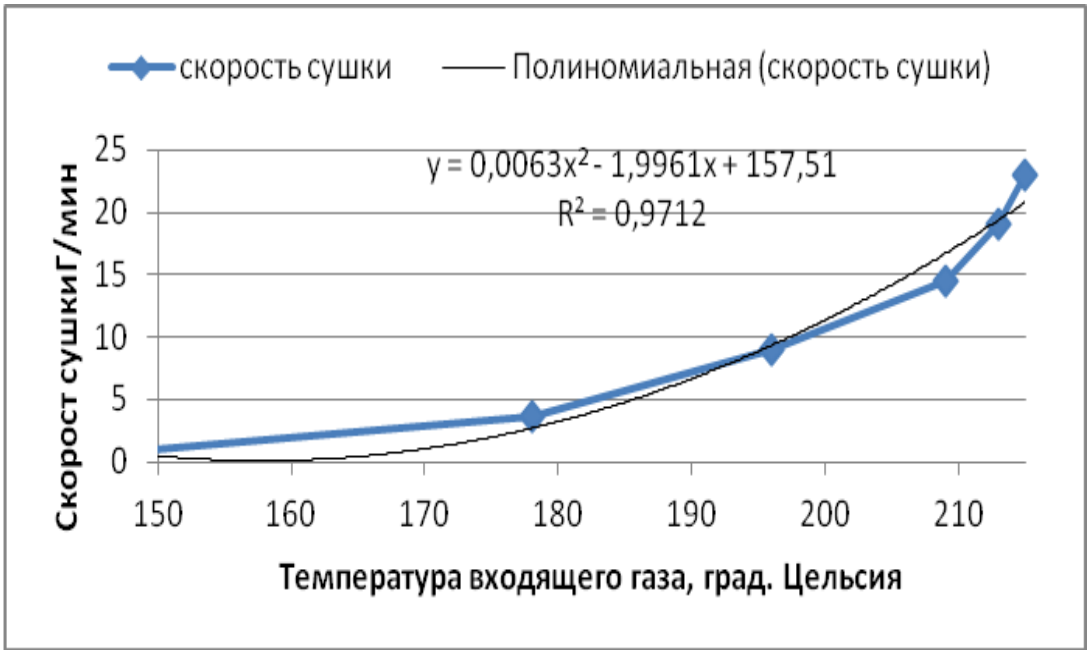


Рис. 4 – Скорость сушки в зависимости от температуры входящего газа на сушку

Как видно из графика скорость сушки от температуры имеет параболическую зависимость и быстрее всего растет в районе температур 200-210°С, стоит отметить что достижение данных температур будет сильно затруднено без предварительного прогрева установки. В данном случае можно сказать, что с увеличением температуры увеличивается скорость сушки, до тех пор, пока не испарится капиллярная вода. Затем достигается 1 критическая температура ,при которой начинается испарение воды на молекулярном уровне, при этом скорость сушки падает, что соответствует теории сушки. Но для нашего эксперимента мы еще не достигли критического значения.

На основе полученных данных определили влажность окатышей, она оказалась равной около 5%.

Данная установка позволяет расширить пределы исследований выяснения прочностных зависимостей окатышей, большую область возможностей и довольно точные данные для проведения экспериментов. Наличие их в лабораториях и институтах ускорит благоприятные открытия, возникающие при сушке окатышей.

Список литературы

1. Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов.- М.: Химия, 1988.352с.

2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 3-е,В 2 –х кн. Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. М.: Химия, 1995. - 368с.

3. Б.С.Сажин Основы техники сушки. М.: Химия,1984.-320с.

4. Васильев В.Н.Технология сушки. Основы тепло- и массопереноса [Текст] В.Н. Васильев, В.Е. Куцаква,С.В,Фролов.-СПб.:ГИОРД,2013.-224с.

5. Тимофеева А.С. Металлургическая теплотехника. Процессы сушки и огнеупоры: учебное пособие/А.С./Тимофеева, Т.В. Никитченко, В.В. Федина. - Старый Оскол: ТНТ,206,-240с.

СЕКЦИЯ: ГОРНОЕ ДЕЛО

УДК 622.271.4

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ УПОРНЫХ ПРИЗМ ГИДРООТВАЛОВ

Г.Е. Афанасьева, П.В. Дрога

Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» в г. Губкине Белгородской области, Россия, г. Губкин

e-mail: afanage@mail.ru

Аннотация. *В статье приведены установленные зависимости, позволяющие определять объёмы упорных призм гидроотвалов для различных типов и способов сооружения.*

Ключевыеслова: упорная призма; гидроотвал; варианты размещения; гидровскрыша.

Упорные призмы гидроотвалов, обеспечивающие их устойчивое состояние, требуют, как правило, дополнительных затрат в связи с применением дорогостоящей технологии их сооружения. Поэтому при технико-экономическом сравнении вариантов размещения гидроотвалов подлежит учету один из важнейших факторов – соотношение общего объема гидровскрыши с необходимым объемом упорных призм, обеспечивающих ее укладку.

Общий объем упорных призм зависит от их высоты, типа пород, слагающих основание и тело призмы, коэффициента запаса устойчивости, типа гидроотвала (равнинный, овражно-балочный), способа сооружения (односторонний или двусторонний намыв, отсыпка пород с укаткой или без укатки).

Для строительства гидроотвала равнинного типа объем упорной призмы определяется следующей зависимостью:

$$V_p = abh + \frac{bh^2}{2}(ctg\alpha_1 + ctg\alpha_2),\ м^3; \qquad (1)$$

где: h – высота упорной призмы, м;

b - длина призмы, м;

a - минимально допустимая ширина призмы по верху, м;

α_1 и α_2 - допустимые, отвечающие нормативным значениям коэффициентов устойчивости, генеральные углы верхового и низового откосов, градусы.

При $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$и b = 1, т. е. единичный объем упорной призмы определяетсяиз выражения:

$$q_e = ah + h^2 ctg\alpha, м^3/м; \qquad (2)$$

Объем упорной призмы овражно-балочного типа включает в себя объемы равнинной части призмы V_p в тальвеге балки и объем призмы, размещаемый на склонах балки V_c:

$$V_o = V_p + V_c, м^3; \qquad (3)$$

Объем равнинной части упорной призмы в тальвеге балкиопределяется по формуле:

$$V_p = q_e b, м^3; \qquad (4)$$

где q_e – единичный объем упорной призмы, $м^3/м$;

b - длина призмы, м.

Объем упорной призмы, размещаемый на склонах балки определяется из выражения:

$$V_c = [\frac{ah^2}{2} + \frac{h^3}{6}(ctg\alpha_1 + ctg\alpha_2)](ctg\beta_1 + ctg\beta_2), м^3 \qquad (5)$$

где β_1 и β_2 – углы наклона правого и левого склонов балки, градус.

При $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ и $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ это выражение примет вид:

$$V_c = 2h^2 ctg\beta (\frac{hctg\alpha}{3} + \frac{a}{2}), м^3 \qquad (6)$$

Таким образом, общий объем упорной призмы овражно-балочного типа определится следующими зависимостями:

- при одностороннем намыве:

$$V_o = abh + \frac{bh^2}{2}(ctg\alpha_2 - ctg\alpha_1) + (ctg\beta_1 + ctg\beta_2)\left[\frac{ah^2}{2} + \frac{h^3}{6}(ctg\alpha_2 - ctg\alpha_1)\right], м^3 \qquad (7)$$

- при двустороннем намыве или сухой отсыпке:

$$V_o = bh\left[a + \frac{h}{2}(ctg\alpha_1 + ctg\alpha_2)\right] + \frac{h^2}{6}(ctg\beta_1 + ctg\beta_2)\left[3a + h(ctg\alpha_1 + ctg\alpha_2)\right], м^3 \qquad (8)$$

Конструктивные схемы упорных призм гидроотвалов при двустороннем намыве или сухой отсыпке и при одностороннем намыве приведены на рисунке 1.

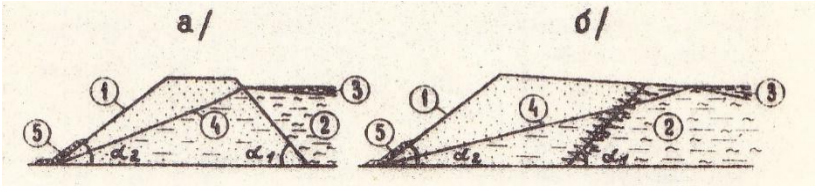


Рис.1. Конструктивные схемы упорных призм

а) при двустороннем намыве или сухой отсыпке; б) при одностороннем намыве;

1 – контуры упорных призм; 2 – намывные породы тела гидроотвала;

3 – прудковая зона; 4 – депрессионная кривая; 5 – дренаж низового откоса

Результаты расчетов устойчивости с использованием зависимостей 2 и 6 в обработанном виде представлены в виде номограмм, пользуясь которыми легко получить устойчивые углы откосов и единичные объёмы упорных призм гидроотвалов равнинного типа (рис.2) и объёмы упорных призм, размещаемые на склонах балок для гидроотвалов овражно-балочного типа (рис.3)[1].

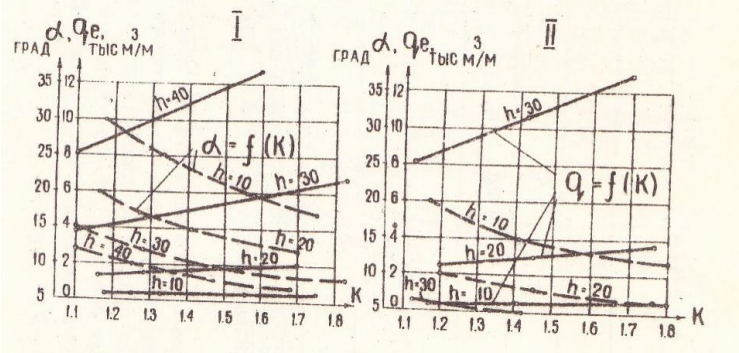


Рис.2. Номограммы для определения устойчивых параметров и единичных объёмов упорных призм гидроотвалов равнинного типа

I, II–основание упорной призмы – илистый суглинок, тело призмы – смесь вскрышных пород (I), лессовидный суглинок (II)

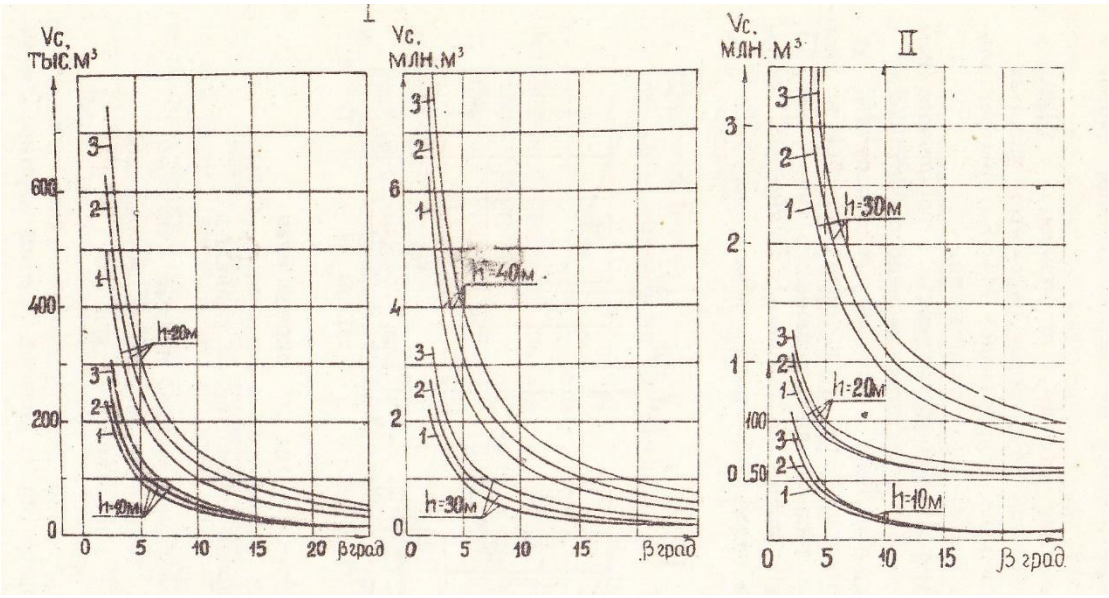


Рис.3. Номограммы для определения объёмов упорных призм
гидроотвалов овражно-балочного типа
I, II–основание призмы – илистый суглинок,
тело призмы – смесь вскрышных пород (I), лессовидный суглинок (II);
1,2,3 – при коэффициентах запаса устойчивости соответственно: 1,1; 1,3; 1,5

Общий объём упорной призмы овражно-балочного типа применительно к конкретным инженерно-геологическим условиям, заданной высоте призмы, заданных углах наклона склонов балки и требуемых значениях коэффициента устойчивости (К) можно определить в первом приближении по следующей зависимости:

$$V_o = q_e d + 0{,}5(V_{C1} + V_{C2}),\ м^3; \qquad (9)$$

где q_e– единичный объём упорной призмы, полученный с использованием номограмм, представленных на рис.2, $м^3/м$;

d - ширина балки по тальвегу (горизонтальный участок балки), м;

V_{C1} иV_{C2}- объёмы упорной призмы, размещаемые на склонах балки, $м^3$. Определяются по номограммам, представленных на рисунке 3, построенным для условий заполнения балки с симметричными склонами при$\beta_1 = \beta_2$и а = 10 м.

Впоследствии объёмы упорных призм уточняются в соответствии с конкретными условиями и паспортами прочности пород основания и тела призмы.

Полученные зависимости рекомендуются к использованию при технико-экономическом сравнении вариантов размещения перспективных объемов гидровскрыши.

Список литературы

1. Нестеренко Л.П., Дергилев М.А. Обобщение данных инженерно-геологических изысканий по Старооскольскому железорудному району. – Губкин: НИИКМА, 1986. - 104 с.

УДК 502:622.271

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО РЕЖИМА В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Афанасьева Галина Евгеньевна

Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» в г. Губкине Белгородской области, Россия, г. Губкин

e-mail: afanage@mail/ru

почтовый адрес: 309186 Белгородская обл., г. Губкин, ул. Победы, д. 48, кв. 22, телефон: 89056797778

подразделение организации: кафедра горного дела, должность, ученая степень: доцент, канд. техн. наук

***Аннотация**. В статье предложены принципы оценки ветрового режима в условиях техногенного рельефа горного производства, позволяющие прогнозировать состояние окружающей среды при дефляции отвалов.*

Ключевые слова: роза ветров; экспозиция склонов; отвалы; дефляция; запыленность.

Известно, что разработка полезных ископаемых открытым способом с внешним отвалообразованием приводит к образованию техногенного рельефа данной местности. Это вызывает изменение воздушных течений, господствующих над относительно ровными участками территории. Воздушный поток под влиянием такого рельефа может расширяться или сужаться, что вызывает уменьшение его скорости в первом случае и увеличение во втором.

Ветер оказывает существенное влияние на состояние загрязненности воздушного бассейна. В частности, в результате ветровой эрозии отвалов в воздух попадает большое количество пыли, которая воздушными потоками переносится на значительные расстояния.

Ветер, как фактор, характеризуется скоростью и направлением. Особое внимание следует уделять опасному направлению ветра (в сторону жилого массива), что необходимо при прогнозировании запыленности атмосферы и почвы от отвалов и установлении санитарно-защитных зон.

В соответствии с методикой [1] концентрацию пыли в воздухе на различном расстоянии от отвалов определяют по формуле:

$$C_в = (23{,}8MG) / (XUL), \text{ мг/м}^3; \qquad (1)$$

где: M – интенсивность пылевыделения с поверхности исследуемого объекта, мг/с:

G - коэффициент, учитывающий характер рассеяния пыли в атмосфере;

X - заданное расстояние, м;

L - проекция длины исследуемого объекта с подветренной стороны на плоскость, перпендикулярную направлению воздушного потока, м;

U - расчетная скорость ветра. м/с.

Величину годового наземного выпадения пыли, приводящей к разубоживанию почв, в зависимости от удаленности от отвалов находят по формуле [1]:

$$Q_n = 86400\ UHN_p(C_n / X),\ мг/м^2; \qquad (2)$$

где: U – расчетная скорость ветра, м/с;

H – высота слоя запыленного воздуха рабочей зоны, м. В расчетах принимается H = 2 м, как место постоянного пребывания человека.

H_p – число пылящих дней в году по расчетному направлению воздушного потока. Определяется в соответствии с розой ветров данного региона.

C_n – концентрация пыли в воздухе за ветровой тенью отвала, мг/м;

X – исследуемое расстояние, м.

При использовании этих формул фоновые характеристики ветрового режима необходимо корректировать с учетом конкретных условий техногенного рельефа местности. Для этого составляют карты ветрового режима данного региона на гипсометрической основе в масштабах 1:10000 – 1:50000. При этом учитывают:

- ориентацию склонов, откосов отвалов относительно преобладающего направления ветра (наветренные, подветренные, параллельные ветру);

- подразделение склонов, откосов отвалов на три части (верхнюю, среднюю, нижнюю);

- углы наклона местности, генеральные углы откосов отвалов.

Карта ветрового режима составляется на основе двух схем, вычерченных на топографической основе:

1) схемы расположения склонов, откосов по экспозициям (румбам);
2) схемы углов наклона местности, откосов отвалов.

Схему распределения склонов, откосов отвалов по экспозициям (по четырех или восьми румбовой системе) строят в соответствии с методикой Ф.Л. Серебровского [2]. В результате получают контуры участков местности соответствующих экспозиций,

выделенных различной штриховкой с указанием наименования румба.На отдельном экземпляре топографической основы составляют схему углов наклона рельефа.

Полученные схемы экспозиции склонов и углов наклона рельефа местности совмещают. На окончательном чертеже отмечают границы экспозиции склонов и границы перехода уклонов. После этого выделяют различной штриховкой участки, характеризующиеся различным ветровым режимом, для чего используют поправочные коэффициенты на рельеф, представленные в таблицах 1 – 5 [2].

Таким образом, имея карту ветрового режима исследуемой территории, где скорость ветра представлена в коэффициентах изменения по сравнению с открытым ровным местом, и используя данные ближайшей метеостанции, получают абсолютные величины скорости ветра по различным направлениям на интересующих участках местности. Полученные данные используют в прогнозных расчетах по определению запыленности воздуха и почвы вследствие дефляции отвалов. На основании расчетных показателей предусматривают соответствующие мероприятия по устранению негативного воздействия пылевого фактора на состояние окружающей среды.

Таблица 1

Пересчет скорости ветра с показателейфлюгера метеостанции на высоту 2 м

Скорость ветра, м/с							
по флюгеру	на высоте 2 м	по флюгеру	на высоте 2 м	по флюгеру	на высоте 2 м	по флюгеру	на высоте 2 м
1	0,7	5	3,3	9	6,0	13	8,7
2	1,3	6	4,0	10	6,7	14	9.3
3	2,0	7	4,7	11	7,3	15	10,0
4	2.7	8	5,3	12	8,0	16	10,7

Таблица 2

Коэффициент изменения скорости ветра по направлениям

Форма рельефа	Коэффициенты при ветрах, дующих к оси возвышенности		
	параллельно	перпендикулярно	Под углом 45°
Открытое ровное место	1,0	1,0	1,0
Вершины открытых возвышенностей:			
h>50 м, уклон>10°	1,3 – 1,4	1,4 – 1,5	1,4 – 1,5
h<50 м, уклон<10°	1,0 – 1,1	1,1 – 1,2	1,1 – 1,2
Подветренные склоны возвышенностей:			
h>50 м, уклон>10°	От 0,9 – 1,0 в верхней части до 0,6 внизу склона		
h<50 м, уклон<10°	0,6 – 0,7	0,6 – 0,7	-

Таблица 3

Коэффициенты изменения скорости ветра на высоте 2 и 10 м

Форма рельефа	Высота, м		Характеристика склонов
	2	10	
Открытое ровное место	1,0	1,0	
Вершина крутой возвышенности	1,4 – 1,6	1,3 – 1,4	Крутизна >12°
Наветренные и параллельные ветру:			
верх	1,3 – 1.5	1,2 – 1,4	Верхняя часть склона ниже вершины на 5 – 10 м. Крутизна 6 - 12°
середина	1,1 – 1,2	1,1 – 1,2	
низ	1,0	1,0	
Подветренные склоны:			
верх	1,2	1,1	Средняя часть склона ниже вершины на 10 – 20 м. Крутизна 8 – 10°
середина	0,9	0,9	
низ	0,6	0,7	

Таблица 4
Коэффициенты изменения скорости ветра на сложном рельефе

Форма рельефа	Крутизна склона, градус	Коэффициенты скорости ветра при направлении	
		северном	южном
Северный склон:			
верхняя часть	до 10 выше 10	0,9 – 0,8 1.0 – 0,9	0,7 – 0,6 0,6 – 0,5
нижняя часть	до 10 выше 10	0.7 – 0,6 0,8 – 0,7	0,5 – 0,4 0,4 – 0,3
Южный склон:			
верхняя часть	до 10 выше 10	0,7 – 0,6 0,6 – 0,5	1,0 – 0,9 1,5 – 1,4
нижняя часть	до 10 выше 10	0,5 – 0,4 0,4 – 0,3	0,9 – 0,8 1,1 – 1,0
Западный склон:			
верхняя часть	0 - 20	0.8 – 0,7	0.7 – 0,6
нижняя часть	0 - 20	0,7 – 0,6	0,6 – 0,5
Восточный склон:			
верхняя часть	0 - 20	0,7 – 0,6	0,8 – 0,7
нижняя часть	0 - 20	0,6 – 0,5	0,7 – 0,6

Таблица 5

Коэффициенты изменения скорости ветра по сравнению с открытым ровным местом на высоте 2 м

Форма рельефа	Коэффициенты при скорости ветра на ровном месте, м/с	
	3 - 5	6 - 10
Открытое ровное место	1,0	1,0
Вершины открытых возвышенностей:		
h>50 м	1,45	1,15
h<50 м	1.35	1.1
Наветренные склоны:		
верхняя часть	1,25	1,1
средняя часть	1,05	1.0
нижняя часть	1,0	0,95
Параллельные ветру склоны:		
верхняя часть	1,15	0.95
средняя часть	0.95	0,85
нижняя часть	0,85	0,75
Подветренные слоны:		
верхняя часть	0.85	0.85
средняя часть	0.85	0,85
нижняя часть	0,75	0,65

Список литературы

1. Коваленко А.И., Иванченко А.М., Афанасьева Г.Е. Методические рекомендации по определению влияния горных работ на загрязнение атмосферы и прилегающих земель при формировании схемы размещения промышленных отходов; Утв. МЧМ СССР – Губкин: НИИКМА, 1990 – 100 с.

2. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки / ЦНИИП градостроительства. – М.: Стройиздат,1986. – 59 с.

УДК 667.662.1

ИЗУЧЕНИЕ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД КМА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Гзогян Т.Н. [1], Гришкина Е.В. [2]

[1]*НИУ «БелГУ» (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»), Россия, г. Белгород*

mehanobr1@yandex.ru

[2] *ГФ НИТУ МИСиС, Россия, г. Губкин*

Аннотация. *Приведены результаты исследований природных богатых руд с детальным изучением их минерального и химического состава.*

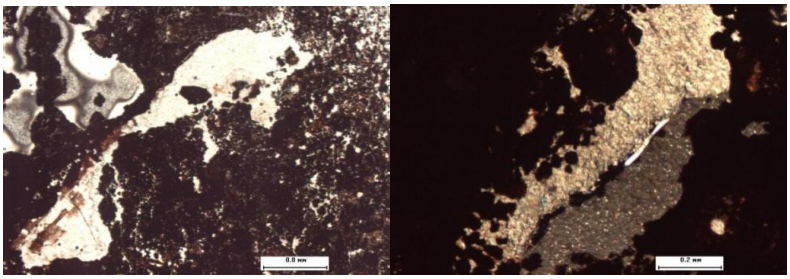
В работе установлено, что основными минералами богатых руд являются оксиды и гидрооксиды железа, сидерит в различных сочетаниях с примесью кварца и силикатов, а также сульфидов железа. Показано, что разнообразие минеральных типов богатых железных руд месторождений КМА обусловлено различным минеральным составом материнских пород и проявлением вторичных процессов (карбонатизация, хлоритизация, шамотизации). Отмечена значительная неоднородность богатых руд по составу и свойствам, в частности, на примере шамозита. Кроме того, богатые железные руды КМА имеют сложное геолого-минералогическое строение.

Ключевые слова: богатая железная руда, мартит, гематит, гидрогематит, гетит, гидрогетит, шамозит, карбонатизация, хлоритизация.

Природные богатые железные руды являются корой выветривания железистых кварцитов, они образуют лентообразные залежи, ширина которых колеблется от 200 до 600 м. Рудная залежь имеет изменчивую форму, нижняя граница богатых руд очень неровная. Руды в виде «языков» и «карманов» уходят на значительную глубину (до 200-500 м). Характер контактов руд с подстилающими кварцитами неодинаков – от резких контактов до постепенных переходов, мощность переходной зоны непостоянна и изменяется от 1-2 м до 20-25 м.

В зависимости от количественного соотношения рудообразующих минералов на месторождении выделяют следующие основные минералогические типы руд [1]:

1. *Железнослюдковые и железнослюдково-мартитовые* руды *(«синька»)* - имеют на месторождении наибольшее распространение (60,1% от общей рудной массы). Внешне эти руды обладают характерным синеватым оттенком, их хлоритизированные разности приобретают зеленые и серовато-зеленые тона. Руды пористые со слабовыраженной структурной связью или бесструктурные, уплотненные, с проявлением тонкой полосчатости, образованной чередованием мартитовых и железнослюдковых прослойков.



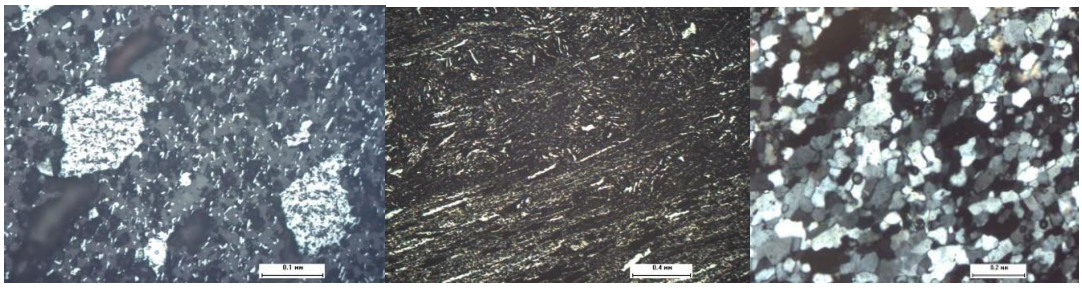
а) б)

Рисунок 1 - Мартитовая руда, структура гранобластовая, цементовидная: карбонатизация и хлоритизация: зерна мартита (темное), сидерита (светлое), хлорита (темно-серое) (а); двойниковое срастание сидерита (б)

Микроскопическим изучением устанавливается, что руды в основной массе состоят из мартита и железной слюдки, кроме которых наблюдается реликтовый магнетит, тонкодисперсные оксиды железа, хлорит, сидерит, кварц, пирит (рис. 1).

В зависимости от доминирующей роли одного из минералов (мартита или железной слюдки) среди руд этого типа выделяются два подтипа: существенно железнослюдковые и существенно мартитовые. Чаще же мартит и железная слюдка развиты совместно, образуя смешанный мартито-железно-слюдковый тип руды.

2. *Мартито - железнослюдковые* руды *(«краски»)* – являются относительно распространенными, составляя 27,4 % всех запасов.

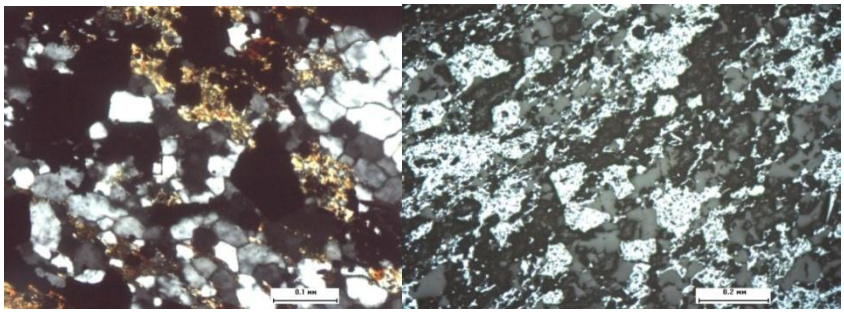


а) б) в)

Рисунок 2 - Руда мартито-железнослюдковая, структура цементовидная: изометричные зерна мартита с участками реликтов магнетита (серое) и железной слюдки (а) и мартита (б), сцементированные хлоритом и сидеритом; тонкополосчатый кварцит (в)

Они приурочены к висячему боку залежи и образуют обособленные небольшой мощности «пачки» среди железнослюдково-мартитовых руд. Эти руды обладают темно-красной, красновато-бурой, кирпично-красной и буровато-лиловой окраской. Текстура их полосчатая. Они большей частью некрепкие, слабо уплотненные, с тонкополосчатой отдельностью. Главными рудными минералами являются мартит и «гидрогематит» (лепидокрокит), из примесей наблюдается гетит, «гидрогетит», глинистое вещество, карбонаты, хлориты, кварц (рис. 2).

3. *Гидрогетито - гидрогематитовые* руды *(«краски»)* – в своем развитии связаны с мартито-гидрогематитовыми рудами, образуя среди них невыдержанные по мощности и протяженности прослои и линзы (рис. 3).



а) б)

Рисунок 3 - Руда мартито-гидрогематитовая: грубополосчатый кварцит (а) и структура порфиробластовая (б)

Руды имеют послойную и пятнистую окраску от желто-бурой до красновато-бурой. Текстура руд отчетливо полосчатая, полосчато-пятнистая и сланцеватая. Основная масса руды сложена порошкообразными гидроксидами железа, среди которых отмечается вкрапленность мартита. Гидрогематитовые руды ("краски") явились производными силикатных кварцитов и железистых филлитовидных сланцев.

4. *Карбонатизированные руды* – массивно-полосчатые и кристаллически-зернистые, очень изменчивы по внешнему виду и развиваются по «гидрогематитовым» и «мартито-железнослюдковым» рудам. В рудах установлено значительное количество карбонатов (до 60 -70%). Руды развиты преимущественно в верхней части рудной залежи, образуя зону карбонатизации изменчивой мощности от долей метра до 140 м.

Кроме приповерхностной зоны карбонатизированные руды отмечаются у самой подошвы рудной залежи, на границе с железистыми кварцитами, где имеют небольшую мощность и прерывистое распространение.

5. *Переотложенные (аллювиальные) руды* развиты непосредственно на поверхности коренных руд, выполняя пониженные участки древнего рельефа. Мощности их колеблются от нескольких сантиметров до 45 м. По текстурным особенностям они в основном конгломератовидные или брекчиевидные. Эти руды представляют собой очень плотные и крепкие образования пестрой, обычно красно-бурой и кирпично - красной окраски, отчетливо выраженного обломочного сложения.

Основные рудообразующие минералы, например, Яковлевского месторождения: мартит, гематит-железная слюдка, дисперсный гематит, лепидокрокит, сидерит, магнетит, «гидрогетит», гетит. Содержание железа зависит от минерального состава руды, наиболее высокое содержание железа (больше 65%) отмечается в железнослюдковых и мартито-железнослюдковых рудах, а в «мартит-гидрогематитовых» и гетитовых рудах содержание железа всегда ниже 50-60%.

Руды в целом относятся к категории природного сырья малой крепости. На отдельных участках шахтного поля возможно повышение общей крепости руд за счет скальных разностей.

Средний объемный вес коренных руд – 3,3 т/м^3. Объемный вес железистых кварцитов – 3,5 т/м^3, сланцев – 2,6 т/м^3. Коэффициент разрыхления руд – 1,3; коэффициент разрыхления вмещающих пород 1,5.

Изучение состава природных богатых руд Белгородского района и условий их залегания позволило выявить следующие характерные особенности, присущие образованиям генетически связанным с корой выветривания:

- богатое оруденение характеризуется преимущественно плащеобразным характером залегания; руды приурочены к головам интенсивно дислоцированных железистых кварцитов;

- постепенное уменьшение горизонтальной мощности рудных залежей, уходящих в глубину;

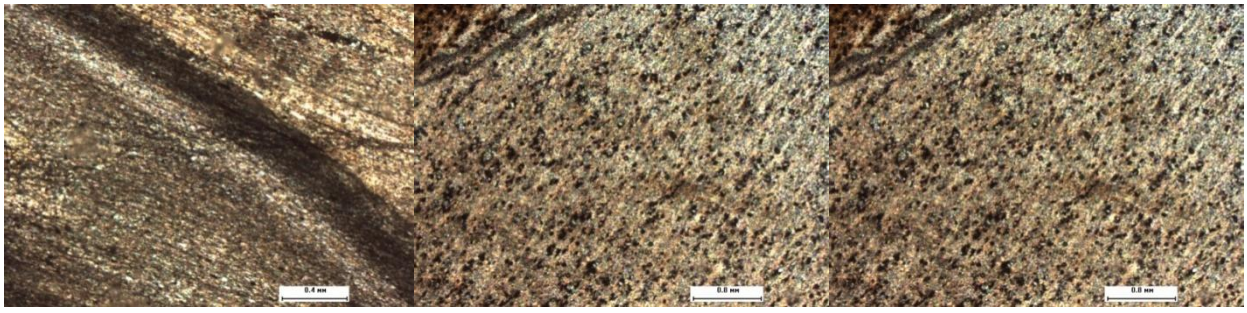
- широкое распространение в рудах мартита, дисперсного гематита и гидрооксидов железа, являющихся минералами, типичными для коры выветривания;

- ослабление, а затем и полное затухание с глубиной процессов мартитизации, сопровождавших образование богатых руд;

- высокая пористость руд, являющаяся характерным признаком продуктов коры выветривания;

- широкое площадное распространение богатого оруденения в пределах потенциально рудоносных пород, богатое оруденение в пределах района вскрывается на всех полосах железистых кварцитов;

- околорудные изменения вмещающих пород, которые имеют черты, характерные для экзогенных процессов (филлиты превращены в глинистые и серицито - каолинитовые породы, в той или иной мере окрашенные, с глубиной эти изменения менее заметны, а затем и совершенно исчезают) (рис. 4).



а) б) в)

Рисунок 4 - Филлитовый сланец, зерна параллельно ориентированы, состав: хлорит, биотит, кварц, рудный минерал: текстура полосчатая (а); структура сланцеватая (б, в)

При изучении вещественного состава и структурно-текстурных особенностей этих руд установлено, что в образовании богатого оруденения принимали участие процессы мартитизации магнетита, окисление и гидратизация силикатов железа, выщелачивание кремнезема, карбонатизация и хлоритизация. В связи с тем, что эти процессы шли сверху вниз, наиболее интенсивно они проявились в верхних горизонтах. Карбонатизация и хлоритизация руд осуществлялись одними и теми за растворами за счет изменения состава их по мере продвижения вниз, что и привело к пространственному обособлению выделений карбонатов и хлоритов. В связи с чем, в рудной залежи выделяют зоны (сверху вниз) карбонатизированных и хлоритизированных руд - зона, лишенная вторичных новообразований или с ограниченным их проявлением и богатых руд с реликтами кварцитов.

Зона *карбонатизированных* руд приурочена к приповерхностной части рудной залежи, ее характерной особенностью является широкое развитие карбонатов, представленных, главным образом, сидеритом, с которым в тех или иных количествах ассоциирует кальцит. Карбонаты здесь выполняют поры и пустоты в руде, цементируя их, за счет чего руды в зоне приобрели высокую плотность и крепость. Мощность зоны карбонатизации весьма изменчива и колеблется от нескольких метров до 140 м. Важно отметить, что изменение мощности зоны карбонатизации не обнаруживает строгой закономерности. Имеющийся фактический материал позволяет лишь констатировать, что на большинстве разрезов наблюдается тенденция к увеличению мощности карбонатизированных руд к висячему боку рудной залежи.

Зона*хлоритизированных* руд располагается ниже зоны карбонатизации, мощность которой подвержена большим колебаниям (от нескольких метров до 40-50 м). Здесь в рудах широко распространен вторичный хлорит, выполняющий промежутки и поры в руде, а также образующий налеты по трещинам и наслоению. В результате развития хлорита руды приобретают уплотненное до слабосцементированного сложение, местами хлорит ассоциируется с сидеритом, образующим местные скопления. Хлорит представлен в рудах двумя генерациями:

- первая – остаточный минерал, образован в результате гипергенных изменений силикатных минералов материнских пород (амфиболов, биотита), от которых унаследовал послойную концентрацию в виде прослоек (до 2 мм) или обволакивает зерна мартита. Находится в виде чешуйчато-пластинчатых и спутанно-волокнистых агрегатов серовато-зеленого цвета, рыхлого сложения, в прослойках более плотного, являясь слабым цементом;

- вторая – шамозит, образующий пятнистые скопления афанитовой структуры, от темно-зеленого до черного цвета. Является довольно прочным цементом руд, придавая им каменистый, скальный и полускальный облик. Нередко шамозит ассоциирует с сидеритом, образуя смешанный шамозит - сидеритовый цемент руд, иногда наблюдается метасоматическое замещение хлорита сидеритом. Редко встречаются секущие прожилки и гнезда кальцита. Местами в виде белесых точечных включений отмечается каолинит, с которым ассоциирует бемит. В то же время химическим составом выделенных мономинеральных фракций шамозита различных месторождений подтверждается его изменчивость, которая варьирует даже в пределах одного и того же месторождения (табл.).

Таблица. - Химический состав мономинеральных фракций шамозита

тип богатых руд	Массовая доля оксидов, %							
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	H_2O	п.п.п.
стойленский	29,48	19,18	9,90	25,43	2,93	0,25	12,83	
шемраевский:								
шамозит I	21,3	26,0	3,6	36,0	0,9	-		12,2
шамозит II	24,5	23,0	4,0	35,5	1,0	-		12,0
шамозит III	23,86	19,7	7,58	34,24	3,41	0,26		10,75
яковлевский	31,24	22,26	3,24	28,58	2,28	0,39	11,84	

В то же время, например, микрозондовым анализом шамозита установлено, что его химический состав варьирует в незначительных пределах ($Fe_{общ}$ = 39,2 – 42,0%; SiO_2 = 21,0 - 25,0 %; MgO = 0,8 – 3,5%; Al_2O_3 = 18,8 – 25,7%). Количество шлакообразующих оксидов в рудах зависит от присутствия и количества шамозита.

Зона *пористых, рыхлых* руд, лишенных вторичных новообразований слагает большую часть залежи, характерным является полное отсутствие вторичных новообразований - хлорита

и карбонатов или совершенно ничтожное их развитие. Руды характеризуются рыхлым, пористым сложением, лишь в отдельных интервалах появляется плотные карбонатизированные руды.

Список литературы

1. Gzogyan T.N., Gzogyan S.R., GrishkinaE.V. Rich iron ore in the Belgorod region of the Kursk magnetic anomaly as potential resource for metallization // Eurasian Mining. 2019. No 1. pp. 3 – 7. DOI: 10.17580/em. 2019.01.01.

УДК 622.341 : 622.7

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ КМА

Гзогян С.Р.[1], Щербаков А.В.[2]

[1]*НИУ «БелГУ» (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»), Россия, г. Белгород*

gzogyan@bsu.edu.ru

[2] *АО «Стойленский ГОК», Россия, г. Ст. Оскол*

Аннотация. В работе приведены результаты лабораторных и полупромышленных испытаний по применению магнитно-гравитационной сепарации для получения продукции, пригодной для бездоменной металлургии. Рекомендована инновационная технологическая схема на основе МГ-сепарации с получением концентрата с содержанием $Fe_{общ}$ не менее 68,5%.

Ключевые слова: железистые кварциты, магнетитовый концентрат, ферромагнитная суспензия, магнитно-гравитационная сепарация.

На мировом рынке в последние годы возрастает спрос на высококачественное сырье, пригодное для бездоменной металлургии. Это требует новых подходов для повышения металлургической ценности сырья, которая определяется содержанием вредных примесей и шлакообразующих оксидов. Для получения такой продукции из тонковкрапленных железистых кварцитов КМА на обогатительных фабриках применяется, в основном, мокрая магнитная сепарация, которая имеет технологические недостатки, снижающие металлургическую ценность получаемых концентратов [1,2]. Решение проблемы повышения металлургической ценности получаемых концентратов при одновременном снижении себестоимости - это внедрение новых инновационных технологий и техники. Многолетними исследованиями Горного института КНЦ РАН показано, что применение магнитно-гравитационной сепарации (МГС), зарекомендовавшей себя как инновационный высокоселективный метод разделения раскрытых зерен сильномагнитных минералов от бедных сростков и нерудных, позволяет увеличить металлургическую ценность готовой продукции.

Например, применение МГС на АО «Лебединский ГОК» при дообогащении рядового концентрата (68,4% Fe) позволилополучить высококачественный магнетитовый концентрат (70,3 %Fe и 2,1% SiO_2 при извлечении Fe от операции 97,2%) [3].

Сущность способа МГС заключается в том, что при воздействии на объем ферромагнитной суспензии из сильномагнитных зерен магнитным полем низкой напряженности (до 8 кА/м) и центробежно-восходящим водным потоком (до $2*10^{-2}$ м/с) суспензия образует концентрированный подвижный слой с четко выраженной границей благодаря эффекту агрегирования сильномагнитных зерен. При достижении в слое критической концентрации ферромагнитных зерен последние под действием силы тяжести осаждаются в виде высококонцентрированной суспензии. Немагнитные же частицы концентрируются над ферромагнитным слоем и восходящими водными потоками выносятся в слив. Особенностью способа является то, что разделение осуществляется в постоянно обновляющемся слое, образующемся из ферромагнитных зерен исходной суспензии. Концентрированная магнитным полем ферромагнитная суспензия обладает способностью разделения минералов не только по магнитным свойствам, но и по их крупности и плотности. Высокая эффективность разделения МГС, подтвержденная в промышленных условиях фабрик (АО «Карельский окатыш», АО «Олкон»), обеспечивается комплексностью воздействия физических сил на зерна разделяемого материала с одной стороны, и высокой чувствительностью процесса к изменению соотношения магнитной и гидродинамической сил с другой [2,4]. Использование данного принципа разделения для выделения бедных сростков в отдельный продукт (слив) обеспечивает возможность получения готового концентрата из продуктов любой стадии технологического процесса, в отличие от серийно выпускаемых магнитных сепараторов. Наличие восходящего водного потока в сочетании с однородным магнитным полем, вектор напряженности которого параллелен потоку, позволяет рассматривать агрегированную ферросуспензию как "объемное сито" с управляемой гидродинамикой потоков, регулируемой интенсивностью магнитного взаимодействия между структурообразующими зернами. Соответствующим подбором управляющих параметров может быть достигнута значительная селективность процесса, обеспечивающая разделение минеральных зерен с близкими физическими свойствами.

Для реализации метода магнитно-гравитационного разделения разработан ряд конструкций аппаратов, имеющих различное применение и назначение. В настоящее время на обогатительных фабриках АО «Карельский окатыш» и АО «Олкон» проведены промышленные испытания МГС – технологии.

Цель данной работы: установление возможности использования МГС в технологической схеме обогащения АО «Стойленский ГОК» для получения высококачественного концентрата с определением параметров работы МГС.

Объектом исследований являются два вида концентрата АО «Стойленский ГОК»: рядовой (66,4% Fe) и концентрат для производства окатышей (66,3% Fe). Сравнительные показатели МГС по результатам выполненных исследований представлены в таблице.

Таблица1 - Технологические показатели МГС разделения.

продукт		Массовая доля, %			
наименование	выход, %	оксидов			класса минус 0,045 мм
		Fe общ	Fe магн	SiO_2	
рядовой магнетитовый концентрат					
питание	100,0	66,4	65,3	6,8	68,0
пески	95,55	68,5	67,8	4,5	67,5
слив	4,45	22,4	12,3	57,3	34,0
концентрат для производства окатышей					
питание	100,0	66,3	64,5	6,5	72,5
пески	95,08	68,4	67,0	5,6	73,6
слив	4,92	25,2	16,0	23,6	39,0

На основании результатов лабораторных и полупромышленных испытаний инновационной технологии обогащения в условиях АО «Стойленский ГОК» рекомендована технологическая схема с использованием МГС, представленная на рисунке, с получением концентрата с содержанием $Fe_{общ}$ не менее 68,5% и направление слива МГС во второй прием классификации.

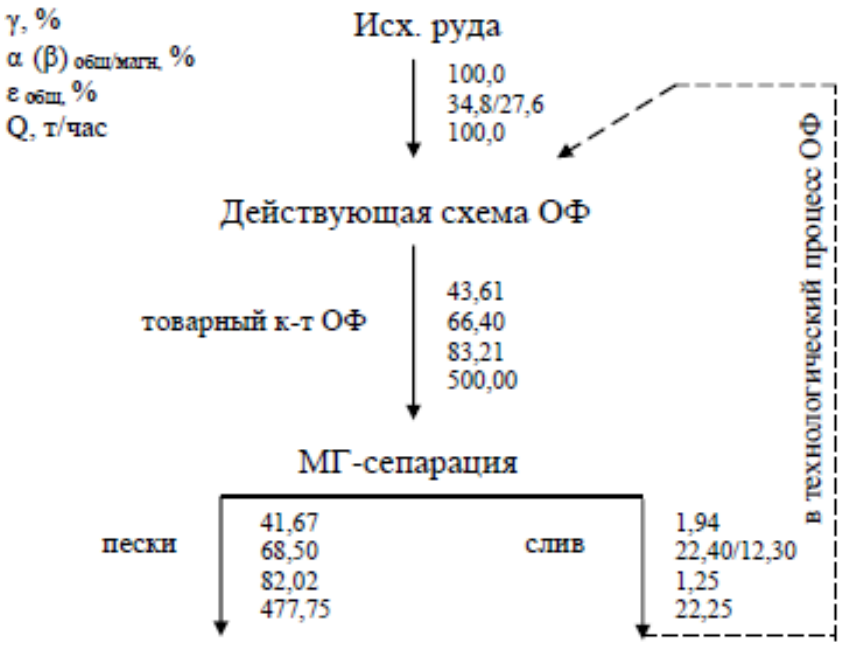


Рисунок 1 - Рекомендуемая технологическая схема.

Список литературы

1. *Гзогян Т.Н.* Теоретические и экспериментальные исследования получения высококачественных концентратов // Горный информационно-аналитический бюллетень, № 4, 2010, с. 389 – 393.

2. *Опалев А.С., ЩербаковА.В.* Разработка и внедрение энергосберегающей технологии обогащения железистых кварцитов на АО «Олкон» // Труды Кольского научного центра РАН, № 3 (29), 2015, с. 176-184.

3. *Усачев П.А.* Получение высококачественных железных концентратов на обогатительной фабрике ОАО «Лебединский ГОК» //Горный журнал, № 3, 2000, с. 41 - 44.

4. *Опалев А.С., Хохуля М.С., Фомин А.В и др.* Создание инновационных технологий производства высококачественного железорудного концентрата на предприятиях Северо – Запада России // Горный журнал, № 6, 2019, с.56 – 61.

УДК 622. 235

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ОТБОЙКЕ СКАЛЬНЫХ ПОРОД НА КАРЬЕРАХ С УЧЁТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЁМКОСТИ ВЗРЫВНОГО РАЗРУШЕНИЯ МАССИВА ПОВЫСОТЕУСТУПА

Королев Н.Д.[1], Ермолаев Д.В.[1], Кубликов С.Н.[2]

[1] Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
в г. Губкине Белгородской области, Россия, г. Губкин
[2] АО «Комбинат КМАруда», Россия, г. Губкин
e-mail: nikolai.korolef@yandex.ru

Аннотация. С энергетических позиций рассмотрен процесс отбойки крепких пород при многорядном короткозамедленном взрывании скважин. Энергоёмкость взрывного разрушения существенно уменьшается от подошвы уступа к его поверхности, предложена методика расчёта параметров буровзрывных работ, учитывающая разницу энергоёмкости. Разработана схема обуривания блоков с дифференцированным распределением энергии ВВ в массиве на базе котлового расширения скважин ступенчатой формы, доказана её эффективность.

Ключевые слова: уступ; скважина; отбойка;энергоёмкость разрушения; заряд ВВ;теплота взрыва; «котёл»; дифференцированное распределение ВВ; расширитель.

Взрывная отбойка скальных пород на карьерах должна решать три основные задачи: обеспечить необходимую степень дробления; получить компактный развал взорванного массива; проработать подошву уступа на заданном уровне. Выполнение этих задач позволяет чётко организовать работу выемочного и транспортного оборудования, производительность которого зависит от качества подготовки скальных пород к выемке, геометрии развала и наличия порогов по подошве уступа, определяя в целом технико-экономические показатели работы карьера.

Результаты взрыва зависят от многих факторов, часть которых определяется горно-геологическими условиями взрываемого блока и является исходными для проектирования. Параметры заложения зарядов, как правило, регламентируются типовым паспортом БВР, где рассчитываются для каждой разновидности пород. Расчёт скважинных зарядов производят практически по объёмной формуле, которая увязывает сетку расположения скважин диаметром (d_c) и конструкцию заряда с удельным расходом (q) данного ВВ. Линия

наименьшего сопротивления (ЛНС), преодолеваемая зарядом на уровне подошвы уступа высотой ($H_у$) при квадратной сетке (W) скважин [1] –

$$W = [P \cdot \ell_{зр} / (q \cdot H_у)]^{1/2}, м \qquad (1)$$

где P – вместимость скважины по ВВ (линейный заряд), кг/м; $\ell_{зр}$ – длина заряда, м.

В формуле (1) значение удельного расхода ВВ принимается средним для условий взрываемого блока при постоянной величине (P) заряда и его удельной потенциальной энергии на длине ($\ell_{зр}$) скважины, предполагается одинаковое действие взрыва заряда по всей высоте уступа. Однако на уровне подошвы уступа заряд должен не только раздробить массив, но и преодолеть сопротивление срезу и трение породы [1], которые растут с увеличением плотности ($\rho_п$) породы и ($H_у$). С этой целью повышают энергонасыщение подошвенного слоя за счёт заряда ВВ в перебуре ($\ell_{пр}$) скважины ниже подошвы уступа. На увеличение преодолеваемого сопротивления (W) подошвенного слоя оказывает влияние заряд в перебуре, ограниченный длиной $\ell_{пр} \leq 0{,}3$ W, а также часть скважинного заряда выше подошвы длиной не более W [2, 3]. Средняя и верхняя части уступа дробятся напряжением растяжения, здесь удельные затраты энергии разрушения в сравнении с подошвой ниже примерно в 2 раза.

Для получения заданной кусковатости отбиваемого массива потенциальная энергияэлементарного заряда ВВ по глубине скважины должна соответствовать энергии, которая необходима для разрушения прилегающего слоя пород, величина этой энергии меняется по высоте уступа. Изучение энергоёмкости ($E_{вз}$) взрывного разрушения массива пород основано на её чёткой корреляции с удельной энергоёмкостью ($E_б$) шарошечного бурения [4] –

$$E_{вз} = E_б \cdot v \cdot \alpha + 0{,}25\rho_п \quad МДж/м^3, \qquad (2)$$

где $E_б$ - удельная энергоёмкость шарошечного бурения, кВт ·ч /м; $\rho_п = 3{,}4$ т / $м^3$ – плотность пород; v, α – коэффициенты, корректирующие значение $E_{вз}$ при отличии среднего размера ($d_{к.с}$) куска взорванной горной массы и блочности массива от условий, ограничивающих область применения формулы (2): $d_{к.с} = 0{,}3 \pm 0{,}1$ м; размер отдельностей в массиве $d_{о.м} \leq 1{,}0$ м.

Исследованиями института НИИКМА, выполненными по специальной методике [5] на карьерах Михайловского и Лебединского ГОКов, по установленной удельной энергоёмкости шарошечного бурения ($E_б$) определена энергоёмкости взрывного разрушения ($E_{вз}$) основных пород карьеров, на различной глубине ($h_с$) от поверхности уступа и на различном расстоянии от бровки уступа. В крепких железистых кварцитах значение $E_б$ и

($E_{вз}$) существенно растёт от разбитого открытыми трещинами поверхностного слоя уступа к его подошве. Подобная закономерность изменения энергоёмкости в разрезе уступа зафиксирована на карьере «Железный» Ковдорского ГОКа, отмечено изменение этого показателя и в плане взрываемого блока [6]. Графики зависимости энергоёмкости взрывного разрушения пород от глубины скважины $E_{вз} = f(h_c)$ представляют параболы. Уравнения этой связи для массивов неокисленных магнетитовых и куммингтонито-магнетитовых кварцитов, с коэффициентом крепости f = 17 – 18 и трещиноватостью III-IV категории, имеют вид:

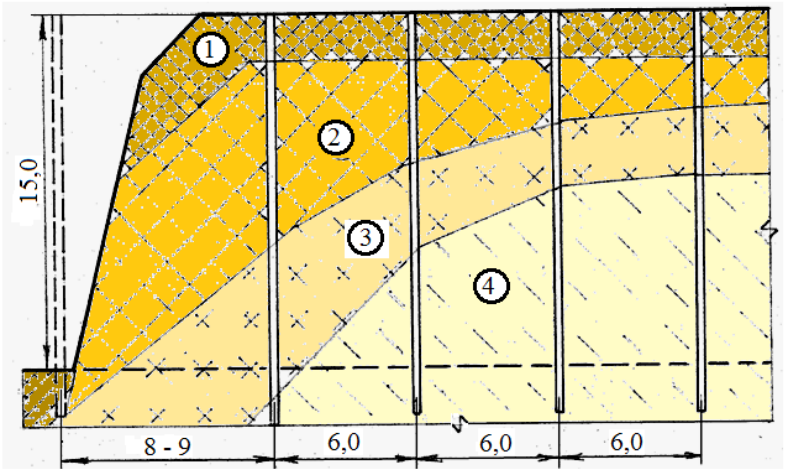
$$E_{вз} = h_c / (1{,}26 + 0{,}024\, h_c) \ \text{МДж/м}^3; \qquad (3)$$

$$E_{вз} = 1{,}7h_c - 0{,}058h_c^2 - 2{,}33 \ \text{МДж/м}^3. \qquad (4)$$

Достоверность аппроксимации зависимостей: R^2 = 0,93 – (3), R^2 = 0,96 – (4). Область применения формул ограничена глубиной h_c = (6,0÷15,5) м от поверхности уступа. Формула (3) характеризует горный массив в зоне 1-го ряда скважин очередного блока на расстоянии Z = 8–9 м от ранее взорванных скважин контурного ряда смежного блока, формула (4) – массив в зоне 3-го ряда скважин на расстоянии Z = 20–21м от ранее взорванных скважин.

Из формул (3, 4) следует, что величина $E_{вз}$ растёт с увеличением h_c от верхней частидо подошвенного слоя: в 1,9 раза – по 1-му ряду скважин; в 1,6 раза – по 3-му ряду. Растёт и в плане блока с удалением от 1-го ряда скважин до 3-го: в 1,4 раза – по верхней части уступа; в 1,15 раз – подошвенный слой.

Значительный рост энергоёмкости с увеличением (h_c)объясняется не только, и не столько, ухудшением качества очистки забоя от шлама с глубиной скважин,



сколькоВоздействием на обуриваемый массив предыдущих массовых взрывов (рис. 1).

Рисунок 1 – Состояние массива уступа после взрыва смежного блока: 1 – раздробленная зона; 2 – зона нарушенная макротрещинами; 3 – зона микротрещин; 4 – зона естественного состояния

Нарушение скального массива трещинами в тыл блока за линией контурного ряда взорванных скважин диаметром d_c достигает (10÷20) d_c по радиусу на уровне подошвы и (5÷8) d_c в глубину от торца этих скважин [7, 8], соответственно меняются и значения $E_б$ и $E_{вз}$ в указанных зонах, как в плане так и в разрезе блоков. Кроме того, разрушение горных пород является не разовым актом, а постепенным процессом зарождения и развития в массиве дислокаций, пор и трещин, которые накапливаются при многократным неразрушающем взрывном нагружении пород, уменьшая их прочность [9]. Выявленные закономерности изменения удельной энергоёмкости взрывного разрушения массива, требуют дифференцированного распределения заряда (энергии взрыва) во взрываемом блоке, а не равномерного [10,11].

Сетка скважин по формуле (1) рассчитывается для преодоления (W) сопротивления массива подошвенного слоя, энергоёмкость взрывного разрушения которого максимальна и убывает по высоте уступа к его верхней площадке. Поэтому, отбойка уступов сплошными цилиндрическими зарядами однотипного ВВ неизменного диаметра (d_c) объективно приводит к созданию излишков энергии ВВ в средней и особенно верхней части уступа (рис.2).

Лишняя энергия ВВ (п. 5) непроизводительно расходуется на увеличение ширины развалавзорванного уступа и ударную воздушную волну (УВВ) взрыва.

Дифференцированное распределение энергии сплошного заряда ВВ по высоте уступа возможно путём изменения: диаметра d_c скважин, плотности $\rho_{вв}$ заряда, характеристик ВВ.

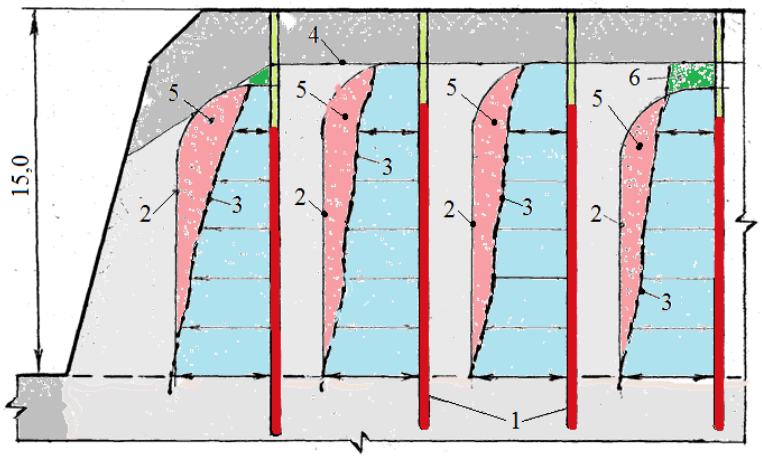


Рисунок 2 – Распределение энергии взрыва ВВ и энергоёмкости разрушения пород по высоте уступа при отбойке блока сплошными цилиндрическими зарядами: 1 – заряд ВВ; 2 – относительная величина удельной энергии взрыва заряда ВВ; 3 – относительная величина энергоёмкости разрушения пород; 4 – граница раздробленной зоны; 5 – избыток энергии взрыва; 6 – недостаток энергии взрыва заряда ВВ

На Лебединском ГОКе использовалась технология взрывоподготовки горной массы, основанной на увеличении энергии скважинных зарядов за счёт расширения термическим способом нижних частей скважин до $d_к$ = 350÷500 мм «котёл» [12]. Расширение скважин производилось серийными огневыми станками СБШ-250МНР завода «Рудгормаш». Энергия сплошного заряда ВВ распределялась по высоте уступа путём изменения диаметра скважин, при этом удельная энергия взрыва ($E_{вв}$) элементарного заряда ВВ скважины на данной высоте уступа являлась функцией $E_{вв} = f(d_c)$. Задача оптимизации параметров БВР при отбойке уступов заключалась в определении диаметра скважин (d_c) и создания условий равенства удельной энергии взрыва элементарного заряда ($E_{вв}$) удельной энергоёмкости взрывного разрушения ($E_{вз}$) прилегающего массива пород по высоте уступа: $E_{вв} = E_{вз}$.

Величину $E_{вв}$ найдём разделив энергию заряда скважины высотой h_c = 1 м (элементарный) на отбиваемый этой скважиной объём (V) массива, который определяется величиной ЛНС скважины. Приняв $A_{эт}$ = 4,299 МДж / кг – теплоту взрыва (удельную энергию) эталонного ВВ граммонита 79/21, $E_{вв} = E_{вз}$, а также сетку расположения скважин – квадрат с размерами сторон (W) *равными* **ЛНС** *заряда* и высотой элементарного заряда 1 м ($V = W \cdot W \cdot 1 = W^2$), получим расчётную формулу –

$$W = 1{,}84 \cdot d_c \left[\Delta / (k_{вв} \cdot E_{вз})\right]^{1/2} \qquad (5)$$

где d_c – диаметр скважины (котла), м; Δ – плотность заряда ВВ, кг/м^3; –; $k_{вв}$ – коэффициент, учитывающий теплоту взрыва конкретного ВВ (справочные данные).

На базе зависимости (5) разработана методика расчёта параметров БВР на карьерах при отбойке крепких скальных пород скважинными зарядами. Согласно «закону подобия», проверенного многолетним опытом, линейное сопротивление массива (W), преодолеваемое взрывом, как и ослабление прилегающего тыльного массива, прямо пропорциональны диаметру d_c скважинного заряда. При многорядном короткозамедленном взрывании каждая скважина, кроме 1-ой, взрывается с замедлением на обнажение, образованное опережающими взрывами предыдущих скважин и разрушает массив, ослабленный этими взрывами.

Возможный радиус (R_o)ослабления прилегающего массива микро и макротрещинами, возникающими при взрыве опережающей скважины, рассчитанный на основании исследований процесса развития трещин в твёрдом теле [13], а также при динамическом нагружении скальных пород [14, 15], за период минимального 20 мс «короткого» замедления превышает расстояние до очередной скважины ($W_2 \leq 10$ м) более чем в 2,4 раза. Следовательно, при обычных интервалах замедлений состояние скального массива,

взрываемого скважинами всех рядов блока, можно приравнивать к состоянию массива в зоне 1-го ряда скважин, энергоёмкость $E_{вз}$ взрывного разрушения которого для вполне определённой породы рассчитывается по формуле (3). Общая формула для расчёта $E_{вз}$ в различных геолого-структурных типах пород примет вид –

$$E_{вз} = h_c \cdot k_{г.п} / (1{,}26 + 0{,}024\, h_c) \ \text{МДж/м}^3, \qquad (6)$$

где $k_{г.п}$ – коэффициент, отражающий влияние крепости и трещиноватости массива.

Величина $k_{г.п}$ для различных типов руд и пород Лебединского ГОКа определена экспериментально, путём анализа результатов массовых взрывов и меняется от $k_{г.п} = 0{,}7$ – кристаллические сланцыкрепостью $f = 9 \div 11$, до $k_{г.п} = 1{,}0$ – магнетитовые, куммингтонито-магнетитовые кварциты крепостью $f = 17 \div 19$.

Кроме того, формула (5) ориентирована на расчёт ЛНС «котловых» зарядов у которых величина перебура $\ell_{пр} = (0{,}07 \div 0{,}23)W$ или $\ell_{пр} = (1{,}2 \div 5{,}4)\, d_c$, при рекомендуем значении $\ell_{пр} = (10 \div 15)\, d_c$ для обычных цилиндрических скважин [16]. С учётом коэффициента ($в_{пр}$), учитывающего влияние глубины перебура скважин формула (5) примет вид –

$$W = 1{,}84 \cdot d_c \cdot в_{пр} \left[\Delta / (k_{вв} \cdot E_{вз})\right]^{½}. \qquad (7)$$

Рекомендуется принимать: $в_{пр} = 1{,}0$ – при $\ell_{пр} < 7d_c$; $в_{пр} = 1{,}12$ – при $\ell_{пр} = (7 \div 10)\, d_c$; $в_{пр} = 1{,}15$ – при $\ell_{пр} > 10\, d_c$.

Согласно зависимостям (5 и 6) котловое расширение должно принять форму усечённого конуса плавно сужающегося вверх от подошвы уступа. Однако известно, что если размеры котлового заряда на уровне подошвы по форме близки к сосредоточенному, то ЛНС, преодолеваемая этим зарядом (W_c) превысит ЛНС, преодолеваемую (W) цилиндрическим зарядом: $W_c = 1{,}23W$ [18]. Котловой заряд диаметром $d_к$ можно рассматривать как сосредоточенный в том случае, если его длина ($\ell_{к.з}$) составляет: $\ell_{к.з} \leq 5\, d_к$ [18] или $\ell_{к.з} \leq 0{,}33W$ [19].

Следовательно, котловое расширение скважины в разрезе должно иметь ступенчатую форму с короткой нижней часть максимального диаметра. Созданная методическая основа позволила разработать новую «комбинированную» схему порядного относительно бровки уступа расположения «котловых» и не расширенных скважин в блоке (рисунок 3). С целью выполнения условия $E_{вв} = E_{вз}$ по высоте уступа заряды *первого*и последующих *нечетных рядов* скважин размещают в расширенных «котловых» скважинах, а каждый заряд *чётного ряда* размещают в не расширенных скважинах и взрывают их после ослабления массива опережающим взрывом «котловых» зарядов нечётного ряда.

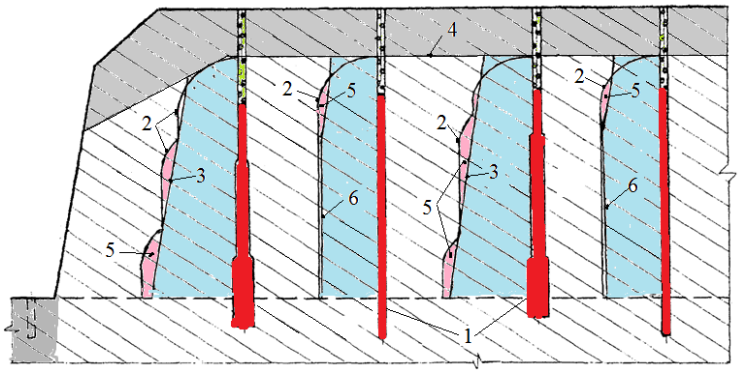


Рисунок 3 – Расположение скважин при комбинированной схеме отбойки: 1 – заряд ВВ; 2 – удельная энергия заряда ВВ; 3 –энергоёмкость взрывного разрушения массива, ослабленного опережающим взрывом зарядов постоянного диаметра; 4 – граница верхней раздробленной зоны; 5 – избыток энергии взрыва заряда ВВ; 6 – энергоёмкость взрывного разрушения массива, ослабленного опережающим взрывом «котла».

Графики 2, 3, 6 на рис. 3 построены по формулам (6) и (7) в произвольном, но едином энергетическом масштабе и наглядно отражают обоснованные соотношения удельной энергии заряда ВВ и необходимой удельной энергии взрывного разрушения массива на данном уровне. Графики показывают, что величина энергии заряда скважин каждого ряда примерно соответствует величине энергии, необходимой для взрывного разрушения отбиваемого ими массива, что обеспечивает повышение КПД взрыва и расширение сетки скважин.

Для оценки эффективности «комбинированной» схемы на карьере Лебединского ГОКа было отработано 15 опытных участков, в виде части или полного блока, отбито 999,6тыс.м^3 скальной массы в различных горно-геологических условиях.

Проектной группой взрывного цеха (ВЦ) карьера, для более полной оценки предложенной схемы, на каждый блок составлялись два проекта на обуривание: по типовому проекту ВЦ; по схеме опытного варианта. Результаты сравнения фактических и проектных показателей взрывной отбойки опытных участков подтвердили преимущества «комбинированной» схемы в сравнении со схемами типового проекта: удельный расход ВВ снизился в среднем на 16,2 %; выход горной массы с 1м пог. скважин повысился в среднем на 10,0 %. Замечаний к качеству взрывов опытных блоков и участков, включая кусковатость, выход негабарита и ширину развала, не было. Наиболее чётко «комбинированная» схемы (рис. 3) была выполнена на экспериментальном участке блока №

186 гор. +60 /+45 м (в), где средняя производительность погрузке руды экскаватором ЭКГ-10 в думпкары 2ВС-105 составила 14,0 тыс. т в смену, в части этого блока с типовой схемой – 8,6 тыс. т в смену.

Удельные затраты на БВР по ценам и ставкам в период опытных взрывов подтвердили экономичность предложенной схемы. Сумма затрат на ВВ, бурение и терморасширение скважин составила: 13,6 руб./м^3 – опытный вариант; 14,9 руб./м^3 – фактически по карьеру; 16,0 руб./м^3 – вариант с цилиндрическими (шарошечными) скважинами. Опытный вариант на 15,3 % дешевле наиболее распространённой схемы с цилиндрическими скважинами.

Возможны и другие схемы с отбойкой котловыми зарядами, ряд эффективных вариантов опубликованы в трудах профессора МГГУ доктора техн. наук С.А. Гончарова [21]. Однако, объём термического расширения и применения котловых зарядов на карьерах РФ сокращается. Основная причина сокращения объёмов заключается в недоработках огневого станка СБШ-250 МНР: недостаточная эффективность систем пылеподавления и нейтрализации газообразных продуктов горения; отсутствие на станке приборов контроля глубины и скорости подъёма горелки. Не известны пока и надёжные расширители иного типа.

Заключение

1. Разработана методическая основа расчёта параметров скважинной отбойки скальных пород в карьерах с учётом изменения энергоёмкости взрывного разрушения массива по высоте уступа.
2. Доказана эффективность «комбинированной» схемы отбойки железистых кварцитов различных типов, схема позволяет оптимизировать распределение заряда ВВ в массиве и уменьшить долю энергии взрыва, расходуемую на непродуктивные формы проявления.
3. Широкое применение котловых зарядов при взрывоподготовке на железорудных карьерах, позволит существенно снизить расход ресурсов по РФ ввиду огромных объёмов добычи руд. Очевидна необходимость разработки эффективных расширителей скважин и надёжных станков для создания «котлов» с регулируемым диаметром и высотой.

Список литературы

1. Демидюк Г.П. Управление действием взрыва и расчёт скважинных зарядов / Г.П. Демидюк // Сб. Взрывное дело № 51 / 8. – М.: Госгортехиздат, 1963. – С.63-76.

2. Фадеев А.Б. Действие взрыва удлинённых зарядов по подошве уступа / А.Б. Фадеев // Сб. Взрывное дело № 54 / 11. – М.: Недра, 1964. – С.125-136.

3. Лангефорс У. Современная техника взрывной отбойки горных пород / У. Лангефорс, К. Кильстрем. – М.: Недра, 1968. – 284 с.

4. Тангаев И.А. Энергоёмкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых / И. А.Тангаев. – М.: Недра, 1986. – 232с.

5. А.с. СССР № 1514018. Способ определения удельной энергоёмкости взрывного разрушения пород / Н.С. Хвостов, Е.Б. Шевкун, М.З. Валитов и др. Заявл. 02.11.1987 №4371712/23-03. Не опубл. Кл. F42 D 3/04.

6. Об удельной энергоёмкости разрушения горных пород при бурении взрывных скважин / Р.И.Сухов, Д.С. Шахматов, И.В. Паньков и др. // Горный журнал, 1991. – №3. – С. 26-28.

7. Шуйфер М.И. Расчёт размеров зоны трещинообразования при взрыве скважинных зарядов в скальном массиве / М.И. Шуйфер, А.Е. Азаркович // Сб. Взрывное дело № 82 / 39. – М.: Недра, 1980. – С.191-209.

8. Ханукаев А.Н. Физические процессы при отбойке горных пород взрывом / А.Н. Ханукаев. – М.: Недра, 1974. – 224 с.

9. Мец Ю.С. Интенсификация взрывного дробления и разупрочнения железистых кварцитов / Ю.С. Мец // Сб. Взрывное дело № 86 / 43. – М.: Недра, 1984. –С.81-89.

10. Рождественский В.Н. Основные направления качественной подготовки горной массы взрывом на современных глубоких карьерах /В.Н. Рождественский // Известия вузов. Горный журнал, 2005. – №1. – С. 66-72.

11. Шапурин А.В. Комплексный алгоритм оптимизации параметров буровзрывных работ / А.В. Шапурин, Я.В. Васильчук // Известия вузов. Горный журнал, 2014. – №3. – С. 55-61.

12. Калашников А.Т. Технология добычи и переработки железных руд на карьерах / А.Т. Калашников. – М.: Недра, 1993. – 219 с.

13. Шардин Х. Исследование скорости разрушения / Х. Шардин // Сб. Атомный механизм разрушения. – М.: Металлургиздат, 1963. –С. 297-330.

14. Падуков В.А. Некоторые закономерности процесса трещинообразования горных пород / В.А. Падуков, В.А. Антоненко // Сб. Взрывное дело № 70/27. – М.: Недра, 1971. – С.103-107.

15. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах / В.Н. Мосинец. – М.: Недра, 1976. – 271 с.

16. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности: Учебник для вузов/ Б.Н. Кутузов. – М.: Издательство МГГУ, 2008. –512с.

18.Демидюк Г.П. Применение энергетического принципа к расчёту скважинных зарядов на карьерах / Г.П. Демидюк // Сб. Взрывное дело № 62/19. – М.: Недра, 1967. – С.36-51.

19. Азаркович А.Е. О радиусе разрушения удлинённого заряда ВВ /А.Е.Азаркович // Сб. Взрывное дело № 57/14. – М.: Недра, 1965. –С.105-112.

20. Гончаров С.А. Стратегия ресурсосбережения при разрушении горных пород / С.А. Гончаров, О.Ф. Клюка, Н.Г. Чурилов // Горный журнал, 2003. – № 4-5. – С. 26-30.

УДК 622.28

ФОРМУЛИРОВКА ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ ВОЗВЕДЕНИЯ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ ДЛЯ ГЕОХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В.В. Аксенов[1], д.т.н., А.А. Казанцев[2], к.т.н, С.Е. Яровой[2], студ. гр. ГД-ОГР-17-д

[1]ООО «Сибирское НПО», 650993, Кемеровская обл., г. Кемерово пр-т Советский, 56, оф. 431

[2]Губкинский филиал НИТУ «МИСиС», 309186, Белгородская обл., ул. Комсомольская, 16

тел. (47241) 5-51-83, E-mail:ak_uti@rambler.ru

Аннотация. Изложены основные требования к системе возведения обделки как к системной составляющей тоннелепроходческого механизированного комплекса (ТПМК) на базе геохода модели 401. Статья будет полезна для учета при проектировании системы возведения обделки, входящей в ТПМК на базе геохода.

Ключевые слова: геоход, системы геохода, требования к системе, приконтурный массив, тоннелепроходческий механизированный комплекс (ТПМК), грунтопригруз, гидропригруз, тоннельная обделка, сегмент, блок обделки, блокоукладчик, юбка щита, система нагнетания.

Введение

Опытный образец геохода модели 401, диаметром 3,2 м был создан в рамках Договора № 02.G25.31.0076 от 23.05.2013 г. и технического задания к нему на условиях открытого конкурса Министерства образования и науки РФ по реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 218 от 09.04.2010 г. [1, 2].

Данная статья поясняет подход к компоновке основных систем современных тоннелепроходческих механизированных комплексов, приводится замысел технологии возведения тоннельной обделки с проецированием на геоход модели 401.

Общее описание опытного образца геохода рассмотрено в работе [6]. Обоснование параметров основных и некоторых вспомогательных систем геохода приведено в работах [3-7].

Замысел технологии возведения тоннельной обделки

В общем виде технология возведения тоннельной обделки сводится к изоляции внутреннего пространства тоннеля от приконтурного массива, при обеспечении достаточной прочности и герметичности обделки, необходимого внутреннего пространства тоннеля, сведению к допустимым параметрам стоимости, логистики, материалоемкости,

геометрических и весовых характеристик, а также применения дополнительных мер по предотвращению просадок дневной поверхности.

При использовании ТПМК постоянная крепь (обделка) устанавливается блокоукладчиком под защитой юбки проходческого щита. Юбка представляет собой корпусную деталь, выполненную в виде полого цилиндра. Готовые сегменты (блоки) обделки, устанавливаемые в юбке щита, служат для поддержания приконтурного массива горных пород, а также опорой при создании напорных усилий гидроцилиндрами щита (в современных ТПМК). Однако, между приконтурным массивом и обделкой, после ее непосредственного монтажа, присутствует зазор, который во избежание просадок земной поверхности следует заполнить. Структурная связь между обделкой и приконтурным массивом горных пород формируется постоянным, насколько это возможно, нагнетанием бентонитового раствора за обделку по всей трассе тоннеля. Блокоукладчик, юбка и система нагнетания – три структурных элемента, участвующие в процессе возведения обделки.

Требования к системе возведения обделки в составе ТПМК на базе геохода

Исходя из современного состояния техники и технологии строительства тоннелей, а также принимая во внимание особенности геохода, как проходческого щита сформулируем следующие требования к системе возведения обделки (крепи) в составе ТПМК на базе геохода по трем структурным элементам:

Юбка		
Назначение	Особенности	Требования
– Обеспечение защиты внутреннего пространства тоннеля от воздействия грунтовых вод и приконтурного массива горных пород. – Обеспечение функции «проводника» бентонитового раствора, нагнетаемого за обделку.	– Возможно постоянное вращение оболочки (например, в случае сопряжения с функцией внешнего движителя).	– Полная герметичность внутреннего пространства от грунтовых вод и движений грунта в пределах приконтурного массива выработки. – Полное перекрытие контура выработки. – Достаточное свободное пространство для вращения блоков обделки, монтажа блокоукладчика и прохода персонала, рабочая зона монтажа блоков не должна иметь выступающих внутрь узлов и деталей. – Достаточная механическая прочность на одноосное сжатие и истирание (в зависимости от плотностных и механических свойств массива горных пород и планируемого ресурса работы) от действия сил горного давления и сил трения при движении оболочки, (в т.ч. при постоянном вращении оболочки).
Блокоукладчик		
Назначение	Особенности	Требования

– Обеспечение ритмичных операций по захвату, перемещению, позиционированию и монтажу сегментной обделки тоннеля.	– Связь прочностных, конструктивных и силовых параметров с материалоемкостью и габаритами сегментов обделки. – Необходимость питания подсистем от внешних источников. – Работа в совмещенном режиме (с процессами отделения и транспортирования горной массы). – Работа с различными видами сегментов, в т.ч. винтовыми, в т.ч. с внешним ребром жесткости.	– Унификация механизма захвата сегмента с конструкцией сегмента. – Обеспечение усилия захвата сегмента, достаточного для его подъема и удержания. – Обеспечение управляемых перемещений сегмента в любых направлениях. – Обеспечение вращательного момента и усилий, достаточных для позиционирования сегмента. – Наличие механизмов блокировки по 6-ти степеням свободы от самопроизвольного вращения, перемещения и выпадания сегментов, (например, под действием силы тяжести) до момента завершения монтажа сегмента в место его установки. – Наличие механизма(-ов), позволяющего выполнить точное позиционирование сегмента. – Компактность приводных механизмов. – Иметь минимальные и достаточные из условия прочности массово-габаритные характеристики (в случае наличия конструктивной или кинематической связи с геоходом). – Конструкция не должна создавать препятствий для функционирования других систем геохода (например, системы транспортирования горной массы). – В конструкции должно быть учтено свободное пространство для подведения коммуникаций ко всем системам геохода, а также пространство для прохода обслуживающего персонала. – В конструкции должна быть учтена связь режимных параметров возведения обделки и скорости проведения выработки геоходом (при работе в совмещенном режиме).
Система нагнетания		
Назначение	Особенности	Требования
– Обеспечение структурной связи между обделкой тоннеля и приконтурным массивом горных пород	– Необходимость заполнения раствором системы законтурных каналов, создаваемых внешним движителем. – Необходимость	– Равномерное заполнение раствором зазора между обделкой и приконтурным массивом, в т.ч. равномерное заполнение законтурных каналов, и обеспечение структурной связи раствора с обделкой и приконтурным массивом горных пород.

	питания подсистем от внешних источников.	– Обеспечение постоянного (во времени) давления нагнетания раствора, в т.ч. при остановке геохода в процессе проведения горной выработки (тоннеля). – В конструкции должна быть учтена возможность регулировки величины давления нагнетания. – Обеспечение механизма (системы) прочистки проводящих каналов, в случае отсутствия прямого доступа к ним для ремонта и (или) обслуживания. – Конструкция не должна создавать препятствий для функционирования других систем геохода (например, подсистемы блокоукладчика).

Выводы

1. Установлено, что система возведения обделки в составе ТПМК на базе геохода должна состоять не менее чем из трех подсистем: юбки, блокоукладчика и системы нагнетания раствора за обделку.
2. Сформулированы требования к системе возведения обделки в составе ТПМК на базе геохода с учетом особенностей геохода, как проходческого щита.

Список источников

1. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Казанцев А.А., Вальтер А.В., Ефременков А.Б. Опыт участия Юргинского технологического института (филиала) НИ ТПУ в проекте по организации высокотехнологичного производства (ППРФ №218). // Технологии и материалы. 2016. № 2. С. 10-17.
2. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Бегляков В.Ю., Вальтер А.В. Геоходы – основа создания нового геотехнологического инструментария для формирования подземного пространства и подземной робототехники // Перспективы инновационного развития угольных регионов России Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Ответственные редакторы Пудов Е. Ю., Клаус О. А. 2016. С. 277-288.
3. Коперчук А.В., Казанцев А.А. Обоснование необходимости разработки стартового устройства геохода// Инновационные технологии и экономика в машиностроении

Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт; Ответственный редактор: Д.А. Чинахов. 2015. С. 439-440.

4. Аксенов В.В. Бегляков В.Ю. Казанцев А.А. Костинец И.К. Разработка законтурной опорно-движительной системы геоходов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 6 (124). С. 175-181
5. Аксенов В.В., Казанцев А.А., Дортман А.А. Обзор существующих типов крепи горных выработок и анализ их возможности применения в геовинчестерной технологии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 130-137.
6. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Бегляков В.Ю., Блащук М.Ю., Тимофеев В.Ю. Разработка требований к основным системам геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2009. № 5. с. 3-7.
7. Дронов А.А., Блащук М.Ю., Тимофеев В.Ю. Формирование требований к узлу сопряжения секций геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 39-42.

УДК 621.31

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И УЛУЧШЕНИЯ ЕЁ КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Козырев П.И., Попов Е.А., студ.

Губкинский филиал НИТУ «МИСиС», 309186, Белгородская обл., ул. Комсомольская, 16

тел. (47241) 5-51-83, E-mail: cozirev.p@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены методы эффективного использования электрической энергии за счёт уменьшения реактивной мощности сети и повышения cosφ. В сетях с повышенным содержанием высших гармоник, генерируемых силовыми тиристорными преобразователями, (например, железнодорожный транспорт, работающий на переменном токе,) и резко переменной нагрузкой предложено применение статических тиристорных компенсаторов реактивной мощности (СТК), которые обеспечивают быстродействующее регулирование реактивной мощности, подавление колебаний напряжения и фильтрацию высших гармоник.

Ключевые слова: активная мощность (P); реактивная мощность (Q); полная мощность (S); cosφ; компенсация реактивной мощности, батарея конденсаторов, статические тиристорные компенсаторы (СТК); фильтрокомпенсирующие цепи (ФКЦ); тиристорный вентиль.

Как известно, в цепях переменного тока существуют активная (P), реактивная (Q), и полная (S) мощности электрической энергии. Активная мощность преобразуется в другие виды энергии (механическую, тепловую и др.). Это полезная мощность. Реактивная мощность не производит механической и другой работы, она необходима для создания электромагнитных полей в двигателях, трансформаторах и др. Активная мощность определяется по формуле через, так называемый, треугольник мощностей:

$$P = S \cos\varphi \text{ или } \cos\varphi = P/S \quad (1)$$

cosφ – называется коэффициентом мощности и показывает, какую часть полной мощности составляет активная мощность.

Из приведенных формул следует, что при P = const при увеличении cosφ мощность (S) уменьшается. Это может происходить только за счет уменьшения реактивной мощности (Q) установки. Снижение мощности (S) приводит к уменьшению тока. Это приведет к уменьшению потерь напряжения и мощности в сопротивлениях проводов сети, обмотках трансформаторов. При уменьшении тока сечения названных элементов могут также быть

уменьшены. У трансформаторов это приводит к уменьшению габаритных размеров, расхода дефицитных материалов на изготовление, массы, номинальной мощности и стоимости. В действующей установке повышение cosφ при существующей площади поперечного сечения проводов позволит увеличить число приемников, которые могут быть подключены к данной сети.

Большая часть потребителей переменного тока потребляет кроме активной также и реактивную (индуктивную) мощность. К ним относятся наиболее распространенные асинхронные электродвигатели, а также трансформаторы, широко используемые в различных установках. Индуктивная (реактивная) мощность потребляется также различными электромагнитными аппаратами (электромагниты, контакторы и магнитные пускатели .реле и др.).

Приведенные примеры показывают, насколько важна борьба за повышение cosφ на каждом предприятии. Разработаны специальные методы, повышающие cosφ и позволяющие разгрузить источники электрической энергии и линии электропередачи от реактивной (индуктивной) мощности. Для уменьшения индуктивной (реактивной) мощности и увеличения тем самым cosφ необходимо прежде всего:

- выбирать правильно электродвигатели по мощности, так как необоснованное завышение мощности приведет к их работе с недогрузкой, а при этом, как правило cosφ понижается;
- заменять электродвигатели, работающие с недогрузкой, электродвигателями меньшей мощности;
- сокращать, по возможности, время работы электродвигателей и трансформаторов вхолостую.

Если перечисленных методов оказывается недостаточно, прибегают часто к искусственному повышению cosφ. Для этой цели подключают к трехфазной сети компенсирующие устройства, к которым относятся батареи конденсаторов и трехфазные синхронные компенсаторы. Батарея конденсаторов потребляет емкостную мощность, которая частично компенсирует индуктивную мощность, в результате чего реактивная мощность ($Q = Q_L – Q_C$) уменьшается, а коэффициент мощности увеличивается.

Интенсивное развитие силовой преобразовательной техники и ее использование в тиристорных электроприводах переменного и постоянного тока, вентильных преобразователях для электротехнологических установок различного назначения приводит к ухудшению показателей качества электроэнергии (появление высших гармоник). В сетях с повышенным содержанием высших гармоник, генерируемых резкопеременными

нелинейными нагрузками с повышенным потреблением реактивной мощности (например, железнодорожный транспорт, работающий на переменном токе), применение обычных средств компенсации реактивной мощности, рассчитанных на синусоидальные токи и напряжения, наталкивается на серьезные технические трудности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в сетях со спцифическими нагрузками (к ним относятся несимметричные и резкопеременные нагрузки) существуют определенные особенности компенсации реактивной мощности, которые заключаются в следующем:

- из-за низкого коэффициента мощности потребителей и резкопеременного характера нагрузки необходимо осуществлять компенсацию как постоянной, так и переменной составляющей реактивной мощности;
- из-за быстрых изменений потребляемой мощности необходимо прменение быстродействующих компенсирующих устройств, способных изменять регулирующую реактивную мощность со скоростью, соответствующей скорости наброса и сброса потребляемой реактивной мощности;
- из-за неравномерного потребления реактивной мощности по фазам необходимо и пофазное управление компенсирующими устройствами;
- ограничивается применение батарей конденсаторов для компенсации постоянной составляющей реактивной мощности, в сетях с резкопеременной вентильной нагрузкой. Это обусловлено наличием в сети высших гармоник тока и напряжения при работе нелинейных нагрузок. Высшие гармоники приводят к значительным перегрузкам батарей конденсаторов по току.

При наличии быстрых и резкоперемнных нагрузок становится перспективным применение статических тиристорных компенсаторов реактивной мощности (СТК), обеспечивающих возможность практически безынерционного регулирования реактивной мощности. Статические тиристорные компенсаторы реактивной мощности являются перспективным средством рациональной компенсации реактивной мощности в силу присущих им положительных свойств, таких, как быстродействующее регулирование, подавление колебаний напряжений, плавность регулирования реактивной мощности.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что статические тиристорные компенсаторы реактивной мощности (СТК) открывают новые возможности по повышению надежности и качества электрических систем, обеспечивая помимо компенсации реактивной мощности ограничение коммутационных перенапряжений и соответствующее облегчение координации изоляции оборудования линий высоковольтных передач, повышение предела

мощности по длинным линиям, симметрирование режима, снижение потерь в линиях, фильтрацию высших гармоник.

Широкий набор СТК на различные мощности выпускаются, как зарубежными фирмами (CKDELEKNROTECHNIKA), так и российскими (Ансальдо – ВЭИ).

Схемное решение СТК (Рис.1) включает в себя:

- набор фильтров высших гармоник – фильтрокомпенсирующих цепей (ФКЦ), постоянно подключенных к сети или коммутируемых выключателями и включенные параллельно им в треугольник;
- три фазы управляемых тиристорами реакторов – тиристорно-реакторная группа (ТРГ).

Величина тока в реакторе определяет реактивную мощность в электросистеме и влияет на угол открывания тиристоров ТРГ.

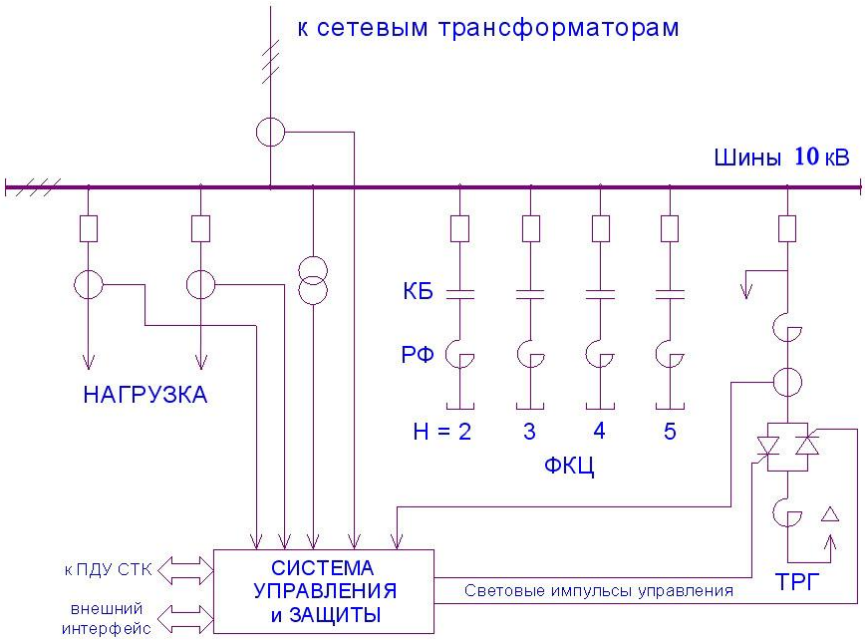


Рис.1 Схемное решение СТК

Система управления и защиты СТК обеспечивает:

- быструю компенсацию реактивной мощности нагрузки;
- поддержание регулируемого параметра в соответствии с заданной величиной;
- защиту оборудования СТК;
- контроль и сигнализацию отказов.

СТК имеет высокий уровень автоматизации, обеспечивающей его работу без постоянного присутствия персонала. В этом случае управление СТК осуществляется от пульта дистанционного управления или от АСУТП через внешний интерфейс.

Для каждого отдельного объекта производится расчет требуемой мощности ТРГ и ФКЦ и определяется их состав. Тиристорный вентиль является основным элементом СТК, регулирующий ток компенсирующих реакторов и, соответственно, мощность СТК. Он состоит из тиристорных модулей, каждый из которых является независимым электрическим конструктивным узлом. Модуль содержит несколько последовательно соединенных встречно-параллельных тиристоров, количество которых выбирается в соответствии с номинальным напряжением СТК. Каждая пара встречно-параллельных тиристоров имеет собственную ячейку управления и демфирующую RC-цепочку. Ячейки управления получают световые сигналы по оптоволоконному кабелю и преобразуют их в электрические импульсы зажигания, обеспечивающие включение тиристоров. При появлении на тиристоре положительного напряжения, ячейка управления формирует контрольные световые сигналы и передает их в шкаф управления по индивидуальному световоду.

СТК предполагается установить на подстанции ПС 110 кВ «Тяговая – 1» в управлении железнодорожного транспорта Лебединского ГОКа. Это позволит отказаться от дополнительных устройств регулирования напряжения со стороны потребителей и подключить дополнительно устройства за счет разгрузки питающего трансформатора, а также увеличить коэффициент мощности, повысить пропускную способность линии электропередач, уменьшить потери электроэнергии.

Список литературы

1. Плащанский Л.А. Основы электроснабжения горных предприятий; учебник/ Л.А. Плащанский. – М.: Издательство МГГУ, 2005. – 499 с.

2. Чеботарев Н.И. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ: учебник/ Н.И. Чеботарев. – М.: Горная книга, 2006. – 474с.

3. Иванов И.И., Соловьев Г.И., Фролов В.Я. Электротехника и основы электроники: Учебник. 7-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 736 с.: ил.

УДК 621.78

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОРПУСОВ ШНЕКОВЫХ БУРОВЫХ ДОЛОТ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Горожанкин В.В.[1],Романенко Е.Ф.[1,2]Колмыков В.И.[2]
[1]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
Ленинский проспект, д. 4, 119049 г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ)
ул. 50 лет Октября, д. 94, 305040 г. Курск, Россия
Email: balefed@yandex.ru

Аннотация. Показано, что высокотемпературная нитроцементация шнековых буровых долот из легированных хромомарганцевых сталей позволила повысить их долговечность, по сравнению с долотами, армированными твердосплавными вставками, более чем в 4 раза за счет более полного использования металла корпуса. При этом нитроцементация в высокоактивной насыщающей среде обеспечила образование поверхностных диффузионных слоев с большим количеством твердых карбонитридных включений, типа легированного цементита, что обусловило высокую износостойкость и самозатачиваемость долот в процессе работы.

Ключевые слова: долговечность, шнековые буровые долота, химико-термическая обработка, упрочнение, твердость.

Шнековые буровые долота широко используются для бурения геофизических, гидрогеологических и др. скважин в горных породах до четвертой категории буримости [1, 2]. Буровые долота в больших количествах выпускает ряд специализированных заводов, но потребность в них далеко неудовлетворяется, в основном, из-за их низкой стойкости.

Традиционно, шнековые буровые долота (рис. 1) армируются по режущей части твердосплавными пластинками или стержневыми вставками, которые соединяются со стальным корпусом пайкой твердыми припоями (рис. 1). Корпус долота (обычно не упрочненный) в процессе работы интенсивно изнашивается, армирующие элементы обнажаются, ломаются или выпадают.

Это является существенным недостатком долот такого типа, так как они теряют работоспособность уже при весьма небольшом износе корпуса (несколько миллиметров) и

оставшийся запас металла не используется. Это приводит к большому расходу бурового инструмента и к заметному удорожанию стоимости буровых работ.

Иногда, для повышения износостойкости и самозатачиваемости шнековых буровых долот в процессе работы их упрочняются по рабочим поверхностям наплавкой высоколегированными наплавочными материалами высокой твердости на железной основе (релит, вокар, сормайт и др.) [3, 7-12, 17, 18, 22]. Этот способ приводит к некоторому повышению долговечности долот, однако также имеет недостатки которые ограничивают его широкое использование. К таким недостаткам следует отнести сложную и весьма трудоемкую технологию предварительной механической обработки (подготовки под наплавку), и самой наплавки, а также недостаточно прочную связь с основной и высокую хрупкость наплавленных покрытий.

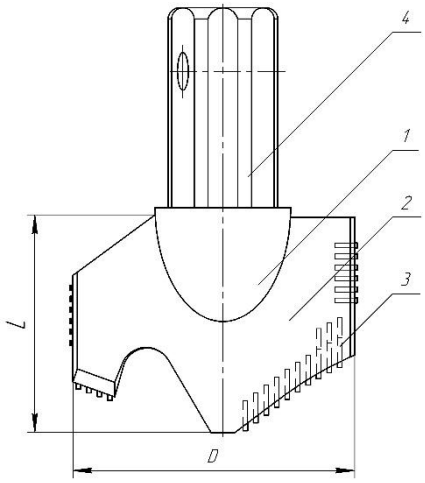


Рис. 1. Буровое долото типа ДРШ (долото режущее шнековое): конструкция долота: 1 - корпус; 2 - лопасть; 3 - армирующие элементы; 4 - хвостовик, D и L - соответственно диаметр и высота режущей части (ДРШ151 - D=151 мм; ДРШ198 - D=198 мм).

Таким образом, можно констатировать, что традиционные способы упрочнения шнековых буровых долот, по тем или иным причинам, не обеспечивают требуемой высокой долговечности и, к тому же, отличаются высокой трудоемкостью и дороговизной. Между тем имеется возможность замены твердосплавного армирования и износостойкой наплавки режущих частей шнековых буровых долот поверхностным упрочнением методами химико-термической обработки, при которых на поверхности стали получаются глубокие диффузионные слои, со структурами идентичными металлокерамическим твердым сплавам (типа ВК) и износостойким наплавкам [4].

Для получения таких слоев, обладающих высокой износостойкостью, должно быть выполнено два условия: сталь должна быть легирована карбидообразующими элементами, главным образом хромом, а насыщающая среда должна обладать повышенной активностью для обеспечения на поверхности сталей заэвтектоидных концентраций углерода.

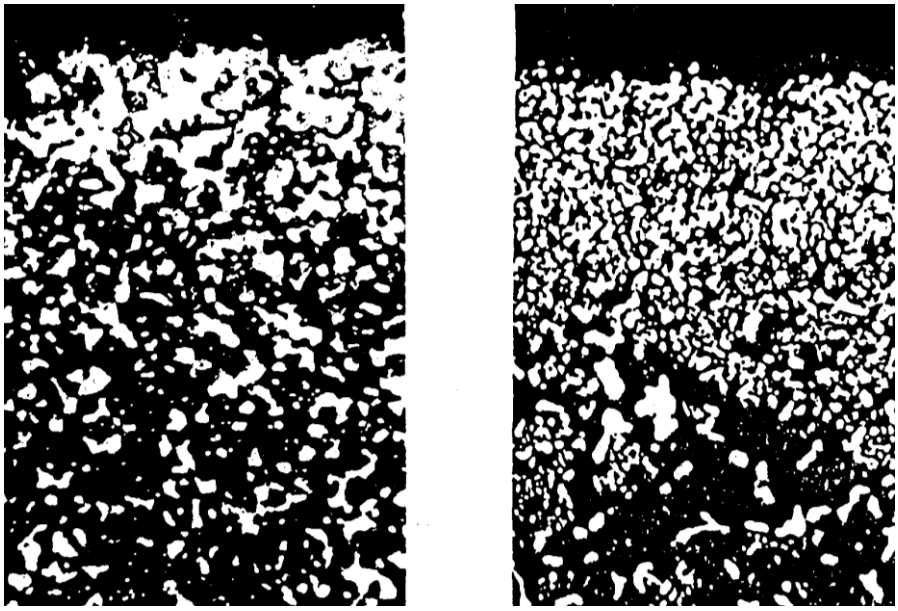
Эксперименты показали, что оптимальная система легирования стали для буровых долот должна включать хром, марганец и ванадий (или титан) [5, 13-16]. Хром способствует образованию включений избыточной твердой фазы (карбидов) в мелкодисперсной форме; марганец способствует интенсивному росту карбидов при науглероживании стали, а ванадий (или титан) препятствует росту зерна при высокотемпературной химико-термической обработке. Кроме того, названные легирующие элементы обеспечивают глубокую прокаливаемость долотной стали, обеспечивая закалку массивных долот с сечением рабочих частей до 50 мм и понижают порог хладноломкости, что имеет важное значение для долот, работающих в условиях вечной мерзлоты.

Традиционная цементация мало подходит для получения диффузионных слоев с большим количеством избыточных карбидов, так как обычно используемые карбюризаторы (твердые и тем более, газовые) имеют недостаточные углеродные потенциалы для насыщения поверхностных слоев стали до заэвтектических содержаний углерода (большого содержания карбидной фазы на поверхности).

Нами предлагается для таких целей применить нитроцементацию с использованием пастообразного карбюризатора высокой активности с азотсодержащими компонентами. Оптимальный состав этого карбюризатора следующий (% масс): аморфный углерод (сажа ДГ-100) - 70%; железосинеродистый калий $K_4Fe(CN)_6$ - 15%; углекислый барий $BaCO_3$ - 15%; пастообразователь нитролак НЦ - 222. Введение в состав карбюризатора азотсодержащих компонентов ($K_4Fe(CN)_6$ и НЦ-222) позволяет значительно уменьшить температуру и длительность процесса, поскольку, как известно азот, диффундирующий в сталь совместно с углеродом, повышает коэффициент диффузии последнего и увеличивает скорость насыщения [6, 19, 20, 21].

Две партии опытных буровых долот типа ДРШ (без армирующих твердосплавных элементов) из хромомарганцеванадиевых сталей –экономнолегированной стали 35ХГФ и высоколегированной стали 35Х3Г2Ф - подвергали нитроцементации в шахтной печи Ц-105 при температуре 880 $^{\circ}$C в течение 8 часов. Передние и боковые поверхности долот (где традиционно предусматривалось твердосплавное армирование) покрывали азотисто–углеродной пастой, а в реторту печи подавали синтин, в количестве 150 кап/мин, и триэтаноламин (азотсодержащую жидкость), в количестве 30 кап/мин.

В результате такой обработки на поверхности долот из обеих сталей образовались глубокие (2,2…2,5 мм) диффузионные слои с большим содержанием карбонитридных включений цементитного типа в структуре (рис. 2)



а) б)

Рис. 2. Микроструктуры карбонитридных зон на поверхности нитроцементованных слоев долотных сталей: а) 35ХГФ; б) 35Х3Г2Ф (×200). Светлые включения – карбонитриды типа $(Fe, Cr)_3(C, N)$; темная матрица между ними твердый раствор – азотистый (0,3%N) аустенит.

После нитроцементации долота закаливали в масле непосредственно с нитроцементационного нагрева и отпусками при 180 ºС в течение 4-х часов. После такой обработки твердость нитроцементованных поверхностей долот из обеих сталей составляла H_μ 1000…1100. Последней операцией при изготовлении опытных буровых долот была заточка их режущих лопастей по задним поверхностям.

Распределение микротвердости по глубине нитроцементованных слоев сталей 35ХГФ и 35Х3Г2Ф после закалки, определенное на темплетах, вырезанных из опытных буровых долот (рис. 3), имеет весьма сложный характер. Эти кривые имеют два экстремума – непосредственно у поверхности и на некотором расстоянии от нее. Максимум твердости у поверхности совпадает с максимальным содержанием карбидной фазы в структуре, положение второго экстремума микротвердости совпадает с окончанием карбидной зоны, образовавшейся при нитроцементации, и обусловлено образованием мартенсита закалки. Далее по всему сечению микротвердость остается практически постоянной ~ $H_{\mu 50}$. Переход от нитроцементованного слоя к сердцевине очень плавный, темной составляющей ни в

нитроцементованном слое, ни в переходной зоне не обнаруживается (по-видимому, из-за весьма невысокого содержания азота в слое ~ 0,3%N).

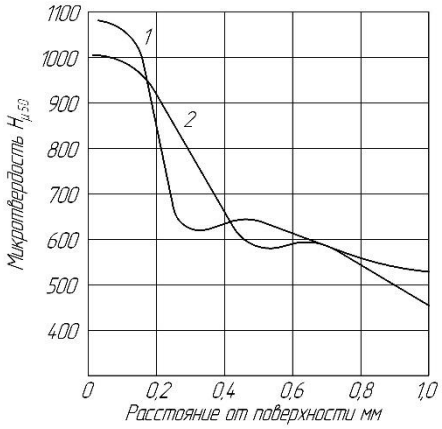


Рис. 3. Распределение микротвердости по сечению рабочих частей нитроцементованных долот из различных сталей: 1) сталь 35Х3Г2Ф; 2) сталь 35ХГФ.

Послойный рентгеноструктурный анализ нитроцементованных долотных сталей показал, что карбидная фаза в диффузионных слоях представлена цементитом, а матрица между карбидами – мартенситом с достаточно большим количеством остаточного аустенита (до 20%).

Результаты эксплуатационных испытаний опытных эксплуатационных испытаний опытных буровых долот, проведенных в различных горно-геологических условиях, показали (табл. 1), что опытные долота из сталей 35ХГФ и 35Х3Г2Ф, упрочненные нитроцементацией по приведенной выше технологии, вполне работоспособны и имеют показатели долговечности и производительности заметно выше серийных. Так долговечность долот из экономнолегированной стали 35ХГФ возрасла в 3,16 раза по сравнению с серийными, а долговечность долот из более высоколегированной стали 35Х3Г2Ф – в 4,1 раза. Механическая скорость бурения в результате применения долот, упрочненных нитроцементацией, увеличилась на 34…44% по сравнению со скоростью бурения серийными долотами.

Более высокая стойкость долот из стали 35Х3Г2Ф по сравнению с долотами из стали 35ХГФ обусловлена несколько большим содержанием карбидов в диффузионном слое и, поэтому, большей микротвердостью поверхности. В то же время, пониженное легирование стали 35ХГФ приводит к понижению прочности (твердости) сердцевины и, как следствие, к существенно большему износу задней (без нитроцементации) грани долота. Это

способствует образованию более острой режущей кромки и большему выигрышу в механической скорости бурения.

На рис. 4 представлен внешний вид шнекового бурового долото, упрочненного нитроцементацией, после эксплуатации при различной наработке. Опытные долота после проходки 500 м скважин, что является предельной для серийных долот, практически не потеряли первоначальной формы и размеров. В то же время, серийные буровые долота потеряли все армирующие твердосплавные элементы и разрушились. Режущая кромка опытных долот, после проходки 500 м, осталась достаточно острой, что свидетельствует о их самозатачиваемости в процессе работы. Острота режущей кромки сохраняется до предельного износа долота (рис. 4), который наступает после ~ 2000 м бурения, что в 4 раза больше, чем у серийных долот.

Таблица 1. Результаты эксплуатационных испытаний буровых долот ДРШ-151

Характеристика долот	Наработка на одно долото, м			Средняя механическая скорость бурения м/ч	Примечания
	максимальная	минимальная	средняя		
Серийные, из стали 35Л, армированные твердосплавными (ВК8) элементами	800	250	525	22	Долота вышли из строя из-за поломки твердосплавных элементов
Опытные, из стали 35ХГФ, упрочненные нитроцементацией	1781	1537	1659	31,7	Долота вышли из строя из-за потери геометрических размеров
Опытные, из стали 35Х3Г2Ф, упрочненные нитроцементацией	2529	1835	2182	29,4	Долота вышли из строя из-за потери

					геометрических размеров



Рис. 4. Долото ДРШ-151, упрочненное нитроцементацией, после наработки 2200 м.

Следует также отметить, что долота, упрочненные нитроцементацией, не заменялись на буровом ставе (колонне шнеков) в течение всего сезона бурения – все долота сохранили работоспособность и были пригодны для дальнейшего использования. Серийные же долота из стали 35Л с твердосплавными вставками потребовали по 3…4 замены за сезон бурения.

Список литературы

1. Гольдштейн, М.М. Механические свойства грунтов [Текст] / М.М. Гольдштейн // М.: Стройиздат, 1973. 376 с.

2. Седов, Б.Я. Буровые установки для проходки скважин и стволов [Текст] / Б.Я. Седов, А.Т. Николаенко, Н.Д. Терехов // М.: Недра, 1972. 298 с.

3. Хрущов, М.М. Износостойкость и структура твердых наплавок [Текст] / Х.Х. Хрущов, М.А. Бабичев, Е.С. Беркович [и др.] // М.: Машиностроение, 1971. 96 с.

4. Колмыков, В.И. Эффективность упрочнения стали карбидами при химико-термической обработке [Текст] / В.И. Колмыков, В.М. Переверзев, В.А. Воротников // Технология и оборудование для новых прогрессивных методов химико-термической обработки деталей тракторов и с/х машин. Волгоград: НТО Машпром, 1988. С. 61-64.

5. Переверзев, В.М. Влияние легирующих элементов на карбидообразование в железе и стали в процессе цементации [Текст] / В.М. Переверзев, В.И. Колмыков // Металловедение и термическая обработка металлов, 1981. № 8. С. 11-14.

6. Шубин, Р.П. Нитроцементация деталей машин [Текст] / Р.П. Шубин, М.И. Гринберг // М.: Машиностроение, 1975. 205 с.

7. Gadalov V.N., Kolmykov D.V., Korenevskii N.A., Chernysheva E.V., Ziborova T.N. Low-temperature nitrocementation to improve the life of resurfaced tractor crankshafts // Russian Engineering Research. 2010. Volume 30. Issue 11. Pages 1090-1091.

8. Grigoriev S.B., Efimenko L.A., Salnikov V.G., Gadalov V.N. Evaluation of hard - facing and process of its application on drill pipe tool joints // Chemical and Petroleum Engineering. 2013. Volume 48. Issue 9-10. Pages 642-645.

9. Lavrentiev A.Yu., Dozhdelev A.M., Barchukov D.A. Change of structure and properties of the zone of thermal influence at production of the welding tool from high speed steels, Proceedings of the Southwest State University, No, 5 (56), 2014, 14-20.

10. Lavrentev A.Y., Dozhdelev A.M., Romanenko D.N., Filonovich A.V. Research of structural phase transformations in the fusion area of bimetallic punching tools // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. Volume 52. Issue 4. 2017. Pages 707-710.

11. Romanenko D.N., Artemenko Yu.A., Emelyushin A.N., Dema R.R., Nefed'ev S.P., Zhuravlev G.M. Physical modeling of the mechanism of modification with wear-resistant surfacing // Chemical and Petroleum Engineering. March 2017. Volume 52. Issue 11. Pages 769-773.

12. Romanenko D.N., Markelov E.A., Nikolaenko A.V. Attachments for diamond smoothing // Russian Engineering Research. June 2013. Volume 33. Issue 6. Pages 379-380.

13. Gorozhankin V.V., Kolmykov V.I. Reinforcement of button roller bits by thermochemical processing // Gornyi Zhurnal. 2013. Issue 10. Pages. 98-100.

14. Gadalov V.N., Abakumov A.V., Turaeva O.A. Effect of carbide content in carburized layers on drilling tool self-sharpening capacity // Chemical and Petroleum Engineering. November 2014. Volume 50. Issue 7-8. Pages 547-549.

15. Kolmykov V.I., Abyshev K.I., Nasteka V.V. Effect of structural characteristics on abrasive wear resistance and impact strength of facing and carbonitrided coatings // Chemical and Petroleum Engineering. January 2015. Volume 50. Issue 9-10. Pages 610-613.

16. Kolmykov V.I., Abyshev K.I., Kolmykov D.V., Bedin V.V. Efficiency of surface hardening by carburizing steel objects operating under abrasive wear conditions // Chemical and Petroleum Engineering. May 2015. Volume 51. Issue 1-2. Pages 58-61.

17. Shcherenkova I.S., Shkatov V.V., Gadalov V.N. Study of electrolytic chromium coatings with ultradisperse superhard fillers // Chemical and Petroleum Engineering. July 2015. Volume 51. Issue 3. Pages 277-282.

18. Gadalov V.N., Gvozdev A.E., Vornacheva I.V., Kovalev S.V. Burnishing with wear-resistant mineral–ceramic and hard-alloy indenters // Russian Engineering Research. 2016. Volume 36. Issue 9. Pages 731-734.

19. Shkatov V.V.,Pogodaev A.K., Mazur I.P. The influence of nanoscale precipitation of aluminum nitride on the formation of recrystallization texture in aluminum deoxidized low-carbon steels // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. Volume 52. Issue 4. 2017. Pages 617-620.

20. Romanenko D.N., Kolmykov V.I., Ermolaev D.V., Mazur I.P. Increasing of fatigue limit and efficiency of constructional steels through additional chemical and thermal treating using nitrogenous carbonaceous carburizers // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. Volume 52. Issue 5. 2017. Pages 990-995.

21. Gubanov O.M., Shkatov V.V., Kozhukhov A.A. Formation of non-uniform grain structure of steel in the process of heat treatment and method of evaluation of microstructure with significantly non-uniform grain // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. Volume 52. Issue 5. 2017. Pages 996-1001.

22. Gadalov V.N., Boldyreva O.N., Kovalev S.V. Decreasing technological risk through optimization of maintenance of the equipment of an oil and gas complex // Chemical and Petroleum Engineering. January 2018. Volume 53. Issue 9-10. Pages 610-613.

УДК622.063

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОТРАНСПОРТА ПРИ ДОБЫЧЕ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ ИЗ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ КМА

Терехин Е.П., Хужамуратов А.Б.
Губкинский филиал НИТУ «МИСиС», 309186, Белгородская обл., ул. Комсомольская, 16
тел. (47241) 5-51-83, E-mail:teryekhin50@mail.ru

Аннотация. Карьеры перспективных месторождений КМА уже на стадии начала добычных работ будут глубокими.Предлагаемая схема вскрытия месторождений, основанная на внутрикарьерном размещении части дробильно-обогатительного для гидротранспорта промпродукта обогащения на поверхностную промплощадку с заключительными стадиями обогащения, позволяет снизить себестоимость транспортирования I т руды в 2,6 раза, увеличить производительность труда на транспорте руды в 7-8 раз.

Ключевые слова: карьер; дробление; измельчение; гидротранспорт; обогащение.

Правильный выбор открытого или подземного способов разработки приобретает особо важное значение для перспективных месторождений КМА (Приоскольское, Чернянское, Погромецкое и др.), где мощность покрывающих пород составляет100 - 150 м и карьеры на их базе уже на стадии начала добычных работ будут глубокими[1].Для высокоэффективной разработки таких месторождений, по-видимому, нужен поиск оригинальных путей решения проблемы вскрытия и транспорта.

Применение подземного способа ограничено высокой себестоимостью добычи руды, сложностью технологии с закладкой выработанного пространства и длительностью сроков освоения месторождения и окупаемости капиталовложений. Так Яковлевский рудник за длительный срок с начала работ только в последние время преодолел порог производительности в 1 млн т сырой руды в год.

Как показывают исследования и опыт разработки месторождений полезных ископаемых - с возрастанием глубины открытых горных работ наблюдается тенденция увеличения издержек производства на транспортирование горной массы.

Современная транспортная система перемещения руды и скальной вскрыши посредством циклично-поточной технологии ЦПТ уже реализована на таких предприятиях как Оленегорский и Ковдорский ГОК, Навоийский ГМК [2].Однако опыт эксплуатации ЦПТ в Советский период свидетельствует о том, что большинство из них так и не достигли своей

проектной производительности (в основном 50-60% от проектной) и имели низкий коэффициент использования оборудования во времени.

С другой стороны самым эффективным для транспортирования угля, руды и вскрышных пород в горнодобывающей промышленности является применение гидротранспорта [3].

С 1970 года в США эксплуатируется трубопровод для транспортировки угля на расстояние 437 км. Диаметр трубопровода 450 мм. Годовая производительность 4,8 млн т (часовая производительность 600 тонн или 1000 $м^3$/ч гидросмеси). Содержание твердого в пульпе 50% по массе. Поступающий из карьера уголь дробится до крупности 0 - 3 мм и смешивается с водой. Особое внимание уделено сохранению постоянства состава по крупности, чтобы содержание твердых частиц крупностью 0,3 – 3,0 мм не превышало 20%, а мелких частиц менее 0,06 мм было бы не меньше 20%. Измельчение, грохочение и пульпоприготовление механизировано и автоматизировано. По трассе трубопровода сооружены насосные станции в среднем через 100 км. Они оборудованы поршневыми насосами производительность 500 $м^3$/ч, развивающими давление до 15,0 МПА (190 кг/$см^2$). На каждой станции работает два насоса, включенные параллельно, третий насос находятся в резерве, работа насосных станций полностью автоматизирована. Обслуживают насосную в две смены по два человека. В ночную смену насосная работает в автоматическом режиме. Срок службы уплотнений поршней насосов - 1000 часов, клапанов - 2000 часов. Трубопровод проложен под землей. Износ стенок трубопровода составляет I мм после перекачки 20 млн т угля. На конечной станции пульпа сгущается и обезвоживается до влажности 7%. Система гидротранспорта работает очень устойчиво и экономично. Срок окупаемости капитальных вложений составил 4 года.

В Советское время институт Центрогипроруда по заданию Минчермета СССР обосновывал в предпроектных проработках технологию освоения перспективных месторождений КМА, которая сводилась к следующему. После проведения вскрышных работ до горизонта начала рудного тела на нерабочем борту карьера размещается корпус крупного дробления ККД, руда на который транспортируется из забоев большегрузными автосамосвалами. От ККД дробленая руда конвейерным транспортом выдается на поверхность, где перегружается на железнодорожный транспорт и доставляется на обогатительную фабрику. Средние расстояния для всех видов транспорта: автомобильного - 2 км, конвейерного - 1,3 км железнодорожного 9 км).

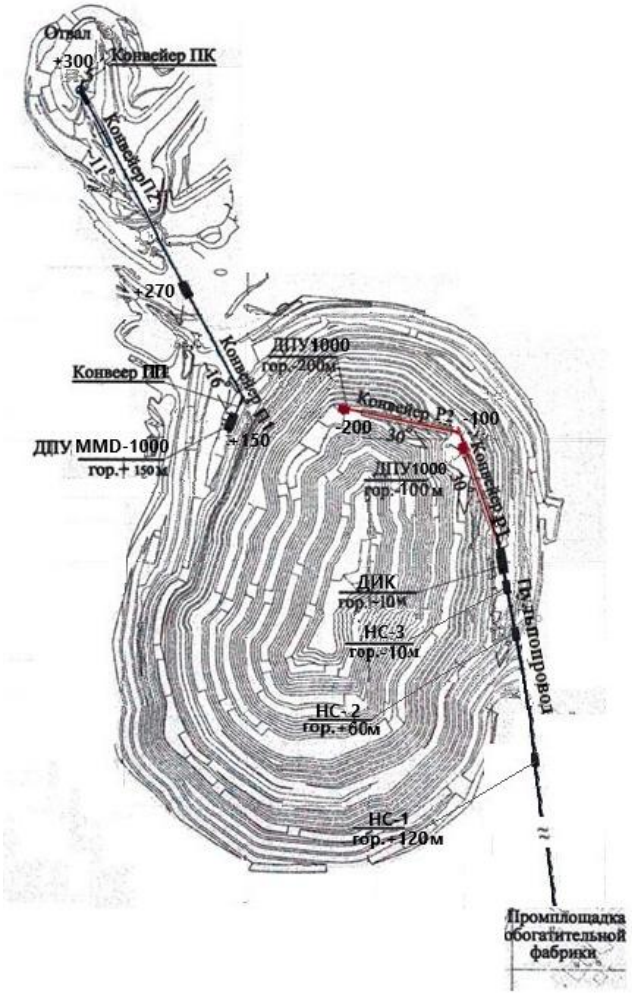


Рисунок – Примерный план карьера ГОКас новой схемой транспортирования

На первом этапе предлагаемого варианта вкарьере вместо корпус крупного дробления ККД на этой же отметке размещаются две дробильно-перегрузочные установки ДПУ-1000 и дробильно - измельчительный корпус ДИК среднего,мелкого дробления и первой стадии измельчения, а такжеобъектыгидротранспорта промпродукта обогащения. Руда на ДПУ-1000 из забоев доставляется автотранспортом, затем поступает в корпус ДИК, а после первой стадииизмельчения в виде пульпы гидротранспортом доставляется на поверхностную промплощадку, где расположены остальные отделения полного цикла обогащения.

После углубления карьера по рудному телу на100 м одна установка ДПУ-1000 перемещается на отметку -100м ближе к забоям и поставляет руду на ДИК по ленточному трубчатому конвейеру под углом 30^0. Вторую установку ДПУ-1000 перемещают вглубь карьера, когда он достигнет отметки -200м и связывают с первой тоже ленточным транспортером (рис.).

В традиционном и предлагаемом вариантах технология вскрышных и добычных работ

для упрощения расчетов приняты идентичными. Если за основу вскрышных работ брать применение ЦПТ, то по аналогии с Ковдорским ГОКом, породная ДПУсо шнековой двухвалковой дробилкой типа MMD-1000 располагается на дневной поверхности. Транспортирование осуществляется ленточным конвейером в две очереди с укладкой породы комплексом поточного отвалообразования (КПО) во внешний отвал высотой до 150 м.

Ориентировочные расчетные параметры, с учетом современных исследований [4,5], доказывают техническую возможность гидротранспортирования промпродукта из карьера с годовой производительность 20 млн.т. до обогатительной фабрики:

Массовая подача по твердому	2427 т/ч
Расход по пульпе	2863 $м^3$/ч
Массовая концентрация	55 %
Крупность дисперсных частиц	-2 мм
Тип шламового насоса	GIW LCC-M 300×700
Характеристика насоса	3000/90
Скорость транспортирования	2,8 м/с
Протяженность трассы	10 км
Наружный диаметр трубопровода	630 мм
Количество насосных станций	3

Технология гидротранспортирования руды включает в себя три основных процесса:

- рудоподготовка;
- пульпоприготовление и гидротранспортирование;
- обезвоживание руды и удаление шлама.

Они органически связаны в единую систему, эффективность которой зависит от совершенства и правильного подбора техники, обоснованности технологических схем. Эффективность гидроподъема и гидротранспорта, в частности, характеризуется. в первую очередь, производительностью установки по твердому и энергетическими затратами на транспортирование. В свою очередь они зависят от одних ж тех же параметров гидротранспортирования: скорости транспортирования, объемной концентрации и удельной потери напора [3]. Поэтому важно установить взаимосвязь указанных выше параметров и их соотношение, при котором достигается оптимальное значение производительности при минимуме энергетических затрат.

ИнститутомЦентрогипроруда [6]еще в конце 80-х годов проведено технико-экономическое сравнение вариантов, которое с учетом сегодняшних цен и тарифов позволяет с достаточной достоверностью говорить о целесообразности рассмотрения

вопроса применения гидротранспортной системы подачи руды из карьера.

Техническая возможность внутрикарьерного размещения части дробильно-измельчительного комплекса связана с созданием площадки и обеспечением устойчивости зданий и сооружений от взрывных работ в карьере. Площадка для размещения ДИК может быть как искусственно создана, так и выбрана в нерабочей зоне карьера. Устойчивость зданий и сооружений обеспечивается конструктивным исполнением на максимальную сейсмичность.

Схема вскрытия глубоко залегающих месторождений КМА, основанная на внутрикарьерном размещении части дробильно- обогатительного комплекса (включая I стадию измельчения) для гидротранспорта промпродукта обогащения на поверхностную промплощадку с заключительными стадиями обогащения, имеет свои преимущества и недостатки.

Основными преимуществами являются:

- снижение транспортных затрат в 1,5 - 2 раза;
- повышение производительности труда на транспорте руды в 2-3 раза;
- сокращение площади земельного отвода;
- возможности автоматизации транспортного процесса;
- максимальное усреднение исходной руды;

Основные недостатки:

- удорожание стоимости строительства ДОК;
- необходимость защитных мероприятий от взрывных работ;
- ухудшение условий труда рабочих, занятых на дробильно- измельчительных цехах.

Для месторождений, где требуется производство специальных горнокапитальных работ в больших объемах для размещения ДИК эффективность гидротранспорта по приведенным затратам практически равноценна по сравнению с циклично-поточной технологией. При сокращении объема горнокапитальных работ от 40 до 20 млн.м^3, что можно достигнуть за счет компактного размещения ДИК, затраты при гидротранспорте на 10 % ниже, чем при ЦПТ.

На других ГОКах, где возможно разместить ДИК внутри карьера без дополнительных горнокапитальных работ, применение гидротранспорта руды позволит снизить общие капитальные и эксплуатационные затраты, снизить себестоимость транспортирования I т руды в 2,6 раза, увеличить производительность труда на транспорте руды в 7-8 раз.

При применении нового оборудования эффективность гидротранспорта значительно повышается. Так, при использовании высоконапорных поршневых или плунжерных насосов

большой производительности, перекачка пульпы будет осуществляться без промежуточных насосных станций с концентрацией твердого в пульпе до 60**%.** Это дает возможность снизить на 1,6-1,75 раза расход электроэнергии и уменьшить количество обслуживающего персонала. Все это позволит снизить стоимость гидротранспорта промпродукта в 1,4 - 1,5 раза, как показывает укрупненный расчет.

Список литературы

1. Деревяшкин И. В. Исследование и обоснование параметров горных машин и технологии выполнения горно-капитальных работ при вскрытии перспективных карьерных полей Курской магнитной аномалии: Дис. ... док. техн. наук. – М.: МГОУ, 2002. - 435 с.

2.Галкин В. И., Шешко Е. ЕЛенточные конвейеры на современном этапе развития горной техники //Горный журнал. [Текст] - 2017. - № 9 . – 85-90 с. DOI: 10.17580/gzh.2017.09.15

3.Vlasak P. Fully stratified particle-laden flow in horizontal circular pipe / P.Vlasak, B.Kysela, Z.Chara // Particulate Science and Technology. 2014. Vol. 32. № 2. P. 179-182.

4. Авксентьев С.Ю., Сержан С.Л., Труфанова И.С. Определение параметров гидротранспорта хвостов обогащения железной руды Качканарского ГОКа.: [Текст] //– М: ГИАБ.- 2018. №S11. - С. 3–14. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-4-11-3-14

5. Александров В.И. Гидротранспорт сгущенных хвостов обогащения железной руды на Качканарском ГОКе по результатам опытно-промышленных испытаний системы гидротранспорта / В.И.Александров, М.А.Васильева // Записки Горного института. [Текст] - 2018. Т. 233. С. 471-479. DOI: 10.31897/PMI.2018.5.471

6.Исследование технологической возможности и целесообразности вскрытия глубоких горизонтов железорудных карьеров с внутрикарьерным расположением частей дробильно – обогатительного комплекса с гидроподъемом продуктов обогащения [Текст]: отчет о НИР (заключ.): 1.1. -у-1-85-ТП / Науч.-исслед. ин-т по проблемам КМА им. Л. Д. Шевякова; рук. Пак С.В.; исполн.: Романенко В.А.[и др.]. – Губкин, 1986. – 70 с. – № ГР 01850077226. – Инв. № 02860114383.

УДК 330.342.504

РОЛЬ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Серпуховитина Татьяна Юрьевна, канд. техн. наук
Доцент кафедры горного дела, экономики и природопользования
СОФ МГРИ

В последнее время все чаше слышим о нестабильной экологической обстановке, об экологическом кризисе. Бурный рост промышленности негативно влияет на окружающую среду. Очень трудно определить что-же входит в понятие «качество» окружающей среды. В настоящее время мы не можем отказаться от роста производства, так как это влияет на социальную составляющую жизни, развивается инфраструктура и повышается уровень жизни населения. Учитывая то, что в области сосредоточены крупнейшие горнодобывающие предприятия, доля выбросов которых составляет 90% от обшей массы, Белгородская область занимает 8 позицию в рейтинге «экологичных» регионов России. Наблюдается и демографический рост, на увеличение численности населения влияет не только рождаемость, но и приток населения из других округов. На территории Белгородской области реализуется концепция повышения качества жизни, одной из важнейших составляющих, является поддержание стабильной экологической обстановки.

Современная экология – это научное направление, рассматривающее некую значимую совокупность природных и социальных явлений. Человек в течение всей жизни находится под постоянным воздействием биотических и абиотических факторов. На наше здоровье влияет увеличивающаяся загрязненность окружающей среды. Для нас важно сохранить – чистый воздух, реки и озера, безопасные и качественные продукты питания. Вызывает тревогу то, что многие воспринимают это как должное, загрязняя все вокруг себя и не убирая за собой. Сегодня очень важно сосредоточиться на реализации лозунга «Окружающая среда не должна превратиться в среду выживания». Надо связать в единое целое природное, социальное и культурное пространство территории. Среда, окружающая человека, не из одной только природы состоит. В городе окружающая среда рукотворна, искусственна. Большое внимание уделяется созданию урбанистических ландшафтов - это парки, газоны, скверы. Поэтому необходимо и впредь сохранять и озеленять дворы и улицы.

Информация о загрязнения окружающей среды на сегодняшний день доступна любому жителю. Ежегодно публикуется годовой отчет о состояние окружающей среды Белгородской

области, периодичные издания доводят до наседания последние новости по реализации экологической политики.

Системой точных знаний об экологической ситуации должен стать экологический мониторинг. Проблема мониторинга решается в режиме постоянной актуализации.

На территории имеется ряд сетей наблюдений, принадлежащих различным службам, и которые принадлежат разным ведомствам. Поэтому задача подготовки оценок, прогнозов, критериев альтернатив выбора управленческих решений становится, в общем случае, неопределенной. В связи с этим, центральными проблемами организации экологического мониторинга являются эколого-хозяйственное районирование и выбор «информативных показателей» экологического состояния территорий с проверкой их системной достаточности. В связи с ростом промышленности возрастает роль локальных мониторинговых исследований.

В Старооскольском и Губкинском городских округах ежедневно ведется контроль за состоянием атмосферного воздуха, водных объектов и почв комплексной лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды в г. Старый Оскол Белгородской ЦГМС – филиал «Центрально-Черноземное УГМС», также система учета за состоянием окружающей среды внедрена на всех крупных градообразующих предприятиях.

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу достаточно разнообразен и зависит от специфики производства, технологии и климатических условий.

Установлены предельно-допустимые концентрации ($ПДК_{с.с.}$ среднесуточные) для следующих химических элементов: сернистый ангидрид, углерода оксид, оксиды азота, углеводороды, железа оксид, соединения марганца и др. Загрязняющие вещества при поступлении в воздушную среду обладают способностью к трансформации, т.е. в результате химического взаимодействия друг с другом зачастую образуют более токсичные соединения, чем исходные компоненты. Состав групп суммации зависит от выбрасываемых одновременно загрязняющих веществ, их химической активности и присутствия фоновых концентраций загрязняющих веществ.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха городов Белгородской области дана в соответствии с существующими нормами предельно-допустимой концентрации (ПДК) высоких и экстремально-высоких уровней загрязнения.

Тяжелые металлы. В течение года отобраны пробы для проведения анализов на содержание тяжелых металлов (железо, марганец, медь, никель, хром, цинк, свинец) в атмосферном воздухе. Превышения ПДК не выявлены. Средние концентрации составили : свинец -0,0084 мкг/м^3 (ПДК 0,3 мкг/м^3), железо - 2,174 мкг/м^3, медь – 0,0679 мкг/м^3 (ПДК –

2,0 мкг/м^3), цинк – 0,0839 мкг/м^3 (ПДК – 50 мкг/м^3), марганец – 0,0549 мкг/м^3 (ПДК 1,0 мкг/м^3), никель – 0,0028 мкг/м^3 (ПДК 1,0 мкг/м^3), хром – 0,0111 мкг/м^3 (ПДК 1,5 мкг/м^3)

Перечень и количество загрязняющих веществ, разрешенных к выбросу в атмосферу приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень и количество загрязняющих веществ, разрешенных к выбросу в атмосферу

Наименование загрязняющих веществ	Суммарный выброс, ПДВ, т/год
Железо (11), (111) оксиды, железо оксид (пыль) в переводе на Fe	0,3272340
Кальций оксид, негашеная известь	0,0021900
Марганец и его соединения	0,0249360
Азота диоксид; Азот (IV) оксид	11,850598
Азота оксид, Азот (II) оксид	0,0149100
Кислота серн., Ангидрид серный, Серы триоксид (по молекуле H_2SO_4)	0,0051600
Сажа, углерод черный	0,7141126
Ангидрид сернистый, серы диоксид	0,2860000
Сероводород; Дигидросульфид	0,0000415
Углерода оксид	30,865078
Фтористые соед. газообраз., фтористый водород (по фтору)	0,0204800
Фтористые соед. хор. раств. неорг. фториды (по фтору)	0,0001400
Фтористые соед., плохо раств. неорганич. фториды	0,0029000
Диметилбензол; Ксилол (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,0332600
Спирт н-бутиловый, Бутан-1-ол	0,0110090
Спирт изобутиловый	0,0110090
Бензин нефтяной, малосернистый, в, пер.на углерод	0,1563750
Уайт-спирит	0,0440330
Углеводороды предельные C_{12}-C_{19}	0,0148286
Эмульсон; Эмульсол	0,0064410
Пыль неорганич., SiO_2 >70%	0,1865150
Пыль неорганич., SiO_2 20-70%	46,5545945
Пыль абразивная, корунд белый, монокорунд	0,0298000
Пыль древесная	0,0690750
Пыль резины на основе метилвинилдихлорсилана (по летуч. хлорсодержащим)	0,0871000
Всего	91,317821

В таблице 2 приведены выбросы загрязняющих веществ горными предприятиями г.

Губкина за 5 лет.

Таблица 2. - Выбросы загрязняющих веществ горными предприятиями г. Губкина за 5 лет

№	Наименование предприятия	Выбросы вредных веществ (тыс, тонн/год)				
		2014	2015	2016	2017	2018
1	АО «Лебединский ГОК»	16,35	14,47	20,89	21,7	17,5
2	АО «Комбинат КМАруда»	0,098	0,1	0,1	0,1	0,98

Мы видим положительную динамику уменьшения выбросов. На предприятиях ведется большая работа по снижению техногенного влияния на окружающую среду.

Список литературы

1.Научная электронная библиотека научных и технических журналов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elibrary.ru

2.Жилинкова А.П., Серпуховитина Т.Ю.Экономическое стимулирование природоохранной деятельности, как один из показателей стабильности региона.// Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2014 г. - №8.- С.243 – 250. – Москва, 2014.

3. Лазарев Р.А. Формирование стратегии устойчивого развития градообразующего предприятия // Лазарев Р.А. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2004

4. Мониторинг качества атмосферного воздуха на территории Старооскольско-Губкинского промышленного района Левина Т.А., Серпуховитина Т.Ю. Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Сборник материалов Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. Ред.кол. Ю.И. Еременко, Е.В. Ильичева, Л.Н. Крахт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, М.С. Демьяненко. 2018. С. 201-205.

СЕКЦИЯ: ГОРНОЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.03

ЗАЩИТА АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ОТ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Авдеев В.И., Подгорный И.Е.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm_sti_misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240

Аннотация. Рассмотрены внешние воздействующие факторы, действующие на оборудование металлургического и смешанного производства; факторы, влияющие на коэффициент виброизоляции виброзащитной платформы. Представлены значения ускорений объекта, полученные расчетом в универсальном комплекса «ЗЕНИТ-95», реализующем метод конечных элементов.

Ключевые слова: внешние воздействующие факторы; синусоидальная вибрация; стойкость оборудования; коэффициент виброизоляции; «Зенит – 95».

PROTECTION OF MANAGEMENT AND MONITORING EQUIPMENT IN METALLURGICAL PRODUCTION FROM VIBRATION INFLUENCE

Avdeev V.I., Podgorny I.E.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol

Annotation. The external influencing factors acting on the equipment of metallurgical and mixed production; the factors influencing the coefficient of vibration isolation of the vibration-proof platform are considered. The values of object accelerations obtained by calculation in the universal complex Zenit-95, implementing the finite element method are presented.

Keywords: external influencing factors; sinusoidal vibration; equipment durability; vibration isolation coefficient; Zenit-95.

Машины, оборудование и технические изделия металлургических и горных предприятий работают в тяжелых условиях при изменяющихся механических нагрузках и действии внешних воздействующих факторов (ВВФ). Механические ВВФ группируют по унифицированным группам, различным по уровню вибрационного и ударного воздействия.

ГОСТом 30631-99 [1] регламентировано, что оборудование металлургического производства, такое как щиты, шкафы, пульты управления и контроля, места установки теплогенерирующих и контрольных приборов, работающих при незначительном и

малозначительном, обычном уровне вибраций (до 2,5 м/с^2) в частотном диапазоне 0,5-100 Гц без ударов относят к группе механического исполнения М39. Эти же изделия при том же уровне вибраций и незначительном уровне ударных воздействий (пиковое ударное ускорение до 30 м/с^2, действующее в течение 2-20 мс) относят к группе М40. Корпуса роликовых конвейеров отнесены к группе М42, нажимные винты прокатного оборудования к группе М4, литейные машины к группе М11, формовочные машины к группе М16. Оборудование смешанного производства: прессы, молоты, вибромолоты, вибраторы относят соответственно к группам М9, М10, М14, М15.

В таблице 1 приведены номинальные значения ВВФ для вышеперечисленного оборудования.

Таблица 1

Номинальные значения ВВФ

Группа механического исполнения	Синусоидальная вибрация		Одиночные удары		Многократные удары	
	Диапазон частот, Гц	Max амплитуда ускорения, м/с^2	Пиковое ударное ускорение, м/с^2	Длительность действия ускорения, мс	Пиковое ударное ускорение, м/с^2	Длительность действия ускорения, мс
М4	0,5-100	5	-	-	30	2-20
М9	0,5-100	20	-	-	150	2-20
М10	0,5-100	20	-	-	750	2-6
М11	0,5-80	50	-	-	400	2-10
М13	0,5-100	1,2	-	-	-	-
М14	0,5-55	1500	-	-	-	-
М15	0,5-200	250	-	-	70	2-20
М16	0,5-55	80	-	-	-	-
М38	0,5-100	1,1	30	2-20	-	-
М39	0,5-100	2,5	-	-	-	-
М40	0,5-100	2,5	30	2-20	-	-
М42	0,5-100	5	70	2-20	-	-

Контрольно-измерительная и управляющая процессами аппаратура находится на машинах или в непосредственной близости от них, расположена в шкафах или боксах управления. Вибрации и удары (механические ВВФ), возникающие при работе оборудования (табл. 1), передаются на шкафы управления и в случае установки шкафа на оборудовании, и в случае установки шкафа на строительной конструкции. Машины, оборудование и технические изделия должны обладать стойкостью, устойчивостью и прочностью при воздействии ВВФ той группы, к которой они отнесены [1].

Для обеспечения стойкости оборудования (начинки) щитов, шкафов, пультов управления и контроля к механическим ВВФ целесообразно устанавливать щиты, шкафы, пульты управления и контроля на виброизоляционные платформы, так как механические ВВФ считают приложенными к изделию в местах его крепления [1].

В пассивной системе виброизоляции (рис. 1), состоящей из основания 1, изолируемого объекта 2 массой m, упругих 3 и демпфирующих связей 4, уравнение движения объекта 2 имеет вид

$$m\ddot{x} + \alpha(\dot{x} - \dot{\xi}) + c(x - \xi) = 0 \qquad (1)$$

где x – смещение объекта, м;

ξ - смещение основания, м;

c – жесткость упругих связей;

α - коэффициент вязкого трения, Нс/м.

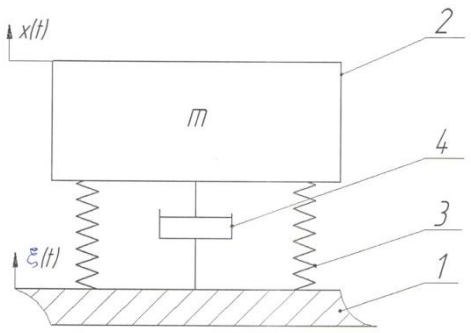


Рис.1. Расчетная схема виброизоляционной платформы

При гармоническом возбуждении смещение основания задают выражением

$$\xi = a\cos\omega t \qquad (2)$$

смещение объекта соответствует формуле

$$x = A\cos(\omega t - \varphi) \qquad (3)$$

коэффициент виброизоляции определяют как

$$\gamma = \frac{\ddot{x}}{\ddot{j}} = \frac{\sqrt{1 + 4n^2\omega^2 / p^4}}{\sqrt{(1 - \omega^2 / p^2)^2 + 4n^2\omega^2 / p^4}} \qquad (4),$$

где a и A – амплитуды перемещений основания и изолируемого объекта;

$\ddot{j}$ и $\ddot{x}$ - ускорения основания и изолируемого объекта;

ω, $с^{-1}$ – угловая частота колебаний возмущающей силы;

p, $с^{-1}$ - собственная частота колебаний системы;

t – время; $n = \alpha/2m$.

Выражения (1-4) известны в литературе, например в [3]. На рис. 2 показаны графики зависимости коэффициента виброизоляции γ от ω/p. Можно выделить 3 характерные зоны: I – дорезонансная зона $\omega < p$; II – резонансная зона $\omega \approx p$; III – зарезонансная зона $\omega > p$.

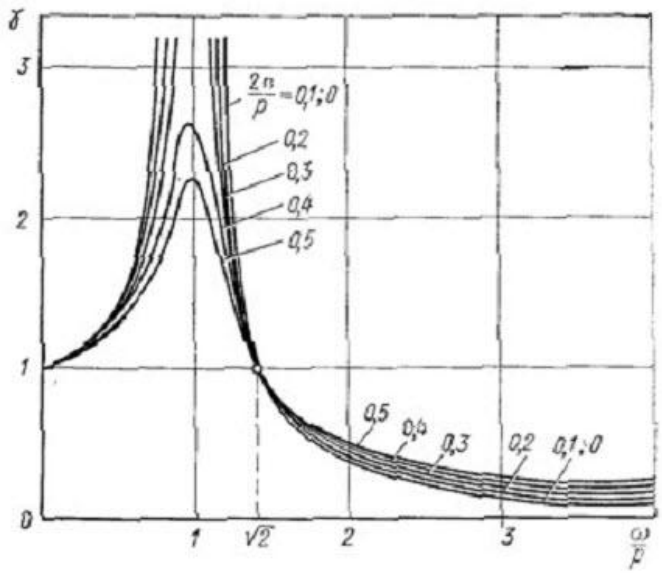


Рис.2. Зависимости коэффициента виброизоляции γ от ω/p

На рис. 2 видно, что демпфирование не оказывает существенного влияния на величину перемещений при $\omega > p$. Поэтому подбор жесткости системы виброизоляции целесообразно выполнять без учета демпфирования на основании формулы, полученной из (4) при n=0

$$\gamma = \frac{1}{1 - \omega^2 / p^2} \qquad (5)$$

Система виброизоляции эффективна ($\gamma < 1$) в зоне III при выполнении условия

$$\omega/\mathrm{p} \triangleright \sqrt{2} \qquad (6)$$

или

$$\mathrm{p} \triangleleft \omega/\sqrt{2} \qquad (7)$$

Известно, что жесткость системы

$$c = p^2 / m \qquad (8)$$

Таким образом, задавшись основной несущей частотой синусоидальной вибрации по условию (7) можно определить частоту собственных колебаний виброзащитной платформы, снижающей ускорения объекта в γ раз, и по формуле (8) при известной массе защищаемого оборудования – жесткость виброзащитной платформы с линейной характеристикой.

Для группы М39 максимальная амплитуда ускорения синусоидальной вибрации в диапазоне частот 0,5…100 Гц соответствует 2,5 м/с^2 (табл. 1). Дважды продифференцировав выражение (2) получено

$$\ddot{\xi} = a\omega^2 \cos \omega t \qquad (9)$$

Из выражений (2) и (9) следует, что каждой частоте вибрации ω соответствует величина амплитуды перемещения основания ξ, при которой основанию будет сообщено ускорение с максимальной амплитудой $\ddot{\xi}$ = 2,5 м/с^2. Величины амплитуды перемещений основания с ускорением 2,5 м/с^2 на частотах 0,5… 25 Гц представлены в табл. 2.

Таблица 2

Частота ω, Гц	0,5	1	2	3	4	5	10	15	20	25
Перемещение основания ξ, мм	253	63,4	15,8	7,04	3,96	2,54	0,63	0,28	0,16	0,1

Из опыта эксплуатации известно, что амплитуда перемещений при вибрациях шкафов и боксов управления не может составлять десятки и сотни мм, и как правило, ограничивается величиной порядка нескольких мм. Принимая частоту 2,5 Гц граничной (коэффициент виброизоляции γ = 1) при ускорении 2,5 м/с^2 и максимальной амплитуде перемещений 10 мм, по выражению (6) определили собственную частоту системы.

$$\text{р} = \omega/\sqrt{2} = 2{,}5/\sqrt{2} = 1{,}77 \text{ Гц}.$$

На рис. 3 представлена расчетная модель разработанной виброизоляционной платформы (габариты платформы 600х1000х110 мм) с цилиндрическими пружинами сжатия. Масса изолируемого объекта (шкафа управления) составляет 250 кг.

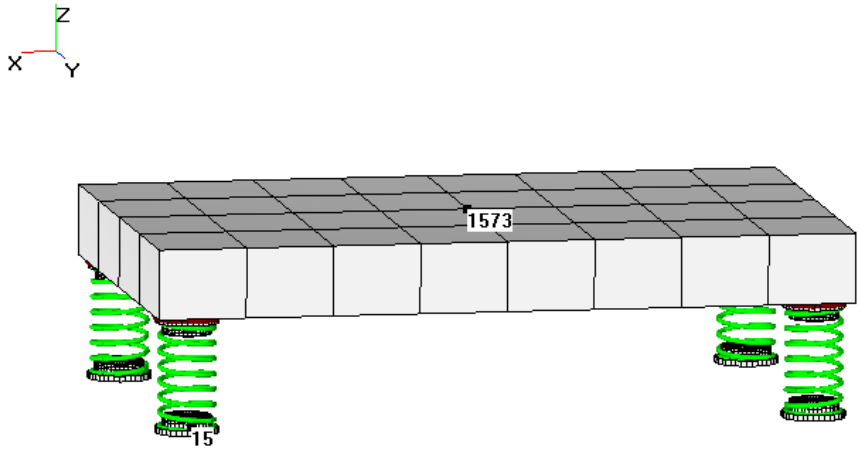
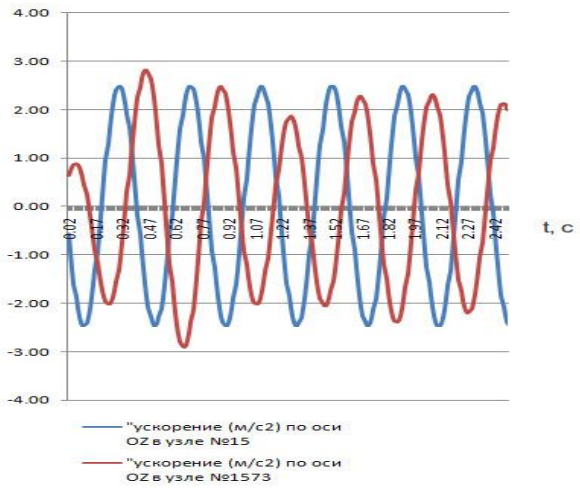
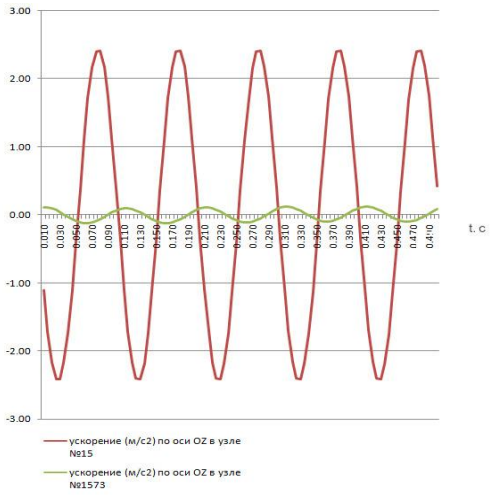


Рис. 3. Расчетная модель виброизоляционной платформы:
1 – основание; 2 – изолируемый объект; 3 – пружины; 4 – узлы КЭ модели №15 и №1573

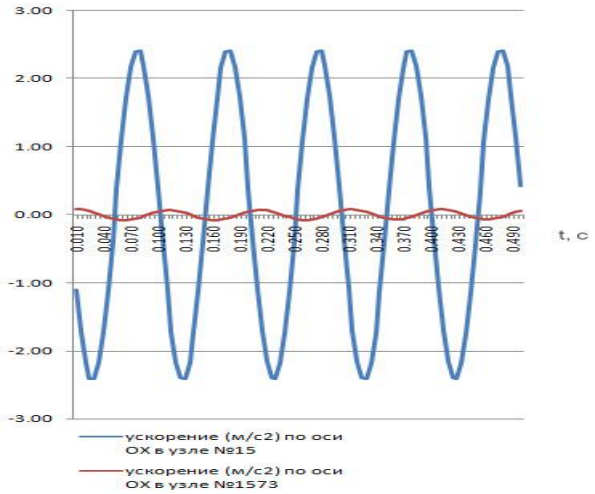
Расчет частот и форм собственных колебаний, ускорений точек основания (узел №15) и оборудования (узел №1573) выполнен с использованием многоцелевого универсального программного комплекса Зенит-95 [4]. Первые собственные частоты колебаний изолируемого объекта по осям *x*, *y* и *z* глобальной системы координат (ГСК) соответственно составили 1,41 Гц, 1,23 Гц, 1,73 Гц. Результаты расчетов ускорений на частотах 2,5 Гц ($\gamma \approx 1$) и 10Гц $\gamma < 1$по оси *z* ГСК представлены на рис. 4. Коэффициент виброизоляции γ по оси *z* на частоте 10 Гц менее 0,031. Результаты расчетов ускорений на частоте 10 Гц по горизонтали (по осям *x* и *y* ГСК) представлены на рис. 5. Коэффициенты виброизоляции γ менее 0,03.

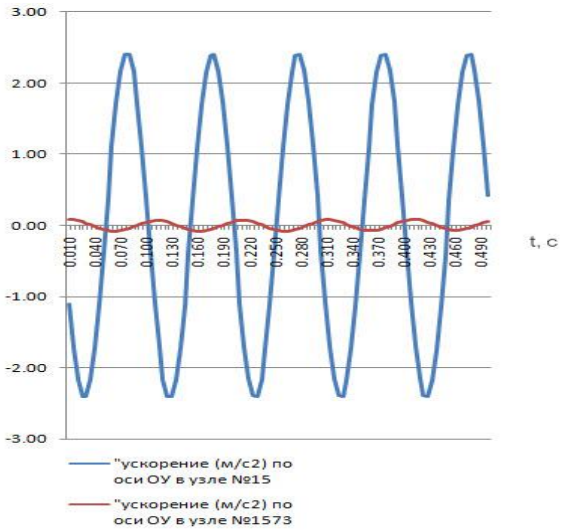




а) – частота 2,5 Гц б) – частота 10 Гц

Рис. 4. Амплитуды ускорений точек основания и платформы по оси *z*





а) – частота 10 Гц б) – частота 10 Гц

Рис. 5. Амплитуды ускорений точек основания и платформы по осям *x* и *y*

Разработанная виброизоляционная платформа с цилиндрическими пружинами сжатия для шкафов и боксов, выполненных по группе механического исполнения М39, снижает вибрации на защищаемом оборудовании на частотах более 2,5 Гц по трем координатам (*x*, *y*, *z*).

Список литературы

1. ГОСТ 30631-99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации.

2. ГОСТ 30630.1.1-99 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и другим технических изделий. Испытания на воздействия вибраций.

3. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний: Учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 408с.

4. Программа ЗЕНИТ-95. Регистрационный номер паспорта 148 ГАН РФ от 20.02.2003.

УДК 621.6.07

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧАСТОТ И ФОРМ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЁМКОСТИ С ЖИДКОСТЬЮ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЗАДАНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «ЗЕНИТ -95»

Авдеев В.И, Подгорный И.Е.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm_sti_misis@mail.ru,+7 (4725) 45-12-00 доб. 240

Аннотация. Рассмотрены результаты расчетов частот и форм собственных колебаний ёмкости с жидкостью при различных способах задания жидкости. Расчеты выполнены в программном комплексе «Зенит -95».

Ключевые слова: емкость с жидкостью; частоты собственных колебаний; формы собственных колебаний; расчет на вибропрочность; расчет на сейсмостойкость; «Зенит – 95».

COMPARATIVE ASSESSMENT OF FREQUENCIES AND FORMS OF OWN CAPACITIES WITH LIQUID FOR VARIOUS WAYS OF TASK OF LIQUID IN THE «ЗЕНИТ -95» SOFTWARE COMPLEX

Avdeev V.I., Podgorny I.E.

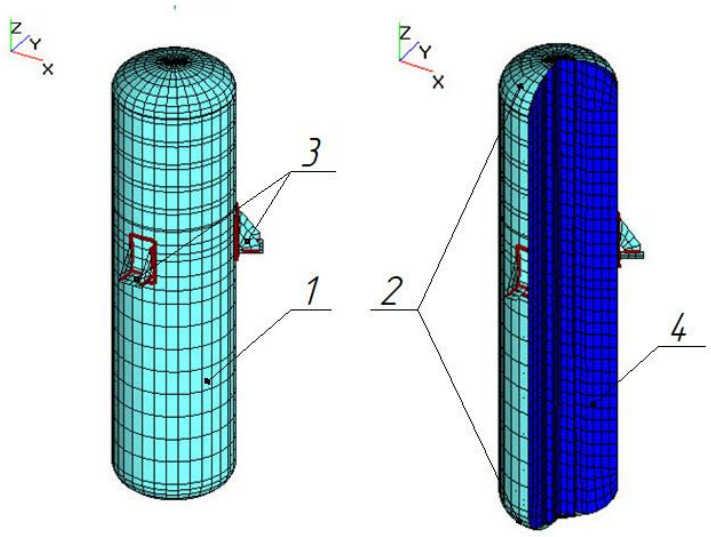
StaryOskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, StaryOskol

Annotation. The results of calculations of the frequencies and forms of natural oscillations of the capacitance with a liquid are considered for various methods of specifying a liquid. The calculations were performed in the Zenit – 95 software package.

Keywords: capacity with liquid; frequencies of natural vibrations; forms of natural vibrations; calculation for vibration resistance; calculation for earthquake resistance; Zenit-95.

Для оценки прочности оборудования и трубопроводов атомных электростанций, в соответствии с Нормами [1, 2] выполняют расчеты, одними из которых являются поверочные расчеты оборудования на прочность при сейсмических воздействиях и расчет на вибропрочность. Составная часть данных расчетов – определение собственных частот колебаний. Собственные частоты колебаний сложных объектов можно определить с использованием универсальных расчетных комплексов, реализующих метод конечных элементов (КЭ), например «Зенит-95», разработчик ООО «ДИП» г. Санкт-Петербург. От выбора КЭ-модели или расчетной схемы существенным образом зависят и результаты расчетов.

В работе рассмотрена емкость, состоящая из обечайки и эллиптических днищ толщиной по 6 мм. Емкость заполнена жидкостью (вода). Масса пустой емкости составляет 150 кг, жидкости в емкости при полном заполнении - 210 кг. КЭ-модель емкости представлена на рис. 1.



а) – общий вид б) – вид с разрезом

Рис.1. КЭ-модель емкости

1 - обечайка; 2- эллиптические днища; 3 – опоры (3 шт.); 4 – жидкость

Реализованы 2 варианта расчетных схем, различных по способу задания жидкости в моделях.

Вариант 1: Для оценки влияния жидкости на динамическую реакцию бака в соответствии с п. 2.3.2.4 приложения 9 [1] и п. 1 приложения 5 [2] принято, что присоединенная масса равна массе жидкости в резервуаре. Рассмотрено две расчетные схемы, отличающиеся распределением присоединенной массы. Для расчетов напряженно деформированного состояния (НДС) от горизонтальных сейсмических воздействий масса жидкости смоделирована в виде массы, распределенной по высоте обечайки (расчетная схема 1). Для расчетов НДС от вертикальных сейсмических воздействий масса жидкости смоделирована в виде массы, распределенной по нижнему эллиптическому днищу бака (расчетная схема 2).

Вариант 2: Жидкость в модели (расчетная схема 3) задана объемными конечными элементами со свойствами жидкости, имеющими контакт со стенками бака и днищ (рис. 1б).

В результате расчета в частотном диапазоне 0…200 Гц получены частоты и формы собственных колебаний. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ формы колебаний емкости с жидкостью	Частоты собственных колебаний, Гц		
	Вариант 2	Вариант 1	
	Емкость с жидкостью	Масса жидкости распределена по обечайке	Масса жидкости распределена по днищу
1	110	-	-
2	137	134*	66,4*
3	139	136*	67,2*
4	161	-	-
5	162	-	-
6	184	-	-
7	184	-	-
8	192	-	-
9	197	-	-

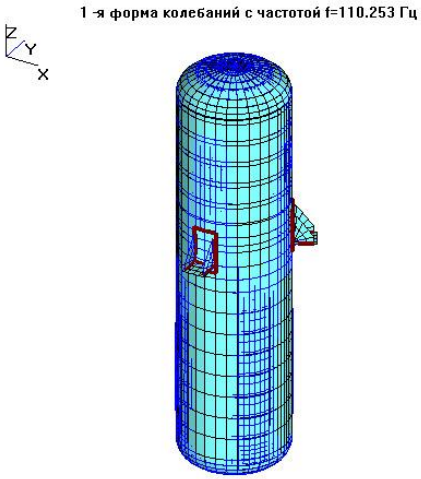
* - значения частот расположены в строке, в которой формы колебаний по варианту 1 совпадают с формами колебаний по варианту 2.

Как видно из результатов расчетов (табл. 1), большее количество расчетных собственных частот колебаний получено в расчетной схеме 3 по варианту 2 (жидкость задана объемными конечными элементами со свойствами жидкости, имеющими контакт со стенками бака и днища). Расчетная схема по варианту 2 принята за основу. Анализ результатов расчетов показал, что реализация расчетной схемы по варианту 2 позволила обнаружить дополнительно 1-ую форму колебаний, а также формы колебаний с 4-ой по 9-ю. Первая и девятая формы колебаний – колебания по оси z ГСК (рис. 2). В первом варианте в рассматриваемом частотном диапазоне форм колебаний по оси z не обнаружено. Формы колебаний 4-9 – угловые колебания емкости относительно ее опор.

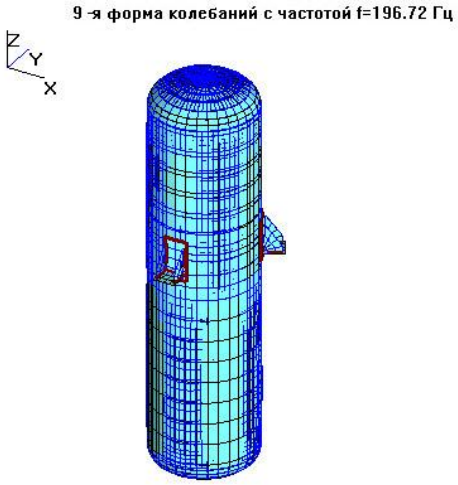
Близкие к расчетным частотам колебаний (рис. 3а, 3б) получены частоты по варианту 1 (рис. 3в, 3г). Однако в результатах расчета модели по варианту 1 не обнаружены 1-я, 4-я – 9-я формы колебаний

В расчетной схеме 2 по варианту 1 (масса жидкости смоделирована в виде массы, распределенной по эллиптическому днищу бака) частоты 66,4 Гц и 67,2 Гц, на которых возникают формы собственных колебаний, эквивалентные формам 2 и 3 варианта 2 (рис. 3а,

3б), частоты не совпадают с частотами, полученными по варианту 2 (таблица 1). Формы колебаний на частотах 66,4 Гц и 67,2 Гц возникли из-за смещения центра масс КЭ – модели вниз (масса жидкости распределена по днищу), не соответствуют реальному объекту и должны быть исключены из расчета.

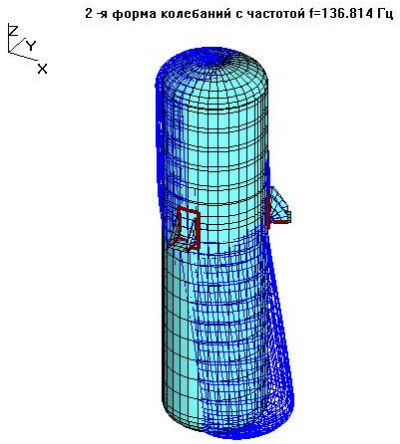


а) – первая форма колебаний

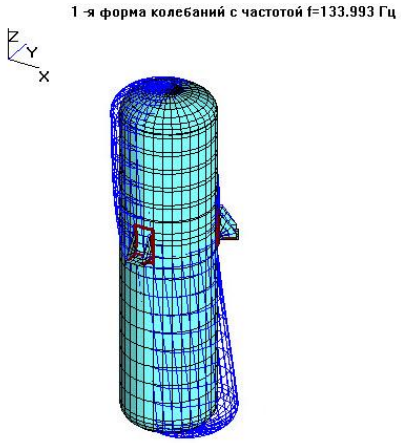


а) – девятая форма колебаний

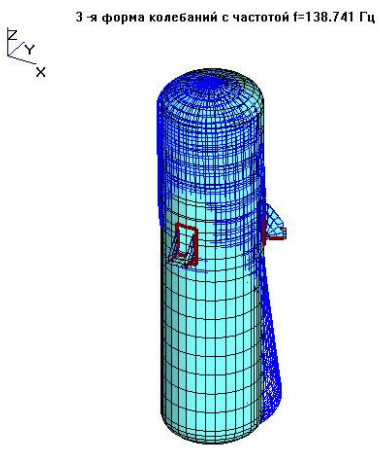
Рис.2. Формы колебаний модели с жидкостью, смоделированной КЭ

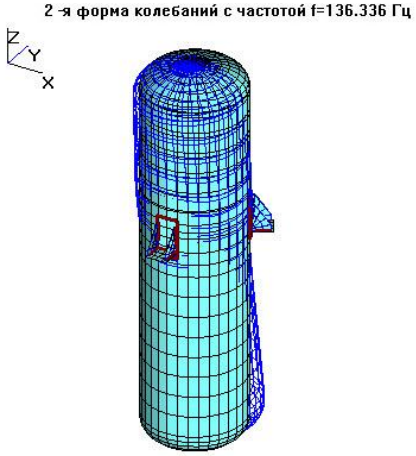


а) – вторая форма вариант 2



в) – первая форма вариант 1





б) – третья форма вариант 2 г) – вторая форма вариант 1

Рис.3. Формы колебаний моделей по вариантам 2 и 1

Следует отметить, что при расчете по варианту 2 при неполном заполнении бака жидкостью можно обнаружить формы колебаний жидкости. Первая форма колебаний жидкости в баке, заполненном до верхнего эллиптического днища, показана на рис. 4.

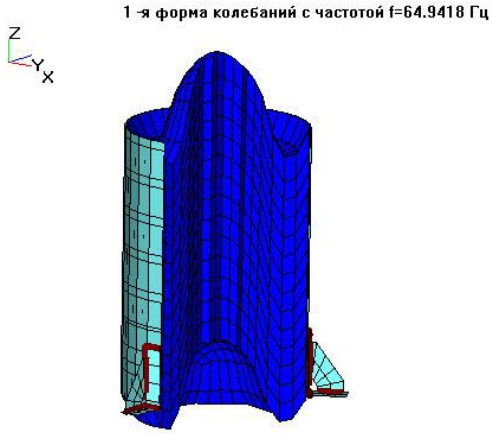


Рис. 4. Формы колебаний модели с жидкостью, смоделированной КЭ

Таким образом, КЭ-модели емкости с жидкостью, смоделированной в виде масс, распределенных по высоте обечайки (для расчетов НДС от горизонтальных сейсмических воздействий) и по днищу бака (для расчетов НДС от вертикальных сейсмических воздействий), показывают расхождение по частотам и формам колебаний с моделью, в которой жидкость задана объемными конечными элементами, распределенными по занимаемому объему и имеющими контакт со стенками и днищами бака. Этот факт указывает на некоторую неадекватность подхода, реализованного по варианту 1. Подход, реализованный в варианте 2 (жидкость смоделирована объемными конечными элементами, распределенными по занимаемому объему и имеющими контакт с поверхностью бака;

конечные элементы жидкости имеют свойства жидкости) более полно отражает динамические процессы заполненной емкости, позволяет определить большее количество частот и форм колебаний бака и жидкости в баке. Расчетные данные частот и форм колебаний могут быть использованы в дальнейших расчетах на сейсмостойкость, прочность при воздействии ударной волны, расчетах на вибропрочность.

Список литературы

1. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-002-86) / Госатомэнергонадзор СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 525 с.

2. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. НП-031-01

3. Программа ЗЕНИТ-95. Регистрационный номер паспорта 148 ГАН РФ от 20.02.2003.

УДК 621

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РОЛИКОВ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

Авдеева Н.Е.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, tomm_sti_misis@mail.ru

Аннотация. Повышение стойкости роликов отечественных машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) во многом сдерживается из-за несовершенства применяемых на МНЛЗ технических разработок и математического описания закономерностей, в соответствии с которыми осуществляется регламентирование и целенаправленное воздействие на стойкость роликов. Высокая фактическая стойкость роликов зарубежных МНЛЗ свидетельствует об имеющихся резервах в повышении их стойкости на стадиях изготовления и восстановления, а также в процессе эксплуатации. В связи с изложенным выявление резервов в повышении стойкости роликов МНЛЗ и разработка научно обоснованных путей их реализации является актуальной научно-технической задачей, имеющей существенное значение для экономики страны, что особенно важно для рыночных условий.

Ключевые слова: машина непрерывного литья заготовок; ролики; долговечность; износостойкость; теплостойкость.

FACTORS AFFECTING THE WEAR RESISTANCE OF CONTINUOUS CASTING MACHINE ROLLERS

Avdeeva N.E.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol

Annotation. Increase of resistance of rollers of domestic casters in many respects is restrained because of imperfection of the technical developments applied on casters and the mathematical description of regularities according to which regulation and purposeful influence on durability of rollers is carried out. High actual durability of rollers of foreign CCM testifies to available reserves in increase of their durability at stages of production and restoration, and also in the course of operation. In connection with the above, the identification of reserves in improving the durability of caster rollers and the development of scientifically sound ways of their implementation is an urgent scientific and technical task that is essential for the country's economy,

which is especially important for market conditions.

Keywords: continuous casting machine; rollers; durability; wear resistance; heat resistance.

Требования к качеству непрерывнолитого слитка все больше возрастают, и это определяет значительный технический прорыв в области техники и технологии металлургического производства, в первую очередь, это касается усовершенствования технологии и повышения эксплуатационных характеристик оборудования. Усовершенствование оборудования относятся не только к основным технологическим агрегатам, таким как машины непрерывной разливки, стали, но и к специальным металлургическим транспортирующим машинам.

Главной частью технологического оборудования машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) является роликовая проводка. Ролики МНЛЗ – это основной рабочий инструмент для предания формы слитку металла. Ролики постоянно подвержены воздействию повышенной температуры, циклическим и механическим нагрузкам, агрессивной среде. Постоянное воздействие этих факторов на поверхность роликов, приводит к нарушению геометрии ролика, образованию трещин на поверхности роликов и износ посадочных мест ролика, что влияет на производительность линий МНЛЗ и качество выпускаемой продукции. Поэтому моделирование условий эксплуатации роликов МНЛЗ и разработка методик диагностирования их состояния и работоспособности представляют собой весьма актуальную задачу.

В настоящее время задачами большинства исследований и научных разработок являются увеличение производительности и снижение затрат на обслуживание действующих МНЛЗ, в связи с этим весьма актуальна проблема повышения долговечности роликов МНЛЗ – наиболее металлоемких и дорогостоящих, но недостаточно стойких деталей.

В процессе эксплуатации кроликам МНЛЗ предъявляются требования высокой прочности, а поверхностный слой роликов, контактирующий с кристаллизующейся непрерывно - литой заготовкой, должен стойко сопротивляться коррозионно-механическому изнашиванию и циклическим тепловым нагрузкам.

Для решения проблем повышения долговечности роликовой проводки МНЛЗ и улучшения качества непрерывно-литой заготовки необходим комплексный подход, в основе которого лежат следующие положения:

1. Исследование факторов, влияющих на износ роликовой проводки и на качество непрерывно - литого слитка.

2. Контроль основных эксплуатационных параметров МНЛЗ и поддержание их в пределах соответствующих допусков.

3. Совершенствование технологии и оборудования для контроля основных эксплуатационных параметров МНЛЗ.

4. Создание высокопрочных и износоустойчивых конструкций роликов.

Произведем аналитический обзор причин износа роликов МНЛЗ, расположенных на горизонтальном участке после зоны вторичного охлаждения до резки (тянущие валки (ролики)) эксплуатирующиеся на Оскольском электрометаллургическом комбинате (ОЭМК). Ролики изготовлены из стали из стали 20Х13. Ролики различных типоразмеров (220, 240, 270, 330 мм), холостые и приводные, располагаются в секциях и блоках. Они составляют полотно, по которому движется непрерывно-литая заготовка.

Ролики демонтируются с МНЛЗ из-за следующих дефектов: деформации или поломки ролика, сползания бандажей с осей, появления и развития трещин на поверхности бочки ролика, образования сетки разгара, отслоения фрагментов наплавленного слоя, чрезмерного износа, разрушения или заклинивания опорных подшипников. Вид отказов роликов существенно зависит от того, на каком участке МНЛЗ и в каких блоках или секциях они смонтированы, обусловленных тремя основными факторами:

Первый фактор влияющий на износ роликов повышенная рабочая температура поверхности: у тянущих роликов она достигает 500°С, а у роликов, входящих в поддерживающие и разгибающие секции, 670-750°С. Этот тепловой режим обеспечивается нагревом вследствие контакта с горячим металлом и охлаждением проточной водой, проходящей в центральном отверстии ролика, а также струями воды на слиток и поддерживающие ролики. При повреждении системы внутреннего охлаждения ролика происходит его перегрев и ускоренный выход из строя.

Температурный предел для нормальной работы роликов МНЛЗ (из стали 25Х1МФ) 500°С. После его превышения снижаются механические свойства, возрастают осевые температурные напряжения, приводящие к деформации роликов и возникновению в них поперечных трещин, уменьшаются пределы текучести и прочности. Кроме того, при температуре 800°С отмечено появление сетки разгара, приводящей в итоге к появлению брака.

В процессе работы роликов МНЛЗ из-за температурных воздействий происходит их частичный отпуск, что ухудшает их механические свойства. В стали марки 25Х1МФ при температуре выше 700°С ухудшение механических свойств, проявляющееся в снижении временного сопротивления разрыву и твердости, объясняется укрупнением карбидов,

увеличением размера зерна и обеднением твердого раствора легирующими элементами, особенно молибденом.

Ведущим фактором температурного разрушения роликов является термическая усталость рабочей поверхности. Трещины термической усталости на поверхности возникают после определенного числа термических циклов. Являясь концентраторами напряжений, они способствуют распространению трещин вглубь тела ролика с последующим слиянием их в магистральную трещину, вызывая разрушение ролика. Данные по величине критических размеров трещин при эксплуатации роликов МНЛЗ и механизме их распространения в настоящее время отсутствуют.

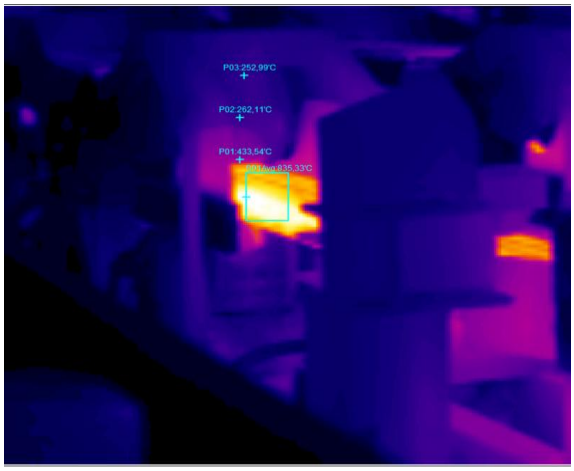


Рис. 1. Результаты измерения температуры слитка и холостого ролика ППУ МНЛЗ-6

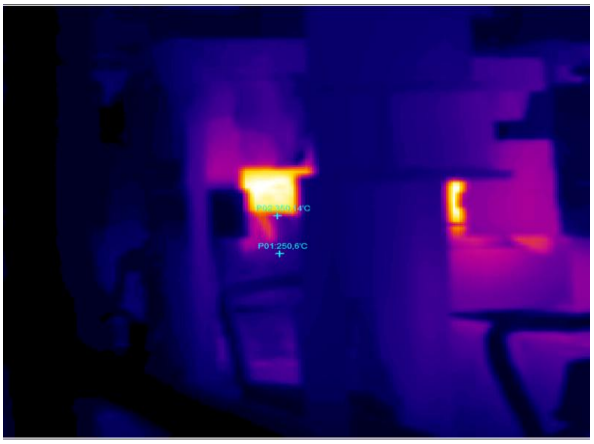


Рис. 2. Результаты измерения температуры приводного ролика ППУ МНЛЗ-6

Визуальное обследование роликов МНЛЗ после их демонтажа показало, что рабочие поверхности роликов включают участки с сеткой разгара, с локальным микрорельефом, с налипшей окалиной. Общий вид участков роликов МНЛЗ с сеткой разгара показан на рис. 3 и на рис. 4. [8]

Второй фактор – силовой. Он создается изгибающими моментами от распределенной

нагрузки в виде давления столба жидкого металла и при изгибе слитка, а также крутящим моментом тянущих роликов. В пересчете на сосредоточенную нагрузку в центре длины бочки ролика усилие изгиба достигает 16 т.

По результатам исследований можно сделать предположительный вывод о причине возникновения того или иного дефекта и его влиянии на качество непрерывно - литого слитка.



Рис. 3. Вид характерного излома ролика



а) б)

Рис. 4. Фото сетки разгара: а – в центральной части бочки ролика МНЛЗ; б – в периферийной части бочки ролика МНЛЗ

Основными дефектами роликовой проводки, по результатам анализа полученных данных замеров, являются:

- Отклонение величины раствора роликов. Основными причинами данного дефекта могут являться износ и изгиб роликов, деформация опорных прокладок роликов и секций, неточная настройка величины раствора, нарастание на бочках роликов грязи и окалины. Данный дефект, с точки зрения влияния на качество непрерывно - литого слитка и причин возникновения трещин, можно считать одним из основных. Максимальная величина отклонения может достигать в отдельных (аварийных) случаях 19,5 мм, как в сторону увеличения раствора, так и в сторону его уменьшения.
- Изгиб роликов. Основная причина - аварийные остановки или резкие изменения скорости вытягивания слитка, которые приводят к неравномерному нагреву поверхности

ролика и возникновению температурных деформаций. Максимальная величина изгиба может достигать 18,8 мм. При вращении изогнутых роликов происходит циклическое изменение величины раствора между ними, что приводит к возникновению дефектов слитка.

- Отклонение бочек роликов от горизонтальной плоскости. Основные причины - неточная настройка при монтаже, нарастание на бочках роликов грязи и окалины, деформация опорных прокладок в процессе эксплуатации и износ подшипников. Максимальная величина отклонения может достигать 9,7 мм. Данное отклонение может приводить к возникновению дефектов поверхности непрерывно - литого слитка и искажению геометрических размеров его поперечного сечения.
- Несоосность соседних секций. Основные причины - неточная настройка технологической оси при монтаже, износ и изгиб роликов, деформация опорных прокладок в процессе эксплуатации. Максимальная величина несоосности может достигать 11,6 мм.
- Несоосность роликов в пределах одной секции. Основные причины - неточная настройка раствора роликов, износ и изгиб роликов, деформация опорных прокладок в процессе эксплуатации. Максимальная величина несоосности может достигать 6,8 мм. При перемещении слитка по участкам роликовой проводки с отклонениями технологической оси в нем возникает дополнительный изгибающий момент, который может привести к возникновению дефектов, а также значительным образом влияет на износ роликов. Таким образом, существенно снижается ресурс секций, и, следовательно, растет себестоимость продукции из-за возрастания затрат на ремонт.
- Заклинивание роликов. Основная причина - выход из строя подшипников. При вытягивании слитка заклиненный ролик может привести к возникновению поверхностных дефектов и даже к аварийной остановке машины. Таким образом, существенно возрастает время аварийных простоев МНЛЗ и ухудшается качество поверхности непрерывно – литой заготовки.

Третий фактор – охлаждающая паровоздушная среда, образующаяся в результате непрерывного струйного охлажденияречной водой высокотемпературной поверхности роликов и слитка. При контакте с горячим металлом водяной пар частично диссоциирует, образуя водород и кислород, а также выделяет другие примесные элементы, входящие в состав речной воды (Cl, S и др.), что создает слабоагрессивную среду.

Одной из самых сложных проблем, с которой сталкиваются в период эксплуатации роликов, является образования слоя накипи и отложений на стенках трубок, что резко

снижает эксплуатационные свойства оборудования.

Наличие отложений на поверхности теплообменного металлургического оборудования приводит к следующим негативным последствиям:

- снижению тепловой производительности, связанному с падением фактических коэффициентов теплопередачи вследствие роста термического сопротивления;
- увеличению температурных напоров теплообменном оборудовании, приводящих к ухудшению показателей;
-увеличению гидравлического сопротивления в трубах в результате уменьшения их проходного сечения и роста шероховатости;
-потере мощности теплообменного оборудования.

Химический состав воды, используемой, для охлаждения роликов МНЛЗ-6 представлен в табл. 1.

В металлургической практике предпочтение отдается цельнокованым толстостенным роликам, имеющим различные системы внутреннего водяного охлаждения. Ролики без внутреннего охлаждения водой используются, как правило, в сортовых и блюмовых МНЛЗ. Их охлаждение достигается путем орошения водой, разбрызгиваемой для охлаждения заготовки.

Исходная конструкция ролика используемого на ОЭМК (14-1378-ДМ-500СБ) состоит из оси (14-1378-ДМ-505) с центральным глухим отверстием диаметром 30,3 мм и напрессованного ролика (14-1378-ДМ-506).

Таблица 1

Химический состав воды, используемой, для охлаждения роликов МНЛЗ-6

Рабочая температура, °С	45
Значение pH	7,7-8,2
Суспензия, мг/л	6-12
Содержание солей, мг/л	630-750
Жесткость, общ., ммоль/л	4,5-5,5
Щелочность, ммоль/л	1-1,5
Ca, мг/л	56-80
Mg +2, мг/л	21-25
Fe общ., мг/л	1-2

Cl, мг/л	190-230
SO_4^{2} -2, мг/л	190-230

Ролик (14-1378-ДМ-506) дополнительно приваривается к оси (14-1378-ДМ-505). С помощью подающей трубки поворотного пропуска, вставленной в центральное отверстие оси (14-1378-ДМ-505) подается вода, которая через четыре взаимно перпендикулярных отверстия диаметром 12 мм попадает во внутреннюю полость ролика (14-1378-ДМ-500СБ), обеспечивая его охлаждение изнутри. Затем уже нагретая вода вытекает через четыре взаимно перпендикулярных отверстия диаметром 10 мм и отводится за пределы ролика (14-1378-ДМ-500СБ).

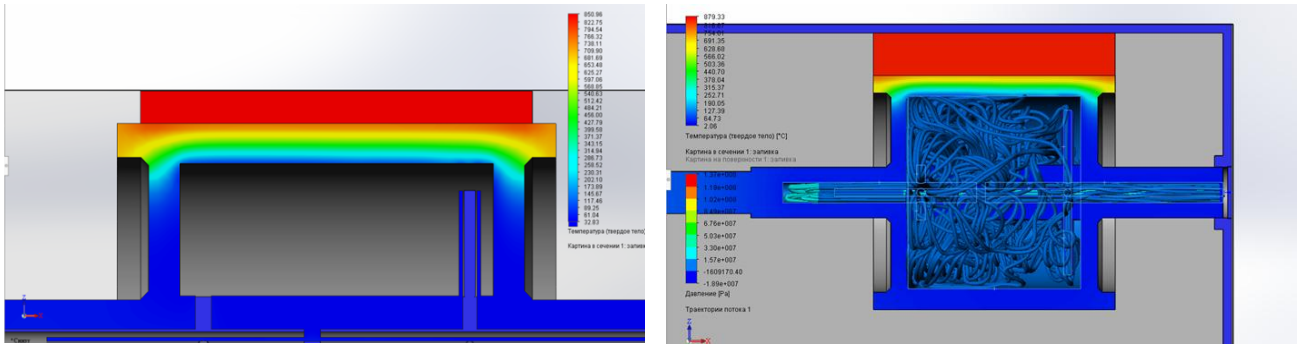
Таким образом, исходная конструкция ролика имеет множество сужающихся отверстий, способствующих уменьшению гидравлического напора охлаждающей воды, и увеличивающие местные гидравлические сопротивления. Анализ работы ролика (14-1378-ДМ-500СБ) показал, что возможно эти факторы способствуют образованию воздушных или паровых пробок, тем самым снижая эффективность охлаждения. Кроме того, в отверстиях диаметрами 10 и 12 мм, в первую очередь, происходит отложение накипи и засорение взвешенными частицами.

В ходе анализа конструкции ролика и поиска новых технических решений, направленных на улучшение теплоотвода от бочки ролика в процессе его эксплуатации, рассматривались и другие варианты ее модернизации.

Так, рассматривалась возможность улучшения теплообмена за счет создания турбулентного потока внутри ролика. Рассматривалась возможность придания Г-образного профиля трубкам для подачи воды во внутреннюю полость ролика.

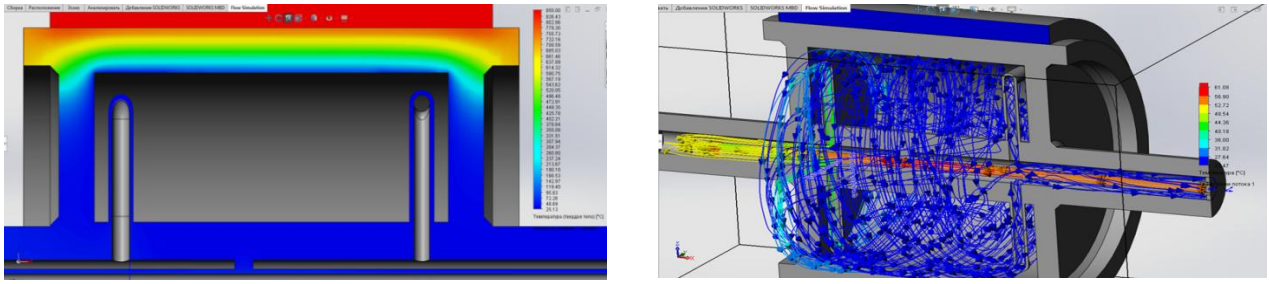
В САПР Solid Works Simulation были выполнены 3D модели исходной и предполагаемой конструкций роликов. Были выполнены термодинамические расчеты (рис. 5 и 6), которые показали, что:

- предание Г-образного профиля действительно интенсифицируют циркуляцию охлаждающей воды, и увеличивает ее площадь контакта с внутренней поверхностью ролика;
- теплоотвод от бочки ролика действительно улучшается, но незначительно. Так, расчет показал, что температура бочки ролика с Г-образными трубками при прочих равных условиях уменьшается на 10 °С по сравнению с базовым вариантом;
- такое конструктивное исполнение становится эффективным только при условии увеличения давления в системе в 1,5-2 раза.



а) б)

Рис. 5. Фрагмент термодинамического расчета базовой конструкции ролика



а) б)

Рис. 6. Фрагмент термодинамического расчета предполагаемой конструкции ролика

Таким образом, ухудшение качества поверхности роликов МНЛЗ в результате механического и термического износа и теплоотвода вследствие отложения накипи на внутренней поверхности роликов способствует развитию процесса наматывания ими окалины образующейся на непрерывнолитом слитке. Налипшая окалина, снижая контактное трение приводных роликов с поверхностью слитка, способствует их проскальзыванию, нарушая синхронность между скоростью вращения приводных роликов и вытягивания слитка. Данные факторы приводят к быстрому износу роликов МНЛЗ и к деформированию слитка.

Методы повышения стойкости роликов МНЛЗ можно классифицировать на пять различных групп: конструкторские; металловедческие; технологические; эксплуатационные; смешанные.

Стойкость роликов зависит от многих факторов и определяется не только материалом, но и технологией их изготовления. Для повышения ресурса роликов проводится оптимизация их конструкции по многим направлениям: повышение жесткости, улучшение условий теплоотвода, применение ребристых роликов и т.д.

Предлагаемые пути повышения стойкости роликов МНЛЗ должны быть не только эффективными, но и по возможности простыми и мало затратными для предприятий.

Список литературы

1. Бердников С.Н., Вдовин К.Н., Бердников А.С. и др. Причины поломки роликов МНЛЗ и поиск новых материалов и конструкций для их изготовления // Сталь. - 2012. - № 2. - С. 95-97

2. Боровиков И.В., Городецкий М.А., Киселев В.Д., Якименко В.Н.Изучение эксплуатационных свойств и причин преждевременного выхода из строя роликов и роликовых блоков МНЛЗ ОАО «ММК» //Состояние и перспективы развития научно-технического потенциала Южно-уральского региона. Межгосударственная научно-техническая конференция. Металлургия.- Магнитогорск, 1994.- С. 36-37.

3. Буланов Л.В. и др. Машины непрерывного литья заготовок. Теория и расчет. – Екатеринбург: Уральский центр ПР и рекламы – «Марат», 2004. – 319 с.

4. Буланов Л.В., Волегова В.Е. Рациональное охлаждение роликов МНЛЗ // Сталь. – 2001. – №9. – С. 16-17.

5. Буданов И.А. Перспективы реструктуризации металлургического производства в России // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2014. – № 12. – С. 157-184.

6. Голубев М.С., Телин В.Н. Расчет теплового состояния роликов металлургических машин в трехмерной постановке // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2009. – №3. – С. 68.

7. Журило А.Г., Журило Д.Ю., Моисеев Ю.В. Теоретические и практические основы проектирования машин непрерывного литья: монография. – Харьков: Підручник НТУ «ХПІ», 2013. – 174 с.

8. Изучение эксплуатационных свойств и причин преждевременного выхода из строя роликов и роликовых блоков МНЛЗ ОАО «ММК» / И.В. Боровиков, М.А. Городецкий, В.Д. Киселев, В.Н. Якименко // Состояние и перспективы развития научно-технического потенциала Южно-уральского региона. Межгосударственная научно-техническая конференция. Металлургия. – Магнитогорск, 1994. – С. 36-37.

9. Исследование стойкости роликов МНЛЗ из различных марок стали /В.Е. Хребто, М.А. Боровиков, К.Н. Вдовин и др. // Сборник научных трудов. Пути развития машиностроительного комплекса Магнитогорского металлургического комбината. 2 выпуск, Магнитогорск: ПМП «МиниТип», 1996. – С. 201-204.

10. Репников Н.И., Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Бойко П.Ф., Мамкин В.А. Определение

перспективных наплавочных материалов для восстановления роликов вторичного охлаждения МНЛЗ с использованием структурных и трибологических методов исследований // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 280-284.

УДК 621

ОБЗОР ПЕРЕДОВЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Александров А.В.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, tomm_sti_misis@mail.ru

Аннотация. В статье проводится обзор существующих методов аддитивных технологий.

Ключевые слова: 3D-печать; аддитивные технологии; прототипирование.

OVERVIEW OF ADVANCED ADDITIVE TECHNOLOGIES

Alexandrov A.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol

Abstract. The article reviews the existing methods of additive technologies.

Keywords: 3D printing; additive technology; prototyping.

В основе любой аддитивной технологии (в отличие от традиционных технологий обработки резанием, при которых, для создания детали, с заготовки срезается припуск) лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдого объекта, однако способы этого «выращивания» могут быть различными [1].

Лазерная стереолитография (англ. Laser Stereolithography, SLA) – один из распространённых методов 3D-печати прототипов и готовых изделий из жидких полимерных смол (рис.1). Отвердевание полимера происходит за счет облучения ультрафиолетовым лазером или другим схожим источником энергии. Печать осуществляется только одним цветом и из одного фотополимера.

Альтернативный метод использует цифровые светодиодные проекторы (DLP). В отличие от лазерных установок, сканирующих поверхность материала одним или несколькими лазерными головками, DLP принтеры проецируют изображение целого слоя до затвердевания полимерной смолы, после чего наносится новый слой материала и проецируется изображение нового слоя цифровой модели.

Масочная стереолитография (англ. Solid Ground Curing SGC), разработанная фирмой Stratasys [4], основана на нанесении тонких слоев фотополимерной смолы с последующим облучением материала ультрафиолетовым светом (см. рис.2). Облучение происходит по

физическому фотошаблону или «маске» соответствующего контура. Облучение приводит к полимеризации (затвердеванию) материала, после чего лишний материал удаляется из рабочей зоны, а полости заполняются легкоплавким воском. При необходимости производится механическая обработка поверхности, после чего производственный цикл повторяется. По завершении построения модели воск выплавляется, оставляя готовую модель, не требующую дополнительного облучения в ультрафиолетовой печи для полной полимеризации. Отличие от SLA и DLP – данный метод не требует печати поддержки. Практически такая же технология от фирмы 3D Systems называется Film Transfer Imaging (FTI).

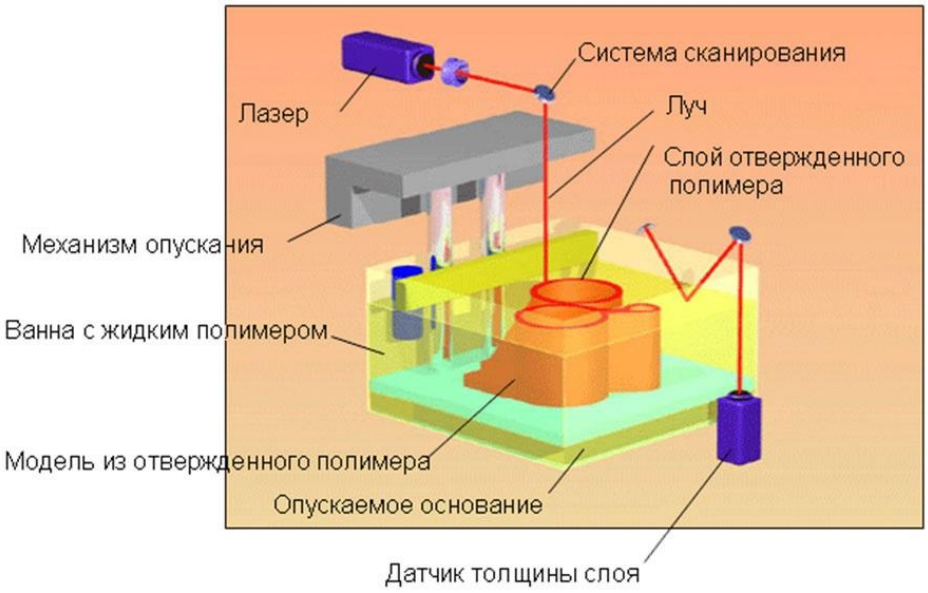


Рис. 1. 3D-печать по методу SLA

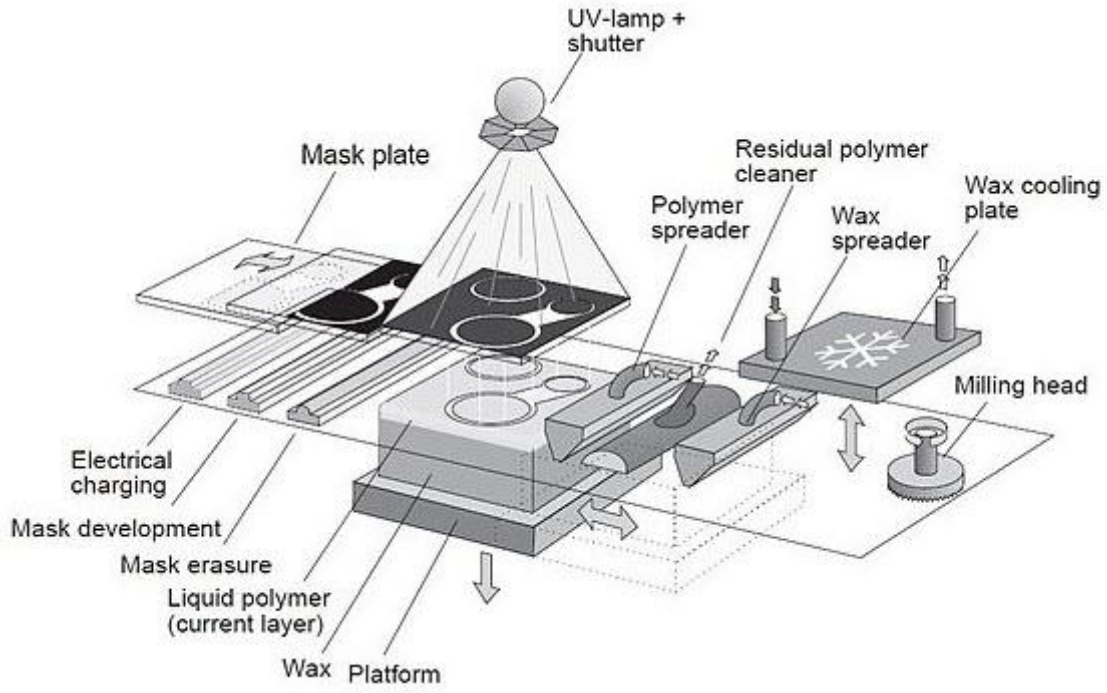


Рис. 2. Масочная стереолитография

Изготовление объектов с методом ламинирования (англ. Laminated object manufacturing, LOM) – технология быстрого прототипирования, разработанная компанией Helisys Inc. (рис.3.). Деталь создаётся из большого количества слоёв листового материала (бумаги, пластика, металлической фольги), которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер (или режущий инструмент) вырезает в каждом контуре сечения будущей детали. Объекты, производимые этим методом, обычно подлежат дополнительной механической обработке после печати.

Технология ламинирования методом селективного осаждения (SDL). Этот метод предусматривает нанесение клея только в местах, входящих в состав расчетной модели, что облегчает процесс удаления лишнего материала. В отличие от стандартной технологии на основе лазерной резки, SDL использует механическую резку с помощью лезвия из карбида вольфрама. Это позволяет несколько снизить стоимость устройств. Возможна печать несколькими материалами одновременно и цветная печать.

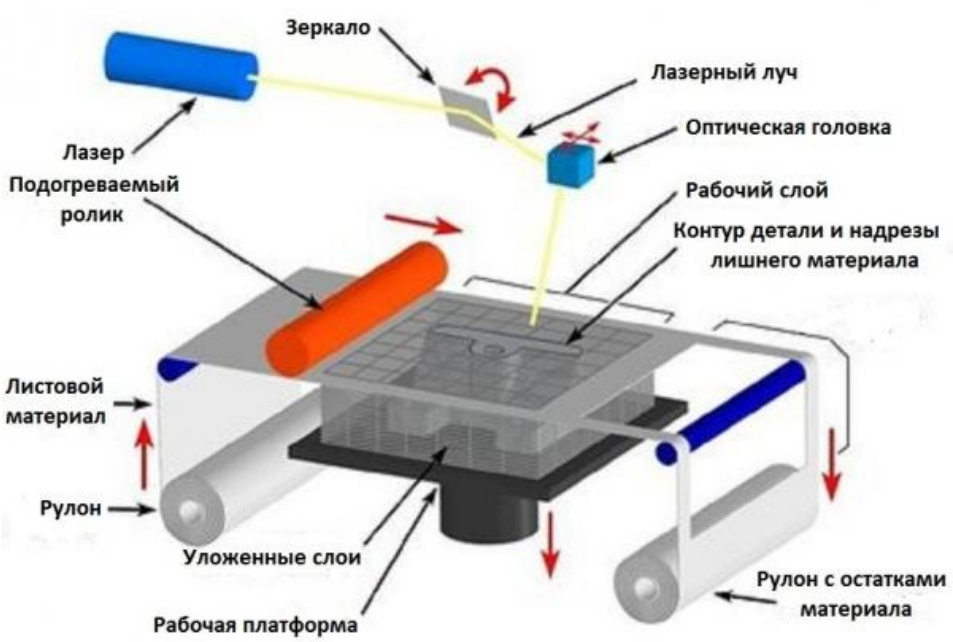


Рис.3. 3D-печать по методу LOM

Робокастинг (англ. Robocasting или Direct Ink Writing, DIW): «Чернила» (обычно керамический шлам) выходят из сопла в жидком состоянии, но сразу же принимают нужную форму благодаря псевдопластичности. Некоторые лаборатории используют этот метод для печати графеном в связке с полимерами.

Точечная подача порошка (Directed Energy Deposition, DED). При данном методе подаваемый порошок плавится под действием лазерного или электронного луча (аналог EBF).

Струйная трехмерная печать на выровненном слое порошка (англ. 3D Printing, 3DP). Эта технология используется в профессиональных принтерах компании ZCorp. Она позволяет печатать с высоким разрешением несколькими цветами одновременно. В качестве расходных материалов используются всевозможные порошки, наносимые последовательными тонкими слоями (рис.4).

Контуры модели вычерчиваются печатной головкой, наносящей связующий материал. Таким образом, частицы каждого нового слоя склеиваются между собой и с предыдущими слоями до образования готовой трехмерной модели. Дополнительный материал, чтобы поддерживать свисающие элементы, здесь не требуется — его роль играет порошок, который равномерно заполняет емкость и служит в качестве подпорки для последующих слоев.

Цветная струйная печать (CJP) использует разноцветные связующие элементы, что позволяет создавать комплексные цветные 3D-модели.

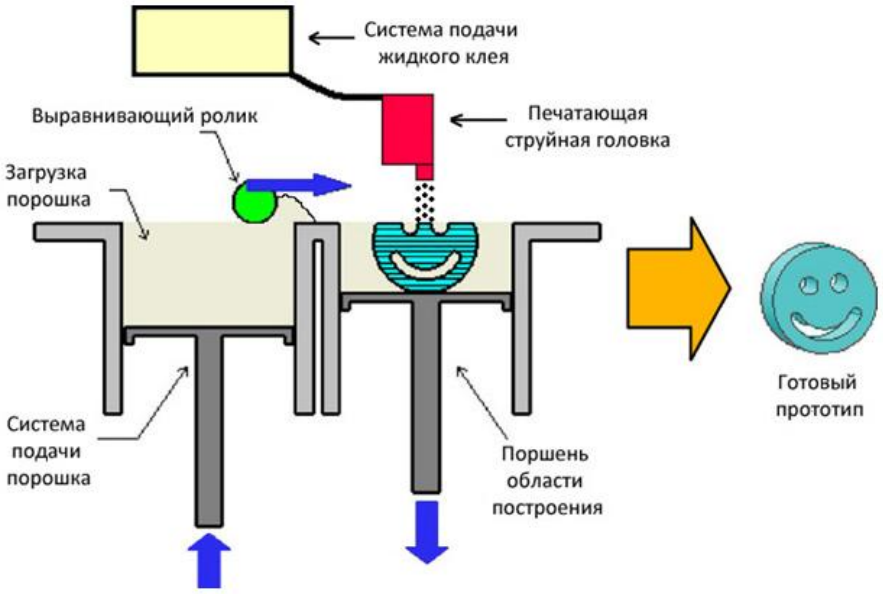


Рис.4. 3D-печать по методу 3DP

Метод многоструйного моделирования (Multi Jet modeling, MJM) (рис.5.): построение слоев производится с помощью специальной печатной головки, оснащенной массивом сопел. Количество сопел в существующих моделях принтеров варьируется от 96 до 448. Печать производится термопластиками, восками и фотополимерными смолами. В первых двух случаях материалы затвердевают за счет постепенного охлаждения. В случае печати фотополимерами, каждый нанесенный слой обрабатывается ультрафиолетовым излучателем для полимеризации (затвердевания).

Трехмерная печать PolyJet Stratasys Objet похожа на струйную печать, но вместо струйной подачи чернил на бумагу 3D-принтеры PolyJet выпускают струи жидкого фотополимера, который образует слои на модельном лотке.

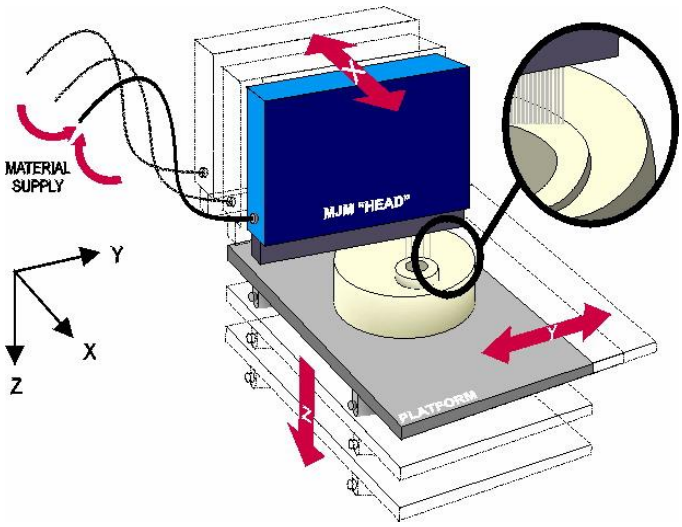


Рис.5. 3D-печать по методу MJM

Капельная печать (DOD): этот метод применяется для послойного нанесения живых клеток с целью построения органических тканей. Печать 3D-структуры будущего биологического объекта (органа для пересадки) производится каплями, содержащими живые клетки. Далее деление, рост и модификации клеток обеспечивает окончательное формирование объекта.

Селективное лазерное спекание (англ. Selective laser sintering, SLS). Данная технология основана на последовательном спекании слоев порошкового материала с помощью лазеров высокой мощности.

Выборочная лазерная плавка (SLM) – практически то же, что SLS, но с полным расплавлением порошков.

Прямое лазерное спекание металлов (англ. Direct metal laser sintering, DMLS) также использует плавление порошка под действием лазерного излучения. Однако данный метод позволяет использовать в качестве материала металлические порошки.

Выборочное тепловое спекание (англ. Selective heat sintering, SHS). Данный метод очень похож на SLS-технологию, но при SHS используется тепловая печатающая головка вместо лазерной.

Электронно-лучевая плавка (англ. Electron-beam melting, EBM) схожа с выборочной лазерной плавкой (SLM) – главное отличие заключается в использовании электронных излучателей (т.н. электронных пушек) вместо лазеров в качестве источников энергии для плавки.

Разработанный в NASA, метод производства электронно-лучевой плавкой (англ.

Electron beam freeform fabrication, EBF) использует электронные пучки высокой мощности для последовательного наплавления материалов в форме металлической проволоки. Технологические особенности электронно-лучевой плавки, наряду с экологичностью и эффективностью, делают процесс привлекательным для использования в космосе.

Моделирование методом наплавления (англ. Fused deposition modeling, FDM): Данный метод в настоящее время наиболее распространен. При данной технологии создание трехмерных объектов осуществляется за счет нанесения последовательных слоев расплавленного материала, повторяющих контуры цифровой модели (рис.6). Как правило, в качестве материалов для печати выступают термопластики, поставляемые в виде катушек нитей или прутков. Печатающая головка 1 выдавливает на платформу-основу 3 капли разогретого термопластика. Капли быстро застывают и слипаются друг с другом, формируя слои будущего объекта 2. По данной технологии возможна печать несколькими материалами одновременно, а также цветная печать.

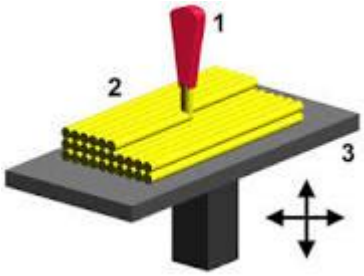


Рис.6. 3D-печать по методу FDM

Также существует схожая технология FFF (англ. Fused Filament Fabrication) или производство плавлением волокон. Альтернативное название пришлось придумать при создании свободно распространяемых принтеров RepRap, так как термин FDM является торговой маркой компании Stratasys.

В конструкции 3D-принтеров, используемых для печати по методу FDM (FFF) могут применяться различные технологии позиционирования печатающей головки:

Наиболее распространена декартова система, когда в конструкции используются три взаимно-перпендикулярные направляющие, вдоль каждой из которых двигается либо печатающая головка, либо основание модели.

Так большинство принтеров RepRap передвигает головку только по оси X (рис. 7). Платформа с объектом перемещается по Y. По оси Z перемещается конструкция из

печатающей головки и привод по оси X. Перемещения такой массы отрицательно влияет на точность и скорость печати.

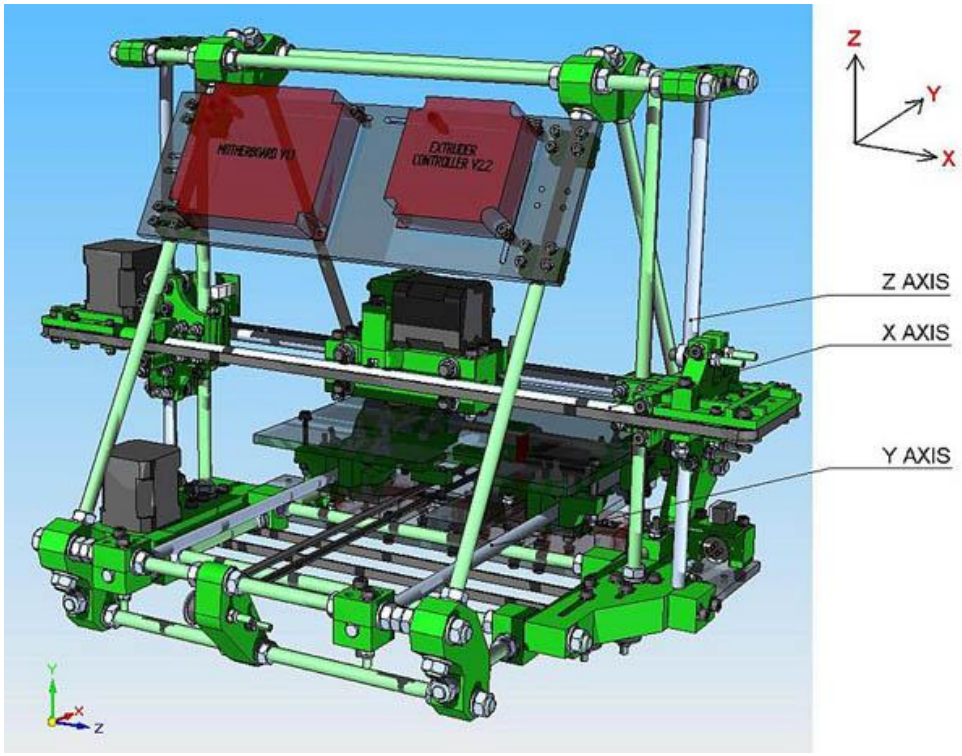


Рис. 7. Принтер RepRap

В Ultimaker, Makerbot и их аналогах (рис8) печатающая головка передвигается по двум осям(X/Y) вверху аппарата, а платформа с изделием опускается постепенно вниз (по Z). Благодаря этому достигается высокое качество и скорость печати.

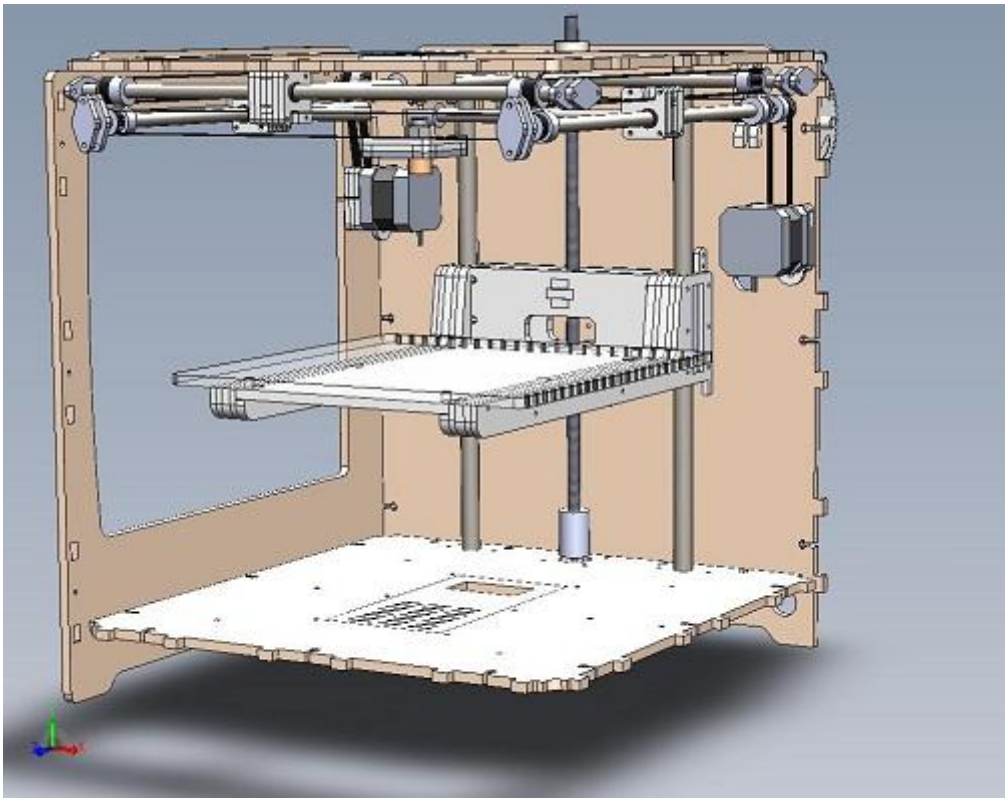


Рис. 8. Принтер Ultimaker

Отдельно от классических схем, унаследованных от CNC-станков, существуют 3D-принтеры, позиционирующие печатную головку при помощи дельта-робота, с использованием трёх параллелограммов в конструкции манипулятора, когда три радиально-симметрично расположенных двигателя согласованно смещают основания трёх параллелограммов, прикреплённых к печатающей головке (рис.9).



Рис.9. Перемещение печатающей головки с помощью дельта-робота

Список литературы

1. Мошков М.А., Александров А.В. Современные аддитивные технологии // Сборник научных и научно-практических докладов двенадцатой всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов. – Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2016. – С. 140-144.

2. Энциклопедия 3D-печати // Сообщество владельцев 3D-принтеров: сайт. URL: http://3dtoday.ru/wiki/3D_print

3. 3D-принтер // Википедия. Свободная энциклопедия: сайт. URL: *https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-принтер*

4. Выставка передовых технологий 3D-печати 2019 // URL: http://3d-expo.ru

УДК 621.926.3

НЕИСПРАВНОСТИ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК ККД 1500/180

Белов Н.В., Бородина М.Б., Смирнова О.А., Часовских А.С.

1 - Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, tomm_sti_misis@mail.ru,

Аннотация. Рассмотрены разновидности отказов конусных дробилок крупного дробления ККД 1500/180. Проведён анализ неисправностей, возникающих в процессе работы дробилки. Выявлены причины этих неисправностей и представлены направления дальнейшей работы по снижению отказов и увеличению межремонтного периода.

Ключевые слова: конусная дробилка; дробление руды; отказы; динамические нагрузки, предохранительные устройства.

TROUBLESHOOTING CRACKS KKD 1500/180

Belov N.V., Borodina M.B., Smirnova O.A., Chasovskikh A.S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol

Annotation. Varieties of failures of cone crushers of large crushing KKD 1500/180 are considered. The analysis of malfunctions that occur during the operation of the crusher. The causes of these malfunctions are identified and directions for further work to reduce failures and increase the overhaul period are presented.

Keywords: cone crusher; ore crushing; failures; dynamic loads, safety devices.

Одним из наиболее ответственных процессов в горной промышленности является дробление железистых кварцитов в дробилках, которые работают в тяжелых условиях в связи с высокой крепостью дробимых пород (крепость породы по шкале Протодьяконова составляет 17-18 единиц). На обогатительной фабрике АО «Стойленский ГОК» для первого этапа дробления железистых кварцитов применяются конусные дробилки крупного дробления .

Внеплановые остановки дробилки крупного дробления оказывают прямое влияние на ритм производства и его объёмы, так как питание среднего дробления и последующих стадий осуществляется продуктом, переработанным ККД 1500/180. В приёмном корпусе установлено две таких дробилки, таким образом, в случае простоя, приём руды и её последующая переработка сокращается на 50% .

Дробление горной породы в конусной дробилке осуществляется зажатием кусков

горной породы в камере дробления, образуемой бронями конуса и чаши. Описание и принцип работы конусных дробилок подробно представлены в литературе [1-4].

Для определения основных типов отказов элементов конусных дробилок и причин, приводящих к выходу из строя оборудования, были собраны и изучены материалы по статистике отказов работы дробилок на АО «Стойленский ГОК»:

- разрушения броней конуса и чаши дробилки;
- излом шейки конуса;
- излом вала конической шестерни;
- разрушения баббитовой поверхности эксцентрика;
- трещины и разрушения в траверзе;
- разрушение подшипников скольжения;
- выход из строя двигателя;
- разрушение втулочно-пальцевой муфты привода.

Для определения причин отказов и разработки мероприятий по их предотвращению, проведён анализ каждого типа отказов.

Разрушения броней конуса и чаши дробилки

Можно выделить три вида разрушения броней:

1. Износ поверхности футеровочных броней конусных дробилок.
2. Трещины в броне.
3. Вмятины на бронях конусных дробилок от недробимых тел.

В рассматриваемых дробилках материал дробится в результате действия сжимающих, истирающих и изгибающих нагрузок, причем последние достигают значительной величины благодаря круговой поверхности камеры дробления. При этом брони чаши и конуса испытывают нагрузки, приводящие в основном к наклёпу (упрочнению поверхностного слоя), абразивному износу и выкрашиванию [5].

Необходимо отметить, что эффект положительного упрочнения поверхностного слоя проявляется лишь при размоле материалов, твердость которых ниже твердости упрочненного слоя.

В ходе ударно-абразивного изнашивания происходит выкрашивание поверхностного слоя, в результате этого идет постепенная регенерация упрочненного слоя вглубь стенки изнашиваемой детали.

Кроме того, важной причиной ограничения технологических параметров эксцентриковых дробилок является их высокая чувствительность к неравномерности загрузки исходным материалом, как по массе, так и по гранулометрическому составу. В

таких условиях дробилка работает неравномерно с пиковыми напряжениями в деталях и узлах привода, а износ броней носит волнообразный характер, в местные выработки которых проваливаются крупные куски руды. Во избежание этого на ряде фабрик осуществляют механическую обработку броней (один-два раза за срок их службы), удорожающую эксплуатацию дробилок, но обеспечивающую рентабельность благодаря повышению производительности мельниц [4].

Иногда брони не дорабатывают свой ресурс из-за появления трещин в броне.

Трещины, которые возникали на футеровках конуса на Стойленском ГОКе (рис.1), можно разделить на горизонтальные и вертикальные.

Анализ работы футеровок привёл к выводу, что вертикальные трещины появлялись после прохода недробимых тел. Причины появления горизонтальных трещин выявляют двух типов: отклонения в технологии заливки полостей между футеровками и базовыми деталями; разрушение поверхности недробимым материалом (царапины, сколы), приводящее к снижению прочности и дальнейшему разрушению.



Рис. 1. Трещины в броне конуса

В последние годы получили распространение дробилки с гидравлическим регулированием разгрузочной щели, что позволяет упростить настройку размера продукта на выходе (фракции), а также использовать гидравлику в качестве предохранителя (компенсатора) перегрузок, возникающих при попадании в рабочую полость труднодробимого (недробимого) продукта [6]. При попадании недробимого тела, нагрузка увеличивается до тех пор, пока гидравлический механизм, регулирующий размер разгрузочной щели, не опустит дробящий конус, увеличивая разгрузочную щель до тех пор, пока недробимое тело не выпадет из зоны дробления. За это время двигатель и основные

элементы дробилки испытывают значительные перегрузки, так как избавление от недробимого тела происходит при работающем двигателе. При этом давление между бронями и недробимым телом быстро увеличивается, и недробимое тело до выхода из разгрузочной щели продавливает вмятины в бронях (рис.2).



Рис. 2 Вмятина от недробимого тела

Вмятины на броне от недробимых тел значительно ускоряют износ броней и нередко являются причиной возникновения трещин.

Изломы шейки конуса и вала конической шестерни. Эти разрушения (рис.3) связаны с потерей прочности валов при кручении. Как известно, потеря прочности может быть двух типов: потеря статической прочности и потеря сопротивления усталости [6].



Рис.3. Излом шейки конуса

В данном случае потеря статической прочности возникает при перегрузке, связанной, как было отмечено выше, с попаданием недробимого материала в зону дробления. При этом крутящие моменты, действующие на валы конусной дробилки, могут достигать критических моментов и даже превышать их.

Потеря сопротивления усталости возникает по причине длительного воздействия интенсивных динамических нагрузок, вплоть до ударных. Оценить действующие нагрузки можно по графику изменения мощности с течением времени (рис.4), который выводится на экран монитора оператора при проведении контроля изменения мощности электродвигателя в процессе работы дробилки ККД 1500/180 в режиме реального времени на Стойленском ГОКе.

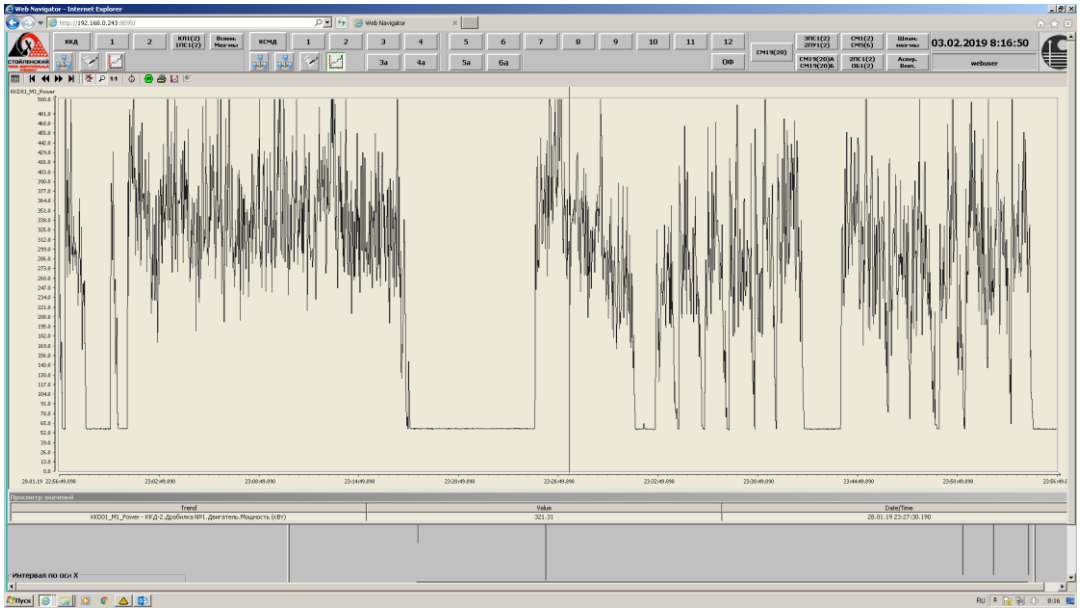


Рис.4. График изменения мощности двигателя дробилки в течение 1 часа работы

Несмотря на то, что в асинхронном двигателе момент не пропорционален мощности, характер изменения нагрузок, воздействующих на вал двигателя, будет соответствовать характеру изменения мощности двигателя при небольшом диапазоне изменения угловой скорости вращения вала.

Анализируя этот график, можно разделить работу дробилки на несколько этапов:

1. Холостой ход – мощность дробилки постоянна, порядка 60 кВт;
2. Загрузка материала – резкий «всплеск» по мощности, достигаемый 730 кВт с последующим изменением по мощности колебательного характера;
3. Дробление материала – изменение мощности имеет характер апериодических колебаний, относительно отметки 400 кВт.

Колебания по мощности двигателя в период дробления материала складываются из колебаний низкой частоты и колебаний высокой частоты. При этом, выяснили, что колебания низкой частоты зависят от неравномерности загружаемого материала, так как сразу после загрузки амплитуда и период этих колебаний максимальны. Колебания высокой

частоты вызваны процессом дробления материала, их амплитуда зависит от твёрдости дробимого материала.

При наложении этих колебаний, мощность достигает 650 кВт.

Если учесть, что двигатель дробилки рассчитан на номинальную мощность 400 кВт, то можно сделать вывод, что двигатель дробилки постоянно испытывает кратковременные нагрузки, превышающие номинальные в 1,825 раза при загрузке материала и достигающие превышения в 1,625 раза при дроблении. При этом, выявленные динамические нагрузки действуют на все элементы дробилки, снижая их ресурс работы, что и приводит к потери усталостной прочности.

Разрушения баббитовой поверхности эксцентрика. Такой тип отказов (рис. 5) происходит при значительном повышении температуры смазки в узле и выдавливании масляной плёнки из зоны контакта [6]. При этом происходит схватывание (адгезия) частиц контактирующих поверхностей баббитового слоя и стали, и, как следствие, активное разрушение поверхностного слоя.



Рис. 5. Разрушенный слой эксцентрика

Обычно эти явления возникают по причине перегрузки или серии интенсивных динамических нагрузок, связанных часто с прохождением через зону дробления не дробимых тел.

Трещины и разрушения траверзы (рис. 6) возникают:

1) при попадании крупных кусков руды в верхнюю зону камеры дробления, оказывающих передачу нагрузок дробления на рёбра траверзы в непредназначенной для этого зоне;
2) при абразивном изнашивании наружной поверхности траверзы из-за попадания в пространство между валом конуса, гайкой крепления броней конуса и нижней частью

прилива верхнего подвеса в траверзе рудной массы и её пыли при загрузке руды в дробилку.

Разрушение подшипников скольжения. Основной причиной выхода из строя подшипника скольжения, как и в случае разрушения баббитового слоя эксцентрика, является перегрев. Кроме того, в процессе работы поверхности подшипника изнашиваются, а воздействие переменных нагрузок, характерных для работы дробилки, приводят к усталостному выкрашиванию поверхности вкладыша, что требует периодической замены вкладыша [6].



а) б)

Рис. 6. Разрушения траверзы:

а – траверза с отломленным фрагментом; б – обломленное ребро траверзы

Выход из строя двигателя или разрушение втулочно-пальцевой муфты привода может произойти при длительной передаче от дробилки моментных перегрузок, связанных чаще всего с попаданием недробимого материала в зону дробления.

Выводы.

Анализ разрушений элементов конусных дробилок показал, что существуют три типа отказов по степени их прогнозируемости:

- прогнозируемые отказы (износ футеровки броней) происходят с одинаковой периодичностью при условии постоянства качества поставляемых броней, предупреждаются своевременной заменой во время плановых ремонтов оборудования;
- слабо прогнозируемые отказы происходят вследствие потери усталостной прочности под действием динамических нагрузок, предупредить которые можно периодическим контролем состояния элементов дробилки, а также снижением амплитуды динамических нагрузок;

- внезапные отказы возникают либо при перегрузках, причиной которых чаще всего становится попадание недробимого материала в зону дробления, либо при ударных нагрузках, чаще всего возникающих в момент загрузки дробимого материала.

Появление первого типа отказов предотвращается только своевременной заменой броней, так как их износ обусловлен технологическим процессом дробления. Поэтому одной из приоритетных задач является увеличение межремонтного периода, путём повышения качества изготовления броней, разработки новых форм и материала броней, способных дольше сопротивляться подобному износу [7].

Вторым направлением является защита элементов дробилки от внезапных перегрузок и динамических нагрузок путём использования в приводе агрегата предохранительных устройств и упругих элементов, снижающих амплитуду динамических нагрузок в процессе загрузки материала и дробления, а также размыкающих связь привода с дробящим конусом при перегрузках. Как правило, для защиты от перегрузок используют предохранительные муфты со срезными элементами, способные передавать высокий крутящий момент. Недостатком этих муфт является необходимость восстановления после срабатывания. Упругие элементы, защищающие от динамических нагрузок, устанавливаются в предохранительной муфте [8], но податливость таких элементов невысокая, а также нет возможности её регулировать. Для решения этой проблемы предлагаем установить в привод конусной дробилки предохранительное устройство с гидромеханическим исполнительным механизмом [9, 10], отличающееся повышенной податливостью и наличием функции самовосстановления.

Список литературы

1. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – Машиностроение, Москва, 1990. – 320 с.
2. Пономарев В.Б., Лошкарев А.Б. Щековые и конусные дробилки. Методические указания по курсовому проектированию. Учебное электронное текстовое издание – Издательство ГОУ-ВПО УГТУ-УПИ, Екатеринбург, 2008. – 71 с.
3. Фейгин Л.А. Дробильные, сортировочные и транспортирующие машины. Учебник для подгот. рабочих на производстве. – 4-е изд, перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1983. – 223 с.
4. Горное оборудование Уралмашзавода / Коллектив авторов. Ответственный редактор-составитель Г. Х. Бойко. «Уральский рабочий», Екатеринбург, 2003. – 240 с.

5. Клушанцев Б.В. Состояние и перспективы развития отечественного и зарубежного дробильно-сортировочного оборудования. М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1979. – 58 с.
6. Иванов М.Н., Финагенов В.А. Детали машин: учебник для машиностроительных специальностей вузов. 12-е изд., испр. М.: Высш. шк, 2008. – 408 с.
7. Сергиев А.П., Белов Н.В., Макаров А.В., Владимиров А.А. Тенденции совершенствования конусных дробилок // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: сборник материалов Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. – Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2018. – С. 263-268.
8. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А. Справочник по муфтам. 2-е изд., испр. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1979. – 344 с.
9. Бородина М.Б. Адаптивные возможности гидромеханических муфт с дифференциальным передаточным механизмом. Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – № 8 (81). – С. 33-40.
10. Мироненко С.В., Бородина М.Б., Савин Л.А. Демпфирование импульсных нагрузок гидромеханической муфтой с зубчатым дифференциальным исполнительным механизмом. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2015. – № 3 (311). – С. 53-58.

УДК 621.9.048

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСТОВОГО ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Владимиров А.А., Макаров А.В., Подкопаев Н.В.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm_sti_misis@mail.ru, *+7 (4725) 45-12-00 доб. 240*

Аннотация. В статье представлено описание результатов экспериментальных исследований вибрационного точения труднообрабатываемых материалов. Представлена конструкция установки для вибрационного резания, фотографии полученной при виброточении стружки и траектория колебаний вершины режущего инструмента.

Ключевые слова: вибрационное точение, амплитуда колебаний, частота колебаний, процесс стружкообразования.

EXPERIMENTAL STUDY OF CLEAN VIBRATION TURNING OF HARD-PROCESSED MATERIALS

Vladimirov A.A., Makarov A.V., Podkopaev N.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol

Annotation. The article describes the results of experimental studies of vibration turning of hard-to-handle materials. The design of the installation for vibratory cutting, photographs obtained during vibratory turning of the chip and the trajectory of the oscillations of the top of the cutting tool are presented.

Keywords: vibration turning, vibration amplitude, oscillation frequency, chip formation process.

Применение вибрационного резания для обработки труднообрабатываемых материалов обеспечивает повышение периода стойкости инструмента и надежное стружкодробление. Поэтому исследование состояния поверхностного слоя и параметров шероховатости становится актуальной задачей. При сравнении шероховатостей, полученных при традиционном и вибрационном резании, обеспечивающем одновременное вибрационное воздействие на тангенциальную и нормальную составляющую сил резания [1] установлено, что при режимах, обеспечивающих существенное повышение периода стойкости инструмента, высота микронеровностей находится в интервале Ra = 12,5 – 6,3 мкм. Кроме того, при вибрационном резании на обработанной поверхности с ростом амплитуды

колебаний возникает волнистость в продольном сечении. Особенно четко она начинает проявляться при амплитудах колебаний, при которых наблюдался максимальный период стойкости резца, при этом виброточение любой интенсивности колебаний обеспечивает дробление стружки на отрезки длиной не более 10 мм.

Эксперименты выполняли на специальной экспериментальной установке [2, 3].

Корпус установки (рис. 1) представляет собой коробчатую конструкцию, состоящую из передней 1 и задней 2 плит, которые соединяются между собой верхней плитой 3. На верхней плите 3 имеются крепежные отверстия для установки вибратора 4 и электродвигателя на регулируемом основании 5 (на рисунке не показан). На передней плите 1 для создания оси качания резца приварены две серьги 6. Ось качания резца связана с эксцентриковым валом 8 через механизм качания резца 7.

Крепление установки в резцедержателе станка (рис. 2) осуществляется за счет зажима направляющих планок, продольных 9 и поперечной 10, винтами резцедержателя.

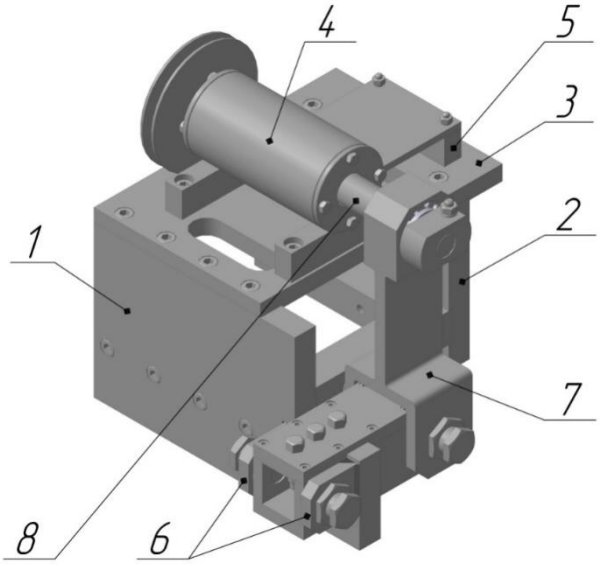


Рис. 1. Общий вид установки для вибрационного резания

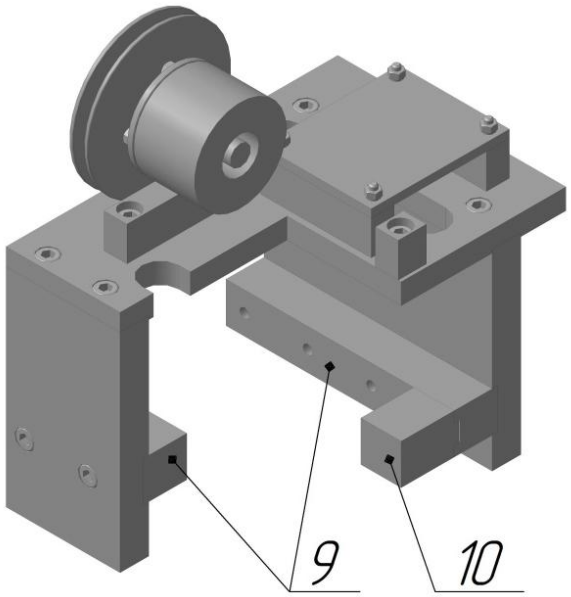


Рис. 2. Крепежные элементы установки

Вибратор (рис. 3) представляет собой корпус 1, с установленными в нем роликовыми коническими подшипниками 5. Корпус 1 закрыт с обеих сторон крышками 2 и 3, которые, в свою очередь, крепятся к корпусу 1 посредством болтов 4. В подшипниках 5 установлен эксцентриковый вал 6. Вращение от электродвигателя передается на вал 6 через шкив 8, закрепленный на валу 6 через шайбу 9 и гайку 10. Между торцевой поверхностью

внутреннего кольца подшипника 5 и торцом шкива 8 предусмотрена дистанционная втулка 7, предназначенная для регулирования зазоров в подшипниках 5.

Была решена проблема влияния вибраций на механизмы станка путем изменения плоскости задания колебаний. В новой конструкции колебания задаются по вертикали перпендикулярно поперечному ходу подачи суппорта. Колебания, задаваемые в этом направлении, будут оказывать меньшее влияние на механизмы станка, что в свою очередь положительно скажется на точностных характеристиках станка и процессе резания.

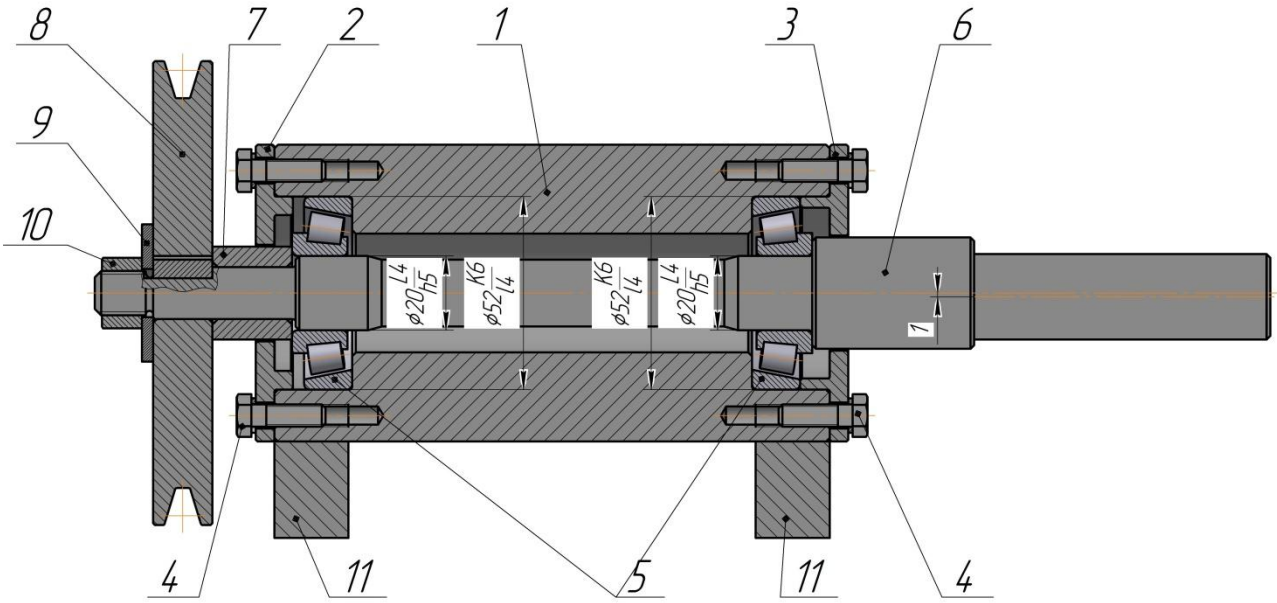


Рис. 3. Конструкция вибратора

В работе [4] авторами было установлено, что наибольший период стойкости T = 68 мин, наблюдается при скорости резания V = 80 м/мин, амплитуде колебаний A = 70 мкм и частоте колебаний вершины режущего инструмента f = 100 Гц. Режущим инструментом являлся резец, оснащенный пластиной из твердого сплава Т5К10.

На основании полученных данных авторами были установлены доминирующие факторы и интервалы варьирования, оказывающие влияние на период стойкости инструмента. На основании полного факторного эксперимента было получено уравнение регрессии и проведена оптимизация модели движением по градиенту по методу Бокса-Уилсона.

Основываясь на результатах оптимизации модели, была проведена серия экспериментов для исследования параметров шероховатости при максимальном периоде стойкости инструмента на скорости резания V = 85 м/мин.

Целью эксперимента было установление изменения величины амплитуды колебаний при разных частотах на характер изменения шероховатости и дробление стружки. Эксперименты проводились на образцах из стали 12Х18Н10Т при скорости резания 85 м/мин, подаче 0,26 мм/об материал режущей пластины твердый сплав марки IC907 Израильской фирмы ISCAR.

Была рассмотрена модель стружкообразования при чистовом вибрационном точении коррозионностойкой хромоникелевой стали аустенитного класса 12Х18Н10Т. Токарная обработка этой стали сопровождается образованием «бесконечной» сливной стружки. При использовании режущего инструмента без стружколома, обработка таких материалов вызывает проблемы, связанные с удалением стружки. Одним из способов дробления стружки является применение вибрационного резания [1]. Вибрационное резание характеризуется такими параметрами как амплитуда и частота колебаний, которые, в свою очередь, оказывают влияние на форму и механические свойства стружки. В результате проведенных исследований [5] по вибрационному резанию авторами были получены различные типы стружек (рис. 4), соответствующие разным режимам вибраций.



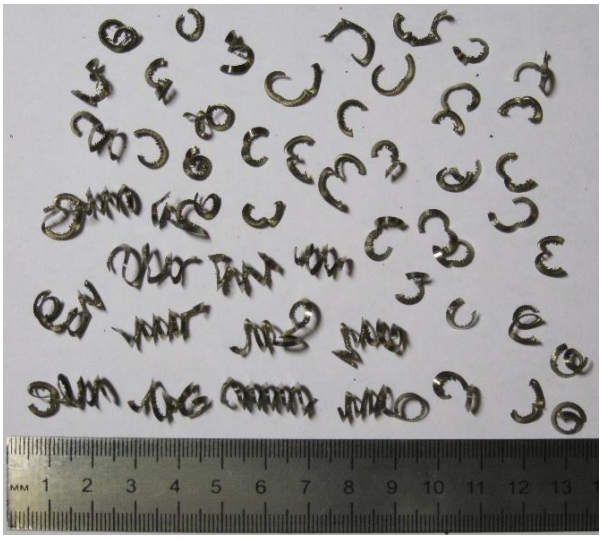
а) традиционное точение



б) A = 5 – 10 мкм; f = 5 – 10 Гц



в) A = 30 – 50 мкм; f = 15 – 25 Гц



г) A = 70 – 100 мкм; f = 50 – 70 Гц

Рис. 4. Типы стружек: а – традиционное точение; б, в, г – резание с вибрациями

Из приведенных типов стружки правомерно предположить, что чем больше величина амплитуды и частоты колебаний, тем выше величина силы вибрационного воздействия в зоне резания на срезаемый слой и тем интенсивнее идет процесс стружкодробления. Траектория колебаний вершины резца, описывающая условную схему вибрационного воздействия в зоне резания, представлена на рис. 5.

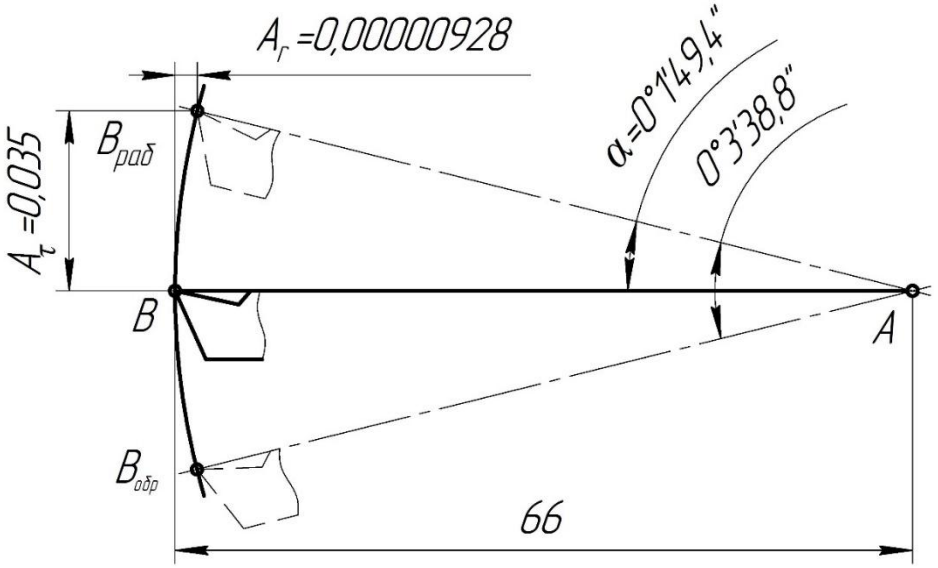


Рис. 5. Траектория колебаний вершины резца

Представленная схема изменения траектории вершины резца за один период колебаний показала, что преобладающее основное воздействие происходит по тангенциальной составляющей, а вспомогательное по нормальной составляющей.

Эксперименты проводили в широком изменении значений амплитуд колебаний при разных частотах колебаний, что позволило определить параметры факторов, оказывающих воздействие на процесс стружкообразования. Установлено, что основными факторами, определяющими характер вибрационного воздействия в зоне резания, является скорость виброрезания, виброускорение и рассеяние энергии в зоне резания за период одного цикла колебаний.

При разработке модели стружкообразования при виброрезании влияние указанных факторов на процесс стружкообразования при виброрезании были суммированы с условной схемой процесса резания для традиционного точения, предложенной Н.В. Талантовым [6]. Который установил, что согласно условной схеме превращение срезаемого слоя в сливную стружку происходит в результате последовательно и непрерывно снимаемых при сдвиге бесконечно тонких слоев материала Δ_c по условной плоскости сдвига *OL* (рис. 6).

Эксперименты показали [5], что протекание процесса происходит без нарушения связи между сдвигаемыми слоями, т.е. без нарушения сплошности материала стружки.

Уместно будет предположение о том, что условная плоскость сдвига *OL*, в процессе колебаний вершины инструмента и вращения заготовки, будет смещаться, тем самым изменяя направления векторов и величины сил, действующих при резании.

Сопоставление условной схемы процесса резания и действия силы вибрационного воздействия в зоне резания позволит разработать адекватную математическую модель, характеризующую реальную схему процесса стружкообразования и контактного взаимодействия при вибрационном резании.

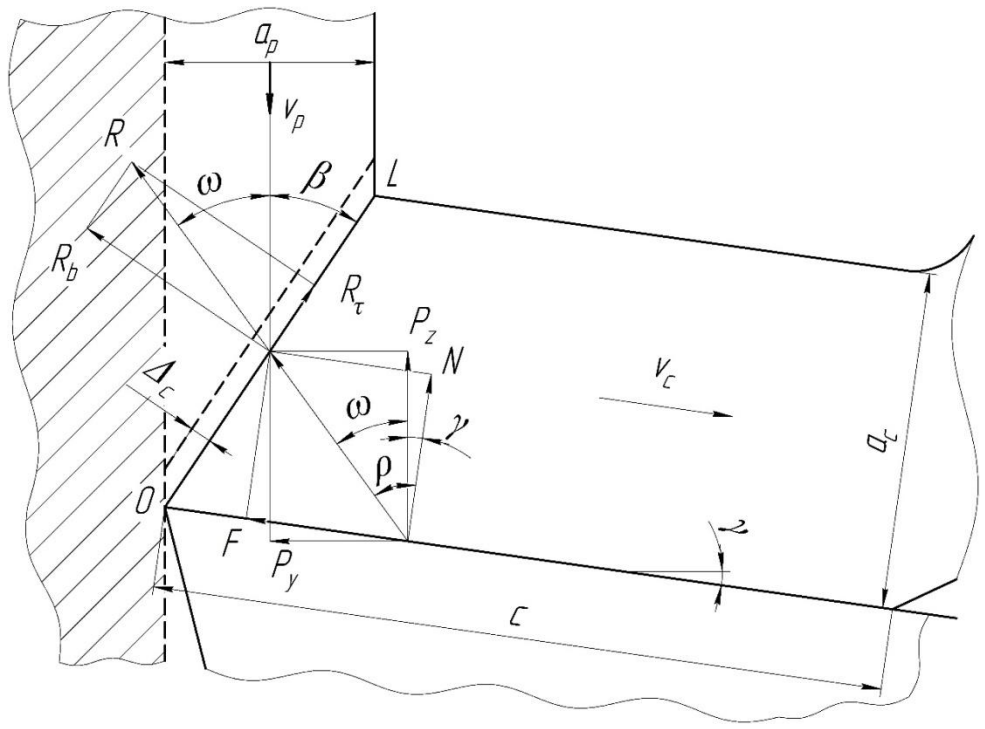


Рис. 6. Условная схема процесса резания

На основании представленных в работе результатов, можно сформулировать промежуточные выводы:

1) представленные результаты экспериментальных исследований показали эффективность применения вибрационного резания для чистового точения заготовок из труднообрабатываемых материалов;

2) представленные результаты экспериментальных исследований не раскрывают полностью физические основы вибрационного точения, что требует проведения дополнительных экспериментальных исследований;

3) наложение вынужденных маятниковых колебаний на вершину режущего инструмента способствует прерыванию снятия при сдвиге бесконечно тонких слоев материала Δ_c по условной плоскости сдвига *OL* (рис. 6), что и объясняет процесс стружкодробления при вибрационном резании.

Список литературы

1. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Швачкин Е.Г. К вопросу о виброрезании // Научно-теоретический журнал Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С. 60 – 65.

2. Пат. 2675440 Российская Федерация, МПК B23B 25/00. Устройство для вибрационного резания / А.П. Сергиев, А.А. Владимиров, Е.Г. Швачкин. – № 2017143973/02(075543); заявл. 14.12.17; опубл. 19.12.18, Бюл. № 35.

3. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Швачкин Е.Г. Установка для вибрационного резания с возможностью крепления в резцедержателе станка // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство / Сб. ст. по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / СТИ НИТУ МИСиС. – Старый Оскол, 25-27 ноября 2015. – Т. II. – С. 93 – 96.

4. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Швачкин Е.Г. Влияние параметров виброрезания на период стойкости инструмента // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2016. – № 5 (319). – С. 96 – 101.

5. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Макаров А.В., Швачкин Е.Г. Особенности стружкообразования при чистовом вибрационном точении стали 12Х18Н10Т // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Сб. ст. по материалам XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, (Старый Оскол, 23-25 ноя. 2016 г.), Старый Оскол: Изд-во СТИ НИТУ МИСиС, 2016. Т. 1. С. 285 – 288.

6. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Макаров А.В., Швачкин Е.Г. Физические основы процесса вибрационного резания при точении // Научно-теоретический журнал Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 3. – С. 94 – 102.

УДК 621.9.048

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЧИСТОВОМ ВИБРАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Владимиров А.А., Афонин А.Н., Кабулова Е.Г., Смирнов Д.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm_sti_misis@mail.ru, *+7 (4725) 45-12-00 доб. 240*

Аннотация. В статье представлены анализ и обработка экспериментальных данных полученных при вибрационном точении труднообрабатываемых материалов. Разработана математическая модель формирования шероховатости поверхности. Представлены графики зависимости шероховатости поверхности от частоты колебаний.

Ключевые слова: вибрационное точение, амплитуда колебаний, частота колебаний, математическая модель, шероховатость поверхности.

MATHEMATICAL MODEL OF FORMATION OF SURFACE RUGHNESS WITH PURE VIBRATION TURNING OF HARD-PROCESSED MATERIALS

Vladimirov A.A., Afonin A.N., Kabulova E.G., Smirnov D.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol

Annotation. The article presents the analysis and processing of experimental data obtained by vibration turning of difficult to process materials. A mathematical model for the formation of surface roughness is developed. Plots of surface roughness versus vibration frequency are presented.

Keywords: vibration turning, vibration amplitude, oscillation frequency, mathematical model, surface roughness.

Применение вибрационного резания для обработки труднообрабатываемых материалов обеспечивает повышение периода стойкости инструмента и надежное стружкодробление. Поэтому исследование состояния поверхностного слоя и параметров шероховатости становится актуальной задачей. При сравнении шероховатостей, полученных при традиционном и вибрационном резании, обеспечивающем одновременное вибрационное воздействие на тангенциальную и нормальную составляющую сил резания [1] установлено,

что при режимах, обеспечивающих существенное повышение периода стойкости инструмента, высота микронеровностей находится в интервале Ra = 12,5 – 6,3 мкм. Кроме того, при вибрационном резании на обработанной поверхности с ростом амплитуды колебаний возникает волнистость в продольном сечении. Особенно четко она начинает проявляться при амплитудах колебаний, при которых наблюдался максимальный период стойкости резца, при этом виброточение любой интенсивности колебаний обеспечивает дробление стружки на отрезки длиной не более 10 мм.

На основании проведенных ранее исследований возникла необходимость в проведении оптимизации амплитудно-частотных параметров виброрезания[2].

Оптимизация параметров вибрационного резания заключается в нахождении таких значений амплитуд и частот колебаний, которые обеспечивают получение дробленой стружки и минимальной шероховатости поверхности. По результатам исследований [3, 4, 5] было установлено, что оптимальной для обеспечения надежного стружкодробления и получения минимальной шероховатости поверхности, является амплитуда 100 мкм. Поиск области оптимальных значений осуществлялся методом движения по градиенту для разработанной математической модели обобщенной функции вибрационного воздействия при амплитуде 100 мкм, при изменении частоты колебаний от 0 до 50 Гц с шагом 5 Гц.

Математическая модель обобщенной функции вибрационного воздействия была получена методом полинома при исследовании в диапазоне амплитуд от 10 до 100 мкм

$$Ra = 3{,}393 + 0{,}000786(A\omega) - 0{,}0000000312(A^2\omega^2) + \\ + 0{,}000000641(A\omega^2). \quad (1)$$

Из графика, представленного на рис. 1, очевидно, что значительное влияние на шероховатость поверхности оказывают две составляющие функции. Вибрационная скорость $B_1A\omega$, способствует увеличению шероховатости, а энергия рассеивания $B_2A^2\omega^2$, наоборот, снижению. При этом численная величина энергетической составляющей преобладает над вибрационной скоростью и ускорением $B_3A\omega^2$. Анализируя кривую, соответствующую расчетным значениям шероховатости, очевидно, что с увеличением частоты колебаний шероховатость снижается.

Для подтверждения найденной зависимости шероховатости от частоты колебаний при амплитуде А = 100 мкм, было принято решение о проведении контрольных экспериментов в области оптимизации.

Результаты экспериментальных исследований, проведенных при амплитуде колебаний А = 100 мкм в области оптимизации, подтвердили адекватность математической модели. Результаты измерений шероховатости поверхности представлены на рис. 2.

Значения шероховатости, рассчитанные по разработанной математической модели для амплитуды А = 100 мкм и полученные в результате проведенных опытов в области оптимизации, подтвердили адекватность разработанной математической модели для А = 100 мкм. Экспериментальные значения шероховатости поверхности, полученные в области оптимизации были оценены по критерию Стьюдента для 5%-ти уровня значимости. Все значения входят в доверительный интервал. При этом обеспечивалось надежное стружкодробление (рис. 3) [6, 7].

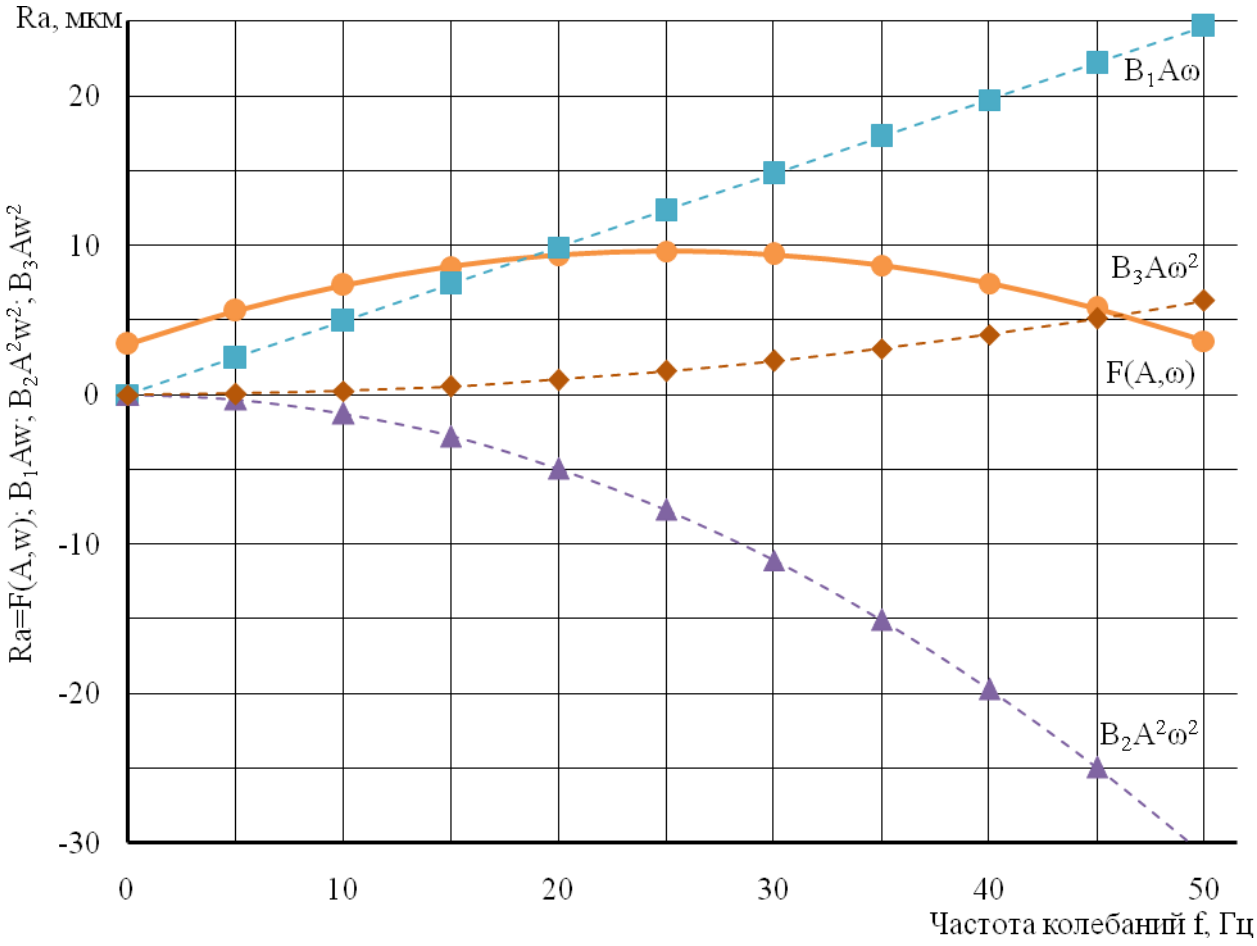


Рис.1. Расчетная зависимость функции вибрационноговоздействия от частоты колебаний при А = 100 мкм

Представленные в работе результаты исследований показали возможность применения вибрационного резания для чистового точения заготовок из труднообрабатываемых материалов. Также представленные результаты на раскрывают

полностью физические основы вибрационного точения, что требует проведения дополнительных исследований.

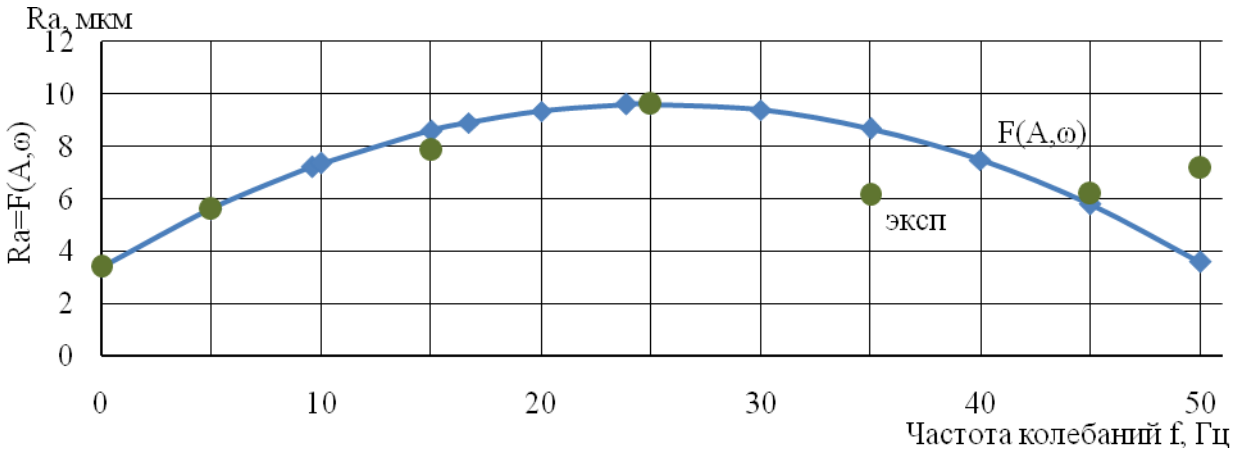


Рис.2. Зависимость функции вибрационного воздействия и экспериментальной шероховатости от частоты колебаний при А = 100 мкм



а) б) в)

Рис.3. Типы стружек при обработке стали 12Х18Н10Т с амплитудой А = 100 мкм: а – f = 35 Гц; б – f = 45 Гц; в – f = 50 Гц

На основании представленных в работе результатов, можно сформулировать промежуточные выводы:

1. На основе регрессионного анализа результатов натурного эксперимента разработана математическая модель, определяющая комплексное влияние параметров колебаний при вибрационном точении на шероховатость обрабатываемой поверхности.

2. В результате проведенной оптимизации режимов вибрационного точения установлено, что для получения минимального значения шероховатости необходимо назначение при амплитуде А = 100 мкм частоты колебаний в диапазонах от 5 до 15 Гц и от 40 до 60 Гц. При

этом уменьшение шероховатости обеспечивается максимальным воздействием энергетической составляющей обобщенной функции вибрационного воздействия, а высокая частота колебаний препятствует процессу наростообразования.

3. Разработанная математическая модель в виде обобщенной функции вибрационного воздействия для амплитуды А = 100 мкм, по методу полинома, учитывающая влияние трех основных факторов воздействия вибраций в зоне резания, позволяет описывать зависимость шероховатости поверхности от амплитудно-частотных параметров при вибрационном резании и раскрывает физические основы процесса вибрационного резания.

Список литературы

1. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Швачкин Е.Г. К вопросу о виброрезании // Научно-теоретический журнал Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С. 60-65.

2. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Швачкин Е.Г. Оптимизация технологических параметров при вибрационном резании // Вестник машиностроения. – 2017. – № 3. – С. 79-82.

3. Sergiev A.P., Vladimirov A.A., Shvachkin E.G. Optimization of Vibrational Cutting // Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 6, pp. 505-508.

4. Владимиров А.А., Сергиев А.П. Влияние амплитуды колебаний на составляющие функции комплексного вибрационного воздействия низкочастотных колебаний // Известия ВолгГТУ: - 2018. – №7 (217). – С. 13-16.

5. Владимиров А.А., Афонин А.Н. Влияние амплитудно-частотных характеристик виброточения на шероховатость поверхности // Гагаринские чтения – 2019: Сборник тезисов докладов. – М.: МАИ, 2019. – С. 766-767.

6. Владимиров А.А., Афонин А.Н., Макаров А.В. Особенности механизма формирования микронеровности поверхности при вибрационном точении // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – № 2. – С. 27-29.

7. Владимиров А.А., Афонин А.Н., Макаров А.В., Назарова М.Ю. Геометрическая модель шероховатости при точении с маятниковыми колебаниями резца // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2019. – № 4-1 (336). – С. 15-19.

УДК 621.926.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОРПУСА ОБОГАЩЕНИЯ

Кабулова Е.Г., Макаров А.В., Маматов Д.А., Киктев Д.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»,

Россия, г. Старый Оскол, м-н Макаренко, 42, kabulova.misis@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены шаровые мельницы, как объект научного исследования. Выявлены их основные достоинства и недостатки, предложены направления по повышению эффективности и надежности шаровых мельниц на основе моделирования технологических процессов, протекающих в них, и определении оптимальных параметров с целью повышения производительности корпуса обогащения.

Ключевые слова: шаровые мельницы, технологические параметры, моделирование и оптимизация, повышение производительности.

MODELING AND OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF BALL MILLS TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY OF THE ENRICHMENT BODY

Kabulova E.G., Makarov A.V., Mamatov D.A., Kiktev D.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol

Abstract. Ball mills are considered as an object of scientific research. The main advantages and disadvantages of the proposed directions for improving the efficiency and reliability of ball mills based on simulation of technological processes, occurring in them, and determination of optimal parameters in order to improve the performance of housing enrichment.

Keywords: ball mills, technological parameters, modeling and optimization, performance improvement.

На сегодняшний день помол различных материалов является неотъемлемой частью многих производств, как в горно-металлургической промышленности, так и других отраслях. Чем выше дисперсность среды, тем интенсивнее химические процессы, которые в них протекают, кроме того, качество помола и гранулометрическое распределение оказывают непосредственное влияние на выходные параметры продукции – однородность распределения свойств, прочностные характеристики и другие.

На предприятиях горной промышленности наибольшее распространение для процессов измельчения рудоматериала получили шаровые мельницы. Их популярность обоснована универсальностью применения; относительной простотой конструкции и эксплуатации; высокой производительностью; возможностью измельчения породы с большой исходной крупностью, а также различными свойствами, в том числе и с низкой размалываемостью [1]. Основными недостатками шаровых мельниц чаще всего являются внезапные и постепенные отказы механизмов и узлов, что приводит к снижению их надежности и эффективности.

Исследования, посвященные динамике мелющих тел, провели отечественные и зарубежные учёные: С.Е. Андреев, В.С. Богданов, Э. Дэвис, Д.К. Крюков, Ф.С. Бонда, М.А. Вердияна, А.А. Гриффитса, Р.Р. Шарапова и многие другие [2,4]. При этом основное внимание в работах уделено следующим факторам: расчет и оптимизация параметров шаровых мельниц на стадии проектирования, обоснование показателей надежности, промышленные испытания и разработка подходов по увеличению надежности мельниц [3,5].

В тоже время, проблема определения оптимальных скоростных режимов мельниц, в зависимости от параметров загрузки барабана, исследована недостаточно, а существующие методики определения параметров не учитывают массу факторов, которые непосредственно оказывают влияние на работу мельницы [7].

В этой связи достаточно актуально исследование и моделирование оптимальной скорости вращения барабана шаровой мельницы, при этом необходимо принять во внимание структурно-механическое состояние руды внутри барабана и параметры, основанные на условиях эксплуатации мельницы.

Рассматривая опыт эксплуатации шаровых мельниц на Стойленском ГОКе можно отметить наличие большого числа статистических данных об их надежности и функционировании [6]. Это позволяет поставить научные и прикладные задачи, связанные с расчетом оптимальных параметров мельницы при различных режимах работы, а также повышением их эффективности и надежности: разработать методы расчета и оптимизации параметров шаровых мельниц с учетом структурно-механического состояния руды внутри барабана, проверить адекватность предложенных моделей расчета и оптимизации параметров шаровых мельниц, разработать и внедрить эффективные средства повышения надежности шаровых мельниц [6].

В результате решения поставленных задач необходимо получить следующие научные и практические результаты:

1. Комплексировать результаты статистических, теоретических и экспериментальных исследований шаровых мельниц, на базе которых появилась возможность обосновать их параметры для заданных условий эксплуатации. При этом планируется представить научно-обоснованный подход к определению параметров шаровых мельниц в зависимости от условий их эксплуатации.

2. Разработать следующие математические модели расчета и оптимизации параметров:

- определения показателей надежности шаровых мельниц по данным эксплуатации;
- оптимизации частоты вращения барабана шаровых мельниц в зависимости от различных режимов работы;
- определения загрузки мельницы по затратам электроэнергии.

3. Установить следующие закономерности изменения параметров и процессов, происходящих внутри мельницы:

- изменения значений показателей надежности шаровых мельниц в зависимости от условий эксплуатации;
- взаимосвязь между частотой вращения барабана и режимами работы мельницы;
- взаимосвязь между загрузкой мельницы и потребляемой энергией;
- взаимосвязь между техническим состоянием элементов шаровых мельниц и их виброспектров.

4. Разработать и научно обосновать статистические, экспериментальные и теоретические модели процессов, происходящих внутри шаровых мельниц:

- математическая модель изменения случайной величины отказа элементов шаровых мельниц;
- модель показателей надежности шаровых мельниц от условий их эксплуатации;
- математическая модель износа рабочего лифтера под действием материалов внутри мельниц;
- математическая модель оптимизации частоты вращения шаровых мельниц в зависимости от режимов их работы.
- модель определения загрузки мельницы в зависимости от потребляемой энергии.

Практическое и научное значение результатов исследований необходимо оценить по следующим критериям:

- обосновано новое перспективное направление исследований – научное обоснование производственного качества шаровых мельниц в зависимости от условий эксплуатации путем расчета и оптимизации их параметров по данным научных исследований на стадии проектирования, что позволяет обосновать техническое решение (конструкцию шаровых

мельниц, внедрение которого вносит значительный вклад в ускорение технического прогресса).

- разработаны методики выполнения экспериментальных работ, позволяющие получить в лабораторных и промышленных условиях необходимые данные для проверки теоретических положений работы и получения самостоятельного результата.
- разработана методика расчета и оптимизации параметров шаровых мельниц в зависимости от режимов ее работы и условий эксплуатации.

Таким образом, решение поставленных задач, разработка методов и математических моделей оптимизации технологических параметров шаровых мельниц позволит повысить производительность корпуса обогащения.

Список литературы

1. Андреев С.Е. Наивыгоднейшее число оборотов шаровой мельницы // Горный журнал.– 1954.– №10.– С.44 – 49.

2. Бенькович Е.С., Колесов Ю.Б., Сеничков Ю.Б. Практическое моделирование динамических систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.

3. Богданов В.С., Богданов Н.С., Воробьев Н.Д. Повышение эффективности процесса измельчения в шаровых мельницах // Известия Вузов. Горный журнал. – 1986. – № 11. – С. 35-37.

4. Ельцов М.Ю., Воробьев Н.Д. Моделирование взаимодействия мелющих тел в шаровых мельницах // Физико-математические методы в строительном материаловедении. – М., 1986.– С.174-179.

5. Лисица А.В., Беляев Н.А. Дробление и измельчение материалов в центробежно-ударных дробилках и мельницах // Строительные материалы. – 2006. – № 8. – С.70-71.

6. Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. - 301 с.

7. Пискунов А.В., Стрельцов С.В., Чаусов М.В. Математическая модель процесса измельчения в мельнице ударно-отражательного действия // Технология сыпучих материалов - Химтехника 86: тез. докл. к предстоящей Всесоюз. конф., Белгород, 16-18 сент. 1986 г. - Белгород, 1986. - Ч. 1. Процессы измельчения, процессы классификации. – С. 12-13.

УДК 621.9.048

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЙ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ

Кудинов Е.А., Келлер А.В., Наумов М.Д., Кабулова Е.Г.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm_sti_misis@mail.ru, *+7 (4725) 45-12-00 доб. 240*

Аннотация. В статье представлено описание результатов математического моделирования вибрационного точения методом конечных элементов. Моделирование производилось на различных режимах виброточения. В результате моделирования виброточения были получены и исследованы температуры и силы резания.

Ключевые слова: вибрационное точение; метод конечных элементов; силы резания; частота колебаний; амплитуда колебаний; температура.

MODELING THE VIBRATION ROLLING PROCESS BY THE FINITE ELEMENT METHOD IN ORDER TO STUDY THE PHENOMENA IN THE CUTTING ZONE

Kudinov E.A., Keller A.V., Naumov M.D., Kabulova E.G.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, StaryOskol

Annotation. The article describes the results of mathematical modeling of vibration turning by the finite element method. Modeling was carried out in various modes of vibration.As a result of vibration modeling, temperatures and cutting forces were obtained and investigated.

Keywords: vibration turning; finite element method; cutting forces; oscillation frequency; vibration amplitude; temperature.

Одним из способов обработки деталей на токарном станке является вибрационное точение. Процесс виброточения заключается в наложении на общепринятую кинематическую схему механической обработки дополнительного колебательного движения режущего инструмента, которое характеризуется направлением, формой, амплитудой и частотой колебаний. Наложение колебаний на инструмент дает ощутимый физический эффект уменьшение усилий резания, снижения сил трения, облегчает протекание пластических деформаций, увеличивает стойкость инструмента.

В данной работе основным направлением было исследование сил возникающих при обработке материалов виброточением.

Программно-прикладным обеспечением для данного исследования была использована САПР DEFORM, в котором был смоделирован процесс резания методом конечных элементов.

В качестве основного материала заготовки для исследования была выбрана нержавеющая коррозионностойкая сталь аустенитного класса 12Х18Н10Т.

Режимы резания были следующими:

В ходе предварительных исследований было определено, что оптимальные режимы для обработки данного материала: υ = 100 – 200 м/мин.

Параметры колебаний: амплитуда А = 50 мкм, частота f = 100 Гц.

Таким образом были получены следующие модели процессов резания:

1. Скорость резания 100 м/мин, глубина резания 1,0 мм, без колебаний;

2. Скорость резания 200 м/мин, глубина резания 1,0 мм, без колебаний;

3. Скорость резания 100 м/мин, глубина резания 1,0 мм, амплитуда колебаний А = 50 мкм, частота f = 100 Гц.

4. Скорость резания 200 м/мин, глубина резания 1,0 мм, амплитуда колебаний А = 50 мкм, частота f = 100 Гц.

В результате моделирования на скоростях 100 и 200 м/мин на рассчитанных конечно-элементных моделях процесса точения были измерены температура в зоне резания, изображенные на рисунках 1 и 2:

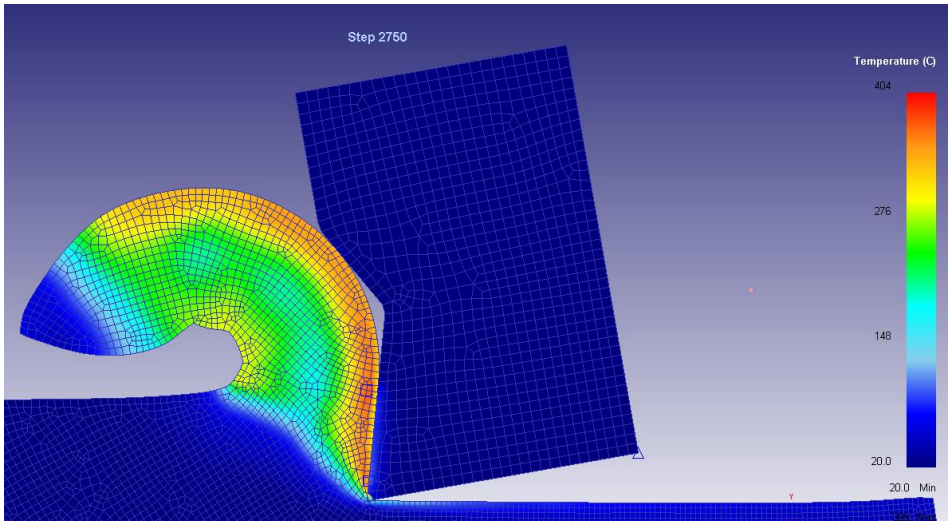


Рис. 1. Точение с режимами: υ = 100 м/мин; t = 1,0 мм

Из рис. 1 и 2 очевидно, что максимальная температура в зоне резания ниже при точении с большей скоростью резания.

При анализе полученных результатов моделирования было установлено, что для обработки стали 12Х18Н10Т скорость 200 м/мин более эффективна, так как при увеличении скорости резания уменьшаются температуры в зоне резания и теле стружки, уменьшается износ инструмента, за счёт уменьшения времени его взаимодействия с обрабатываемой заготовкой в процессе точения. Следовательно, повышается и производительность процесса. Поэтому дальнейшие исследования были произведены при резании со скоростью 200 м/мин.

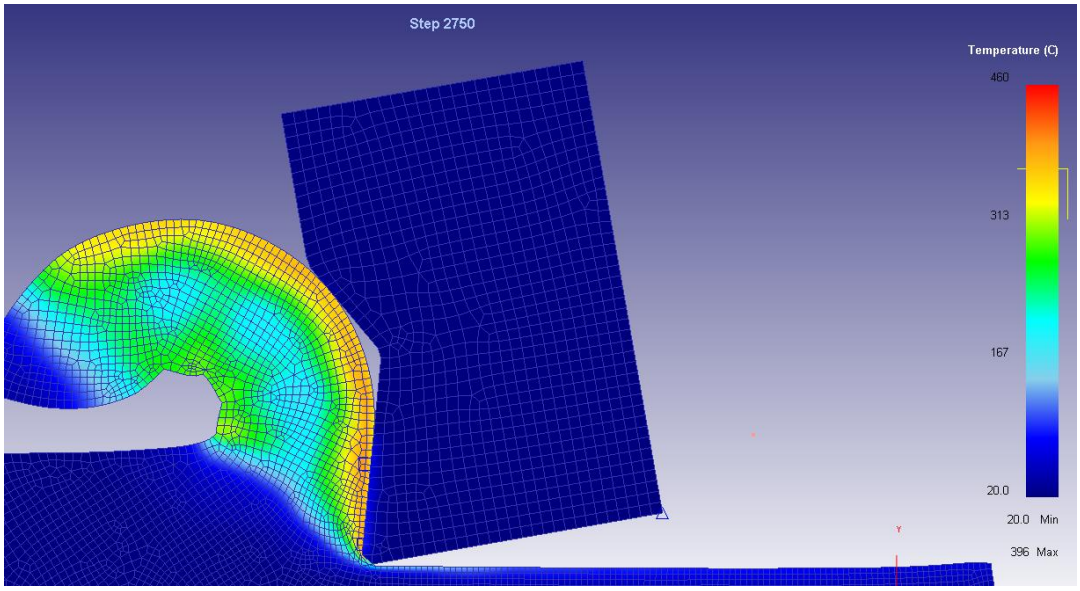


Рис. 2. Точение с режимами: υ = 200 м/мин; t = 1,0 мм

В ходе сравнения смоделированных процессов точения было установлено, что наибольшее отличие в значениях следующих параметров:

1. Интенсивность деформаций – параметр характеризующий, степень накопленной деформации в теле обрабатываемого объекта (в данном случае, поверхности заготовки). Накопленные деформации описывают снижение прочности удаляемого слоя материала.При высоких значениях интенсивности деформаций, и при периодических изменениях от максимальных к минимальным значениям повышается вероятность разрушения удаляемого материала, в виде стружки, то есть её дробление.

2. Скорость интенсивности деформаций – этот параметр связан с интенсивностью деформаций и характеризует скорость протекания деформаций в обрабатываемой заготовке;

3.Эффективное напряжение – один из ключевых параметров процесса, характеризующий напряжения текучести материала. Увеличение значений этого параметра показывает протекание необратимых изменений в заготовке, а именно пластических деформаций.

Каждый из этих параметров влияет на силу резания, её величину, интенсивность и частоту изменения при резании с колебаниями.

Различие в остальных параметрах имело значительно меньшие расхождения. Поэтому в дальнейшем, внимание будет обращено на эти три составляющие процесса резания.

В процессе точения без наложения колебаний на эти параметры влияет в основном адгезия материалов стружки и режущей кромки инструмента, а в процессе вибрационного точения, происходят колебания резца с определёнными параметрами, что, несомненно, влияет на протекание процесса резания.

Далее был смоделирован процесс точения с параметрами: скорость резания 200 м/мин, глубина резания 1,0 мм, амплитуда колебаний A = 50 мкм, частота f = 100 Гц, его результаты представлены на рисунках 3, 4, 5, 6:

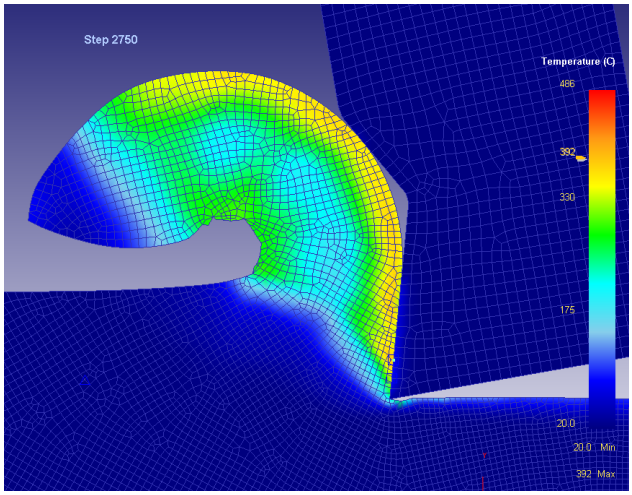


Рис. 3. Температура в зоне резания при виброточении

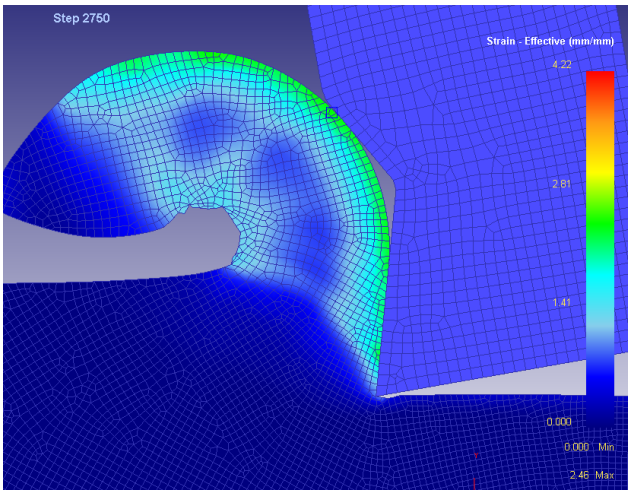


Рис. 4. Интенсивность деформаций при виброточении

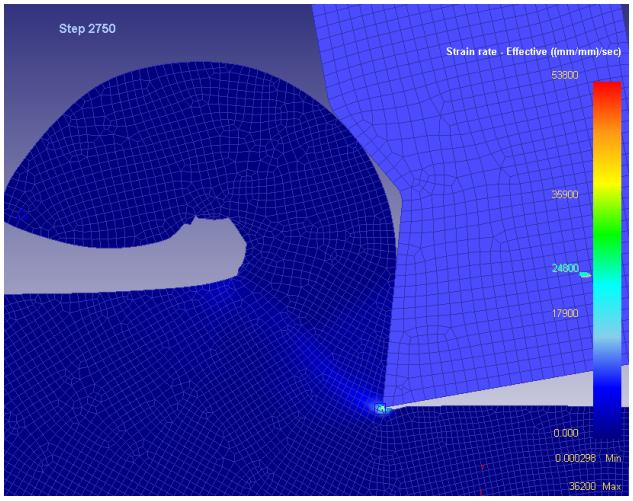


Рис. 5. Интенсивность скоростей деформаций при виброточении

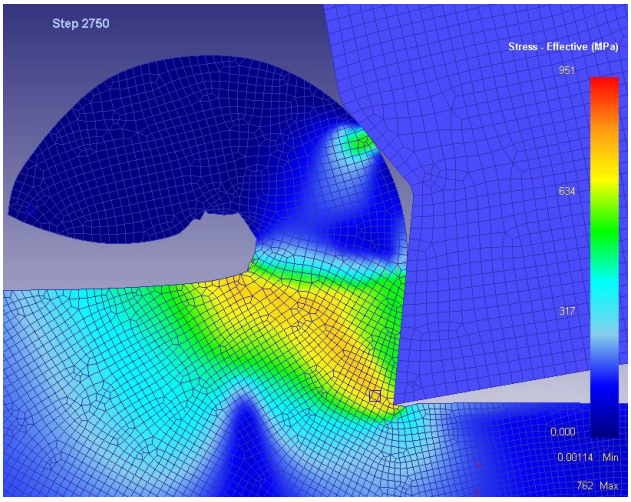


Рис. 6. Эффективное напряжение при виброточении

На рис. 3 показаны температурные параметры процесса резания, можно отметить, что максимальное значение практически равно значению температуры при обычном точении.

Из рис. 4 можно увидеть изменения в интенсивности деформации в процессе резания. Но зона распределения повышенных деформаций очень мала, что свидетельствует о несущественном влиянии этого параметра на процесс резания в этих условиях.

На рис. 5 можно отметить, что скорость протекания интенсивности деформаций значительно изменяется только в зоне резания. Это говорит о том, что заготовка не подвергается предварительной деформации.

На рис. 6 можно увидеть увеличение зон максимального напряжения в отличии от процесса стандартного точения, что способствует более интенсивному разрушению материала, а как следствие более лучшее отделение стружки.

Как видно из рисунков процесс резания протекает с недостаточной эффективностью, поэтому для её повышения следовало изменить параметры колебаний, а именно увеличить амплитуду или частоту колебаний. На основе этих выводов было смоделировано два процесса резания. Режимы были следующие:

1. Скорость резания 200 м/мин, глубина резания 1,0 мм, амплитуда колебаний A = 100 мкм, частота f = 100 Гц.

2. Скорость резания 200 м/мин, глубина резания 1,0 мм, амплитуда колебаний В первом процессе отличие заключается в увеличении частоты в 2 раза, результаты которых будут представлены на рисунках ниже:

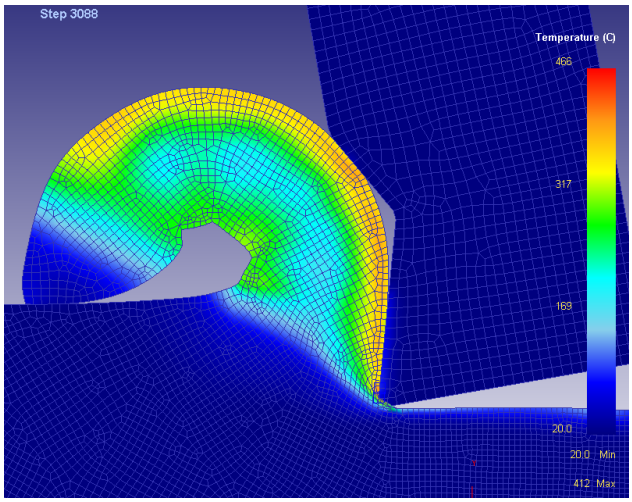


Рис. 7. Температура в зоне резания при виброточении

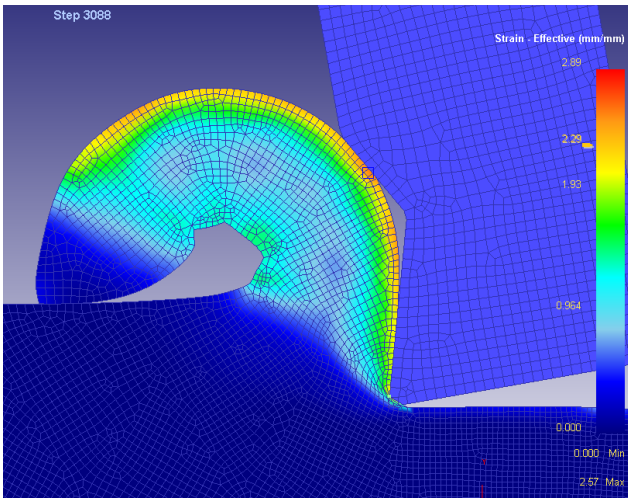


Рис. 8. Интенсивность деформаций при виброточении

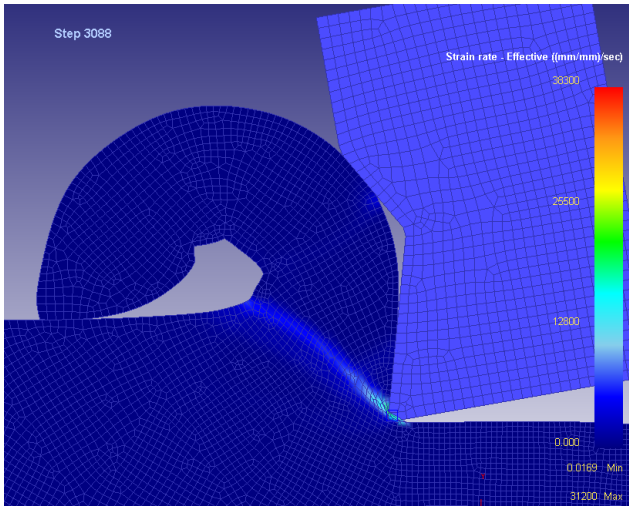


Рис. 9. Интенсивность скоростей деформаций при виброточении

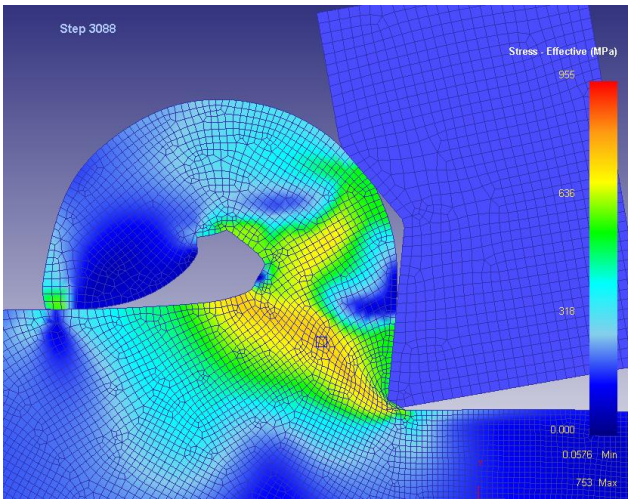


Рис. 10. Эффективное напряжение при виброточении

Из рис. 7 очевидно, что температура в зоне резания повысилась, а также увеличилась зона распределения высоких температур. Кроме того, изменение температур в данном процессе носит периодический характер, с разницей около 40 °C.

На рисунке 8 можно наблюдать достаточное повышение численных значений интенсивности деформаций, что оказывает положительное воздействие на процесс резания, увеличивая силу деформации и улучшая процесс срезания материала.

Рис. 9 показывает, что при нижнем положении амплитуды внутри тела заготовки происходят изменения, сопутствующие предварительному деформированию срезаемого слоя. Это явление называется опережающей трещины. Но так как зона высоких значений деформаций очень мала, то данный процесс оказывает влияние только лишь на начальный этап формирования опережающей трещины.

На рис. 10 можно отметить увеличение максимального значения напряжения и расширение зоны его воздействия на срезаемый слой материала. Это изменение также способствует повышению скорости отделения стружки.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что такое изменение привело к повышению эффективности процесса и увеличению значений требуемых показателей. Но в данном процессе повысилась температура в зоне резания, и кроме того в следствии повышения частоты время взаимодействия резца и обрабатываемого материала увеличилось вдвое, что в совокупности оказывало негативное влияние на стойкость инструмента, и как следствие его более быстрый выход из строя.

Поэтому данные изменения были приняты нерациональными.

Во втором процессе изменению подвергалась амплитуда колебаний, а именно увеличилась также в 2 раза. Что в результате моделирования дало следующие результаты:

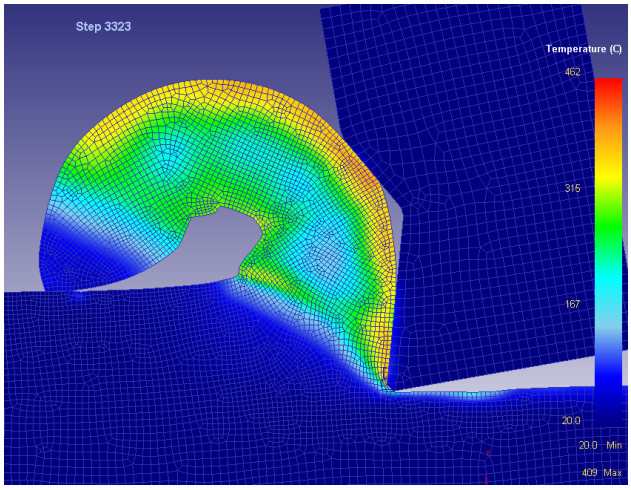


Рис. 11. Температура в зоне резания при виброточении

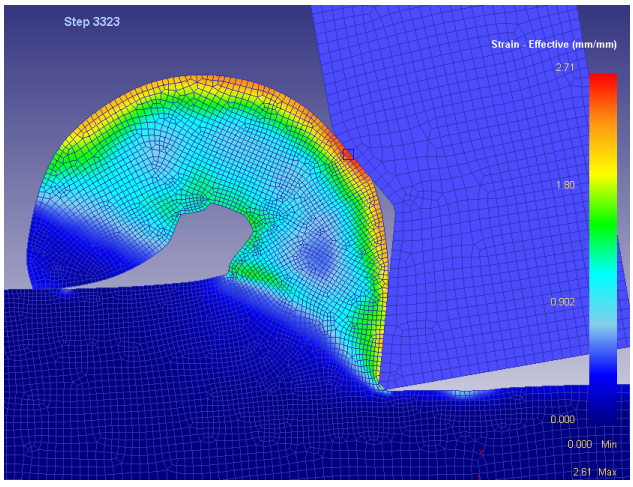


Рис. 12. Интенсивность деформаций при виброточении

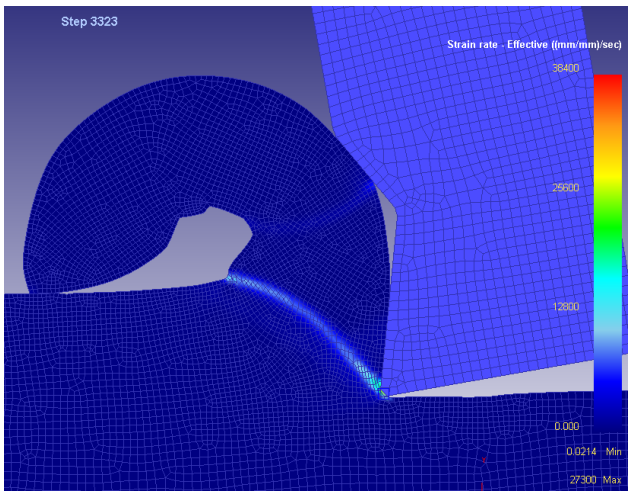


Рис. 13. Интенсивность скоростей деформаций при виброточении

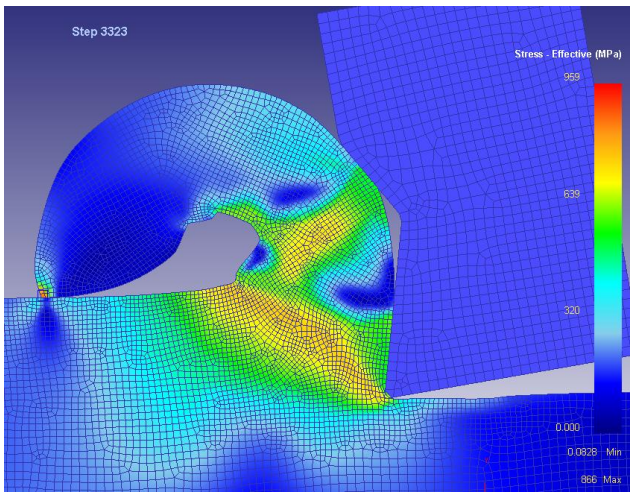


Рис. 14. Эффективное напряжение при виброточении

Из рис. 11 можно заметить, что в сравнении с предыдущим процессом резания увеличении температуры имеет те же максимальные значения, но их зона значительно меньше, что снижает текучесть стружки, и как следствие улучшает обрабатываемость материала.

На рис. 12 интенсивность деформаций практически совпадает с результатами в предыдущем процессе резания. Повышение интенсивности деформаций повысит обрабатываемость материала, а как следствие и сила отделения стружки увеличится.

Из рис. 13 можно наблюдать значительные изменения скорости деформации срезаемой стружки. Такое увеличение зоны воздействия этого показателя будет положительно воздействовать на процесс резания, а именно способствовать протеканию такого процесса как опережающая трещина.

На рис. 14 прослеживается положительная динамика, связанная с увеличением как численного значения, так и зоны эффективного напряжения. Такое воздействие на срезаемый слой позволит улучшить обрабатываемость материала, за счёт увеличения его внутренних напряжений.

Результатом таких изменений режимов вибраций стало повышение производительности с сохранением стабильности процесса и без резкого изменения температуры в зоне резания, что несомненно положительно повлияет на эффективность процесса.

При повышении амплитуды, основные изменения происходят в верхнем

положении амплитуды, когда резец отделяет стружку от заготовки. В этот момент силы и напряжения в заготовке наибольшие и в сумме с перепадом до минимальных значений способствуют более эффективному отделению стружки. Также после того как резец начинает следовать к нижнемуположению амплитуды, напряжения начинают передаваться вслед за клином резца, распределяя их в дальнейшую область зоны резания, что обеспечивает стабильность и равномерность резания в сумме с повышенной производительностью.

На основе анализа полученных данных можно сделать вывод, что влияние изменения амплитуды колебаний оказывает большее воздействие на процесс вибрационного точения, чем изменение частоты колебаний.

Следующим шагом было исследование сил при вибрационном резании путём изменения глубины резания.

В результате моделирования процессов обработки для глубин резания в диапазоне 0,1 – 1,0 мм были получены результаты, свидетельствующие, что вибрационное точение повышает производительность процесса резания.

Подводя итоги можно выделить, что в процессе исследования было отмечено изменение параметров резания при применении вибрационного точения.

При наложении вибраций с параметрами из необходимого диапазона возможно улучшить следующие параметры процесса резания:

– температуру в зоне резания;

–стойкость резца;

– стабильность и производительность процесса.

В дальнейших исследованиях планируется раскрыть влияние вибрационного точения на группы труднообрабатываемых широкоприменяемых марок сталей, и последующее создание таблиц рекомендаций для назначения оптимальных режимов вибрационного резания.

Список литературы

1. Владимиров А.А., Сергиев А.П., Макаров А.В. Моделирование процесса вибрационного точения в программном комплексе DEFORM // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 5. – С. 82 – 85.

2. Владимиров А.А., Сергиев А.П. Влияние амплитуды колебаний на составляющие функции комплексного вибрационного воздействия низкочастотных колебаний //

Известия ВолгГТУ. – 2018. – №7 (217). – С. 13-16.

3. Владимиров А.А., Сергиев А.П., Макаров А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния вибрационного точения методом конечных элементов // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Сб. ст. по материалам XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, (Старый Оскол, 21-23 ноя. 2018 г.), Старый Оскол: Изд-во СТИ НИТУ МИСиС, 2018. – С. 235-240.

4. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Швачкин Е.Г. Оценка стабильности параметров вибрационного резания при изменении частоты колебаний // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Сб. ст. по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, (Старый Оскол, 23-24 ноября 2017 г.), Старый Оскол: Изд-во СТИ НИТУ МИСиС, 2017. Т. I. – С. 248-251.

5. Сергиев А.П., Владимиров А.А., Макаров А.В. Поиск области оптимизации амплитудно-частотных параметров при вибрационном резании // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Сб. ст. по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, (Старый Оскол, 23-24 ноября 2017 г.), Старый Оскол: Изд-во СТИ НИТУ МИСиС, 2017. Т. I. С. 244-248.

6. Sergiev A.P., Vladimirov A.A., Shvachkin E.G. Optimization of Vibrational Cutting // Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 6, pp. 505-508.

7. Владимиров А.А., Афонин А.Н., Макаров А.В. Особенности механизма формирования микронеровности поверхности при вибрационном точении // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – № 2. – С. 27-29.

8. Владимиров А.А., Афонин А.Н., Макаров А.В., Назарова М.Ю. Геометрическая модель шероховатости при точении с маятниковыми колебаниями резца // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2019. – № 4-1 (336). – С. 15-19.

9. Таупек И.М., Кабулова Е.Г., Положенцев К.А., Лисовский А.В., Макаров А.В. Общее руководство по работе с программным комплексом DEFORM. – Старый Оскол: ООО ИПК «Кириллица», 2015. – 217 с.

УДК 621

ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ ВОЛНИСТОГО РЕЛЬЕФА

Ларин А.И., Афонин А.Н., Каримов Р.Р.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, tomm_sti_misis@mail.ru

Аннотация. В работе установлено, что эксплуатационные характеристики резьб, шлицев, зубьев и других профилей могут быть повышены за счет гетерогенного упрочнения поверхностного слоя. Рассмотрены методы формирования гетерогенной структуры поверхностного слоя резьб и профилей. Установлено, что применение различных способов ППД позволяет в широких пределах варьировать степень, глубину и равномерность упрочнения деталей машин.

Ключевые слова: резьба, шлицы, зубья, гетерогенное упрочнение, поверхностное пластическое деформирование, усталостная прочность.

WAVE RELIEF SURFACE PLASTIC TREATMENT

Larin A.I., Afonin A.N., Karimov R.R.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol

Annotation. It is established that the performance characteristics of threads, splines, gears and other profiles can be evaluated due to heterogeneous hardening of the surface layer. Methods of forming a heterogeneous structure of the surface layer of threads and profiles are considered. It has been established that the use of various SPD methods allows varying the degree, depth and uniformity of hardening of machine parts within wide limits.

Keywords: thread, splines, gears, heterogeneous hardening, surface plastic deformation, fatigue strength.

Существенно повысить усталостную прочность деталей машин можно с помощью обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД) [3, 4]. Особенно эффективным является применение гетерогенного упрочнения ППД [1, 3, 6]. Для получения гетерогенных структур при упрочнении нежестких деталей можно использовать комбинированную режуще-деформирующую обработку ППД [5]. При

реализации режуще-деформирующей обработки ППД на упрочняемой поверхности заготовки вначале нарезается волнистый рельеф (рис. 1). После деталь обкатывают гладким цилиндрическим роликом с целью сглаживания рельефа и формирования гладкой рабочей поверхности детали.

Степень и равномерность упрочнения при режуще-деформирующей обработке ППД зависят от параметров рельефа: его формы, шага *P*, высоты *h*. Влияние размеров деформирующего инструмента не так значительно. Наиболее предпочтительным является профиль рельефа треугольной и круглой формы. Эквивалентные деформации при ППД волнистого рельефа с различной формой профиля приведены на рис. 2.

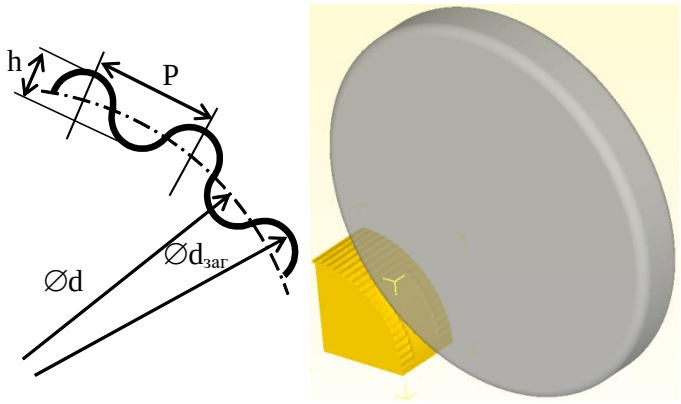
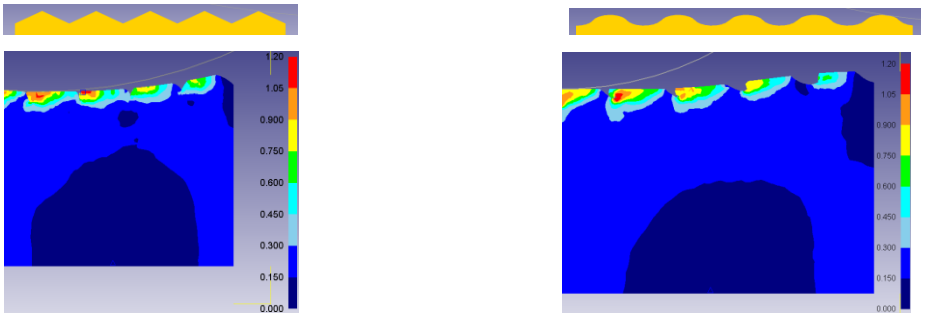


Рис. 1. Схема гетерогенного упрочнения режуще-деформирующей обработкой ППД

Для моделирования ППД с помощью метода конечных элементов использовалась программа DEFORM 2D.



треугольный с углом 90° круглый

Рис. 2. Эквивалентные деформации при ППД волнистого рельефа с различной формой профиля

Механические свойства материала модели (сталь 45) заданы из встроенной базы DEFORM. Скорость накатывания 5 мм/с. Диаметр инструмента 10 мм, шаг нарезаемого рельефа 1 мм. Поскольку деформации от резания значительно меньше деформаций форма нарезанного профиля задавалась начальной геометрией заготовки. Распределение эквивалентных деформаций при обкатывании круглого и треугольного профиля приведено на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что треугольный профиль обеспечивает большую степень деформации по сравнению с круглым. Наиболее предпочтительным для гетерогенного упрочнения режуще-деформирующей обработкой ППД представляется использование нарезанного рельефа треугольного профиля с углом 90°. Шаг рельефа не должен превышать 1,5 мм, а высота 0,7 мм.

Для проведения исследований процессов упрочнения ППД разработана экспериментальная накатная головка. Головка имеет три равномерно расположенных по окружности свободно вращающихся деформирующих ролика. Благодаря этому в головке создается замкнутая система сил, обеспечивающая отсутствие изгиба нежестких заготовок и передачи сил деформирования на шпиндель станка. Диапазон возможных диаметров заготовок составляет 10…60 мм. Настройка головки на размер производится подбором диаметров роликов. Головка может использоваться на станках сверлильной и токарной группы.

Фотография с увеличением в 10 раз нарезанного на образце диаметром 20 мм треугольного рельефа шагом 1 мм и углом профиля 60° до и после обкатывания экспериментальной головкой приведена на рис. 3.

Геометрия поверхности в целом соответствует полученной при моделировании процесса с помощью метода конечных элементов. В частности, результаты натурного эксперимента подтверждают предположение о том, что обкатывание остроугольного профиля может приводить к образованию на поверхности заготовки закатов.

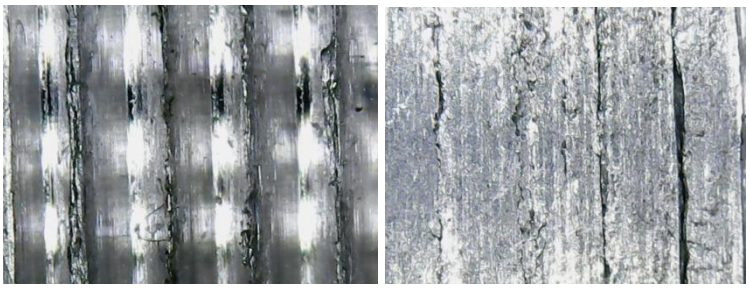


Рис. 3. Нарезанный на образце рельеф до и после обработки ППД (увеличено в 10 раз)

Профилограмма поверхности образца после обкатывания представлена на рис. 4. Параметр шероховатости поверхности Ra после ППД треугольного рельефа составляет порядка 2 мкм. Волнистость получаемой после обкатывания поверхности незначительна. Данные результаты следует признать удовлетворительными.

В результате проведенных исследований разработаны и апробированы инструмент, оснастка и технология гетерогенного упрочнения цилиндрических поверхностей режуще-деформирующей обработкой ППД. Основными размерами заготовки при данном виде обработки являются шаг и высота нарезанного рельефа и наружный диаметр заготовки. В результате проведенных теоретических исследований установлено, что наиболее предпочтительным для гетерогенного упрочнения режуще-деформирующей обработкой ППД представляется использование предварительно нарезанного рельефа треугольного профиля с углом 90° и шагом до 1,5 мм.

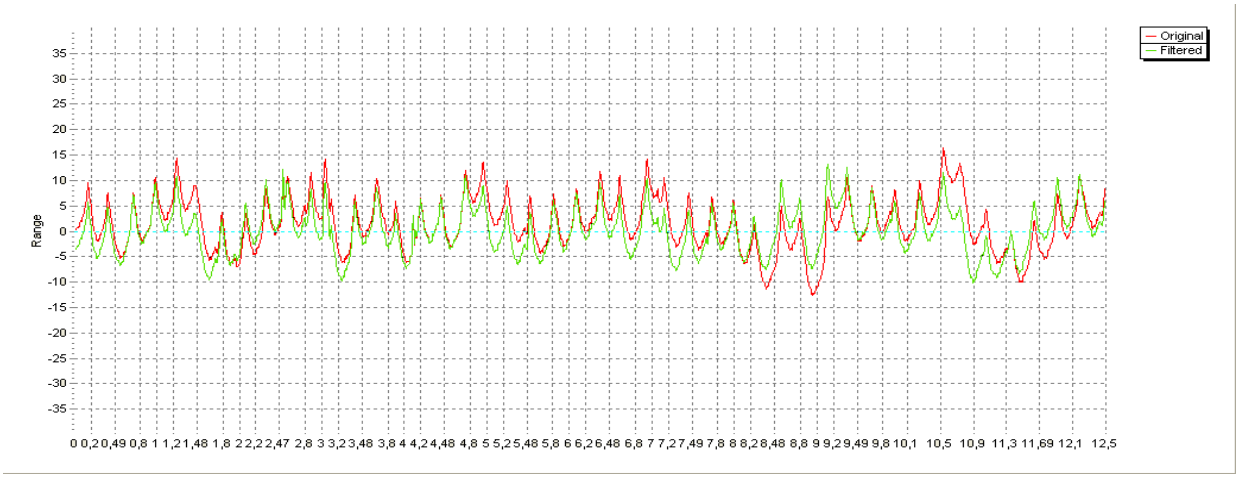


Рис. 4. Профилограмма поверхности образца после обкатывания

Экспериментальные исследования режуще-деформирующей обработки ППД доказали возможность ее реализации и подтвердили адекватность моделирования процесса с помощью метода конечных элементов.

Выполнение приведенных рекомендаций позволит обеспечить существенное (до полутора раз) повышение усталостной прочности тяжелонагруженных поверхностей деталей машин.

Список литературы

1. Киричек А.В., Соловьев Д.Л. Создание гетерогенной структуры материала статико-импульсной обработкой // СТИН. – 2007. - №12. – С. 28-31.

2. Смелянский В.М., Земсков В.А. Технологическое повышение износостойкости деталей методом электроэрозионного синтеза покрытий // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2005. – № 1. – С. 27-35.

3. Афонин А.Н., Ларин А.И., Макаров А.В., Бойко П.Ф. Гетерогенное упрочнение деталей горно-металлургических машин поверхностным пластическим деформированием // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. Т.II. Старый Оскол, 2014.– С. 3-10.

4. Афонин А.Н., Ларин А.И., Макаров А.В. Расчет размеров заготовки при гетерогенном упрочнении режуще-деформирующей обработкой ППД // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2018. – №3 (329). – С. 88-93.

5. A.N. Afonin, A.I. Larin, A.V. Makarov, E.M. Martynov Hetrogeneous hardening of machine parts by the cutting and deforming maching with surface plastic deformation. Journal of advanced research in dynamical and control systems. 2019, Vol. 11, No. 5 – Special Issue, pp. 132-139.

6. Афонин А.Н., Мартынов Е.М., Макаров А.В. Схемы деформирования при статико-импульсной обработке тяжелонагруженных резьб // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №9. С. 106-112.

УДК 621.9.048.4

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РОЛИКОВ МНЛЗ НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ТУГОПЛАВКИМИ КОМПОНЕНТАМИ

Макаров А.В.[1], Кудряшов А.Е.[2], Репников Н.И.[1], Владимиров А.А.[1], Титова А.П.[1]

1 - Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, tomm_sti_misis@mail.ru,

2 – Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 4, aekudr@yandex.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований, направленных на изучение возможности применения наплавочного материала ASM 4603-SA, модифицированного тугоплавкими компонентами, для восстановления роликов машин непрерывного литья заготовок. Показано, что такой материал обладает высокой износостойкостью и стойкостью к образованию трещин в результате циклических высокотемпературных воздействий.

Ключевые слова: машина непрерывного литья заготовки, ролики, электродуговая наплавка, карбид вольфрама, нитрид бора гексагональный, износостойкость, теплостойкость.

RESTORATION OF ROLLERS OF CONTINUOUS CASTING MACHINES WITH FOAM MATERIALS MODIFIED BY REFRIGERANT COMPONENTS

Makarov A.V.[1], Kudryashov A.E.[2], Repnikov N.I.[1], Vladimirov A.A.[1], Titova A.P.[1]

1 – Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol,

2 – National University of Science and Technology MISIS, Russia, Moscow

Annotation. The results of studies aimed at studying the possibility of using ASM 4603-SA surfacing material modified with refractory components to restore the rollers of continuous casting machines are given. It is shown that such a material has high wear resistance and resistance to cracking as a result of cyclic high-temperature effects.

Keywords: continuous casting machine, rollers, arc welding, tungsten carbide, hexagonal boron nitride, wear resistance, heat resistance.

Введение

Для сталеплавильных производств важное место занимают исследования и разработки, направленные на повышение производительности и стабильности процесса разливки стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), одним из уязвимых мест которых являются ролики [1]. В условиях роста доли разливки стали на МНЛЗ [2] проблема повышения стойкости роликов является актуальной.

В настоящее время на металлургических предприятиях восстановление изношенных поверхностей роликов МНЛЗ производится преимущественно с использованием технологии электродуговой наплавки материалами Св-20Х13, ПП-Нп-25Х5ФМС и др.

Известно, что за рубежом достигнута фактическая стойкость восстановленных наплавкой роликов, равная 3 000 000 т литой заготовки, а в отечественной металлургии – до 500 000 т. Различие связано с более высоким уровнем технологии наплавки, наплавочного материала и применяемого оборудования [3].

Увеличение стойкости восстановленных роликов МНЛЗ позволит сократить простои оборудования, прямые и косвенные затраты на ремонт.

Рабочая поверхность роликов МНЛЗ является объектом интенсивного механического и цикличного теплового воздействия в результате движения по ним литой заготовки. Абразивный и адгезионный износ в сочетании с высокотемпературным окислением, а также усталостный износ являются причиной разрушения рабочей поверхности роликов, что требует проведения работ по их восстановлению.

Стойкость роликов МНЛЗ зависит от многих факторов – от применяемых материалов, технологии их изготовления, квалификации персонала, условий проведения термической обработки, оптимальных режимов эксплуатации, эффективности системы охлаждения, от конструкции как роликов, так и линий МНЛЗ, от свойств рабочей поверхности.

На металлургических предприятиях изношенные ролики МНЛЗ восстанавливаются путем применения технологии наплавки. В большинстве случаев ролики МНЛЗ изготовлены из жаропрочных марок стали, типа 20Х13, 25Х1М1Ф и др., а их восстановление осуществляется электродуговой наплавкой с применением проволок различных составов. Как правило, для восстановления роликов МНЛЗ, работающих при трении металла по металлу, как правило, используют низкоуглеродистые хромистые нержавеющие стали.

На сегодняшний день нет единого решения вопроса о выборе стали для изготовительной и восстановительной наплавки [4]. Условия реального производства

часто индивидуальны и характерны для конкретного производителя.

Ранее [5] авторами проводились исследования по подбору оптимальных наплавочных материалов для восстановления роликов МНЛЗ с целью снижения износа функциональных поверхностей при эксплуатации и повышения их ресурса работы. В ходе лабораторных и промышленных испытаний было исследовано более 30 наплавочных материалов отечественного и импортного производства. По износостойкости, теплостойкости и экономической эффективности высокие результаты показал наплавочный материал ASM 4603-SA производства ООО «АСМ группа», г. Череповец [5]. Наплавка материала производилась под слоем флюса ASM BM-21. Износостойкость роликов, восстановленных материалом ASM 4603-SA, оказалась в 1,48 раза выше износостойкости слоя, наплавленного проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС, часто применяемой в ремонтных цехах металлургических предприятий.

Увеличение срока службы восстановленных роликов МНЛЗ в два и более раз является актуальной задачей, требующей использования более износостойких материалов, способных сопротивляться вышеуказанным видам воздействия в течение длительного времени при условии сохранения экономической целесообразности применения таких материалов.

Для решения этой задачи совместно с производителем был модифицирован состав порошковой проволоки ASM 4603-SA за счет введения в ее шихту тугоплавких компонентов – порошка карбида вольфрама WC в количестве 3% (мас.) для увеличения износостойкости и нитрида бора BN гексагонального в количестве 0,2% (масс.) в качестве твердой высокотемпературной смазки [6].

Целью данной работы являлось изучение возможности применения порошковой проволоки ASM 4603-SA, модифицированной тугоплавкими компонентами, для восстановления роликов МНЛЗ.

Методика исследований

В качестве материала подложек для наплавки применяли образцы из стали 20Х13, используемой для изготовления роликов МНЛЗ. На подложки в 2-3 слоя в зависимости от толщины проволоки наплавлялись материалы ПП-Нп-25Х5ФМС, ASM 4603-SA, модифицированный материал ASM 4603-SA с добавками 3%WC и 0,2%BN.

Для изготовления экспериментального состава проволоки ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN диаметром 2,4 мм для электродуговой наплавки применяли:

- порошок карбида вольфрама (порошок карбида вольфрама WC3, производства компании

«Вольфрам», FSSS = 2,53);

- порошок нитрида бора BN гексагонального (марка А, производства ООО «Платина»);

- ASM 4603-SA (Fe – основа, C 0,30%, Si 0,7%, Mn 1,8%, Cr 5,0%, Ni 0,1%, Mo 1,4%, V 0,7%, W 1,1%).

Концентрат шихты получали путем механического смешивания порошков в планетарной мельнице Fritsch Pulverisette 5. Далее концентрат в условиях ООО «АСМ – Специальные наплавочные материалы» смешивали с остальной шихтой в необходимых пропорциях. Отношение массы шихты к массе оболочки 30:70. Эффективное смешивание компонентов внутри чаши смесителя происходило за счет ее сложного пространственного движения. Отсутствие лопастей внутри чаши позволило избежать истирания и разрушения частиц во время смешивания.

Рентгеноструктурный фазовый анализ образцов с наплавленными слоями проводили на дифрактометре ДРОН-4 с использованием монохроматического Co-Kα излучения (длина волны 1.79021 Å) и Cu-Kα излучения (длина волны 1.54178 Å).Съемка проводилась в режиме шагового сканирования в интервале углов 2Θ = 10°…130°, шаг съемки составлял 0,1°, экспозиция – 2…4 с.

Обработка спектров проводилась при помощи программ качественного PHAN и количественного анализа PHAN%, разработанных в НИТУ «МИСиС».

Твердость образцов с наплавленными слоями измерялась согласно ГОСТ 9013-59 «Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу» на твердомере ТР 5006.

Шлифы готовили на полировальной машине StruersRotoPol-21 в автоматическом режиме. При шлифовании применялись последовательно шлифовальные бумаги Struers с зернистостью карбида кремния SiC 120, 220, 500, 800, 1200, 4000.

Полирование образцов проводили с помощью суспензии из коллоидного оксида кремния O-PS (размер зерна 0,04 мкм).

Микроструктура наплавленных слоев исследовалась на оптическом микроскопе Neophot-32 и сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N, оснащенном рентгеновским энергодисперсионным спектрометром NORAN.

Трибологические свойства образцов с наплавленными слоями оценивали в соответствии с международными стандартами ASTMG 99-959 и DIN 50324 на высокотемпературной машине трения High-temperature Tribometer CSM Instruments по схеме pin-on-disk (рис. 1).

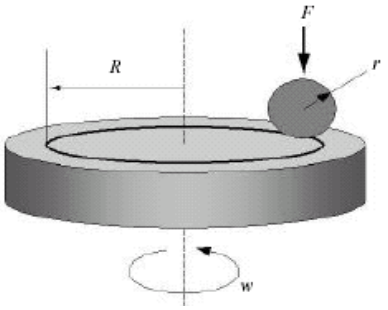


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

В качестве контртела применяли шарик из Al_2O_3 диаметром 6 мм. Линейная скорость скольжения образцов выбрана равной 10 см/с, нагрузка – 5 Н. Зависимость коэффициента трения трущейся пары от длины пробега контртела, равной 500 м, строилась на компьютере с помощью программного обеспечения InstrumX.

Профиль дорожки износа исследовали на оптическом профилометре Veeco Wyco NT 1100.

Скорость износа определялась по формуле:

$$W = s \cdot L/(H \cdot l),$$

где W – скорость износа, мм^3·Н$^{-1}$·м$^{-1}$; L – длина окружности, мм; s – площадь сечения износа канавки, мм^2; H – нагрузка, Н; l – путь трения, м.

Трибологические испытания проводились при температуре 700 °С. Выбор температуры эксперимента был обусловлен результатами замеров температуры роликов тянуще-правильной машины МНЛЗ №2 АО «Оскольский электрометаллургический комбинат» (рис. 2) [5]. Измерения проводились тепловизором SDS HotFind-DXT. Результаты измерений показали, что температура поверхности ролика, контактирующего с литой заготовкой, составляет до 462 ºС (точка Р02 на рис. 2). Таким образом, испытания проводились в более жестких температурных условиях, чем производственные.

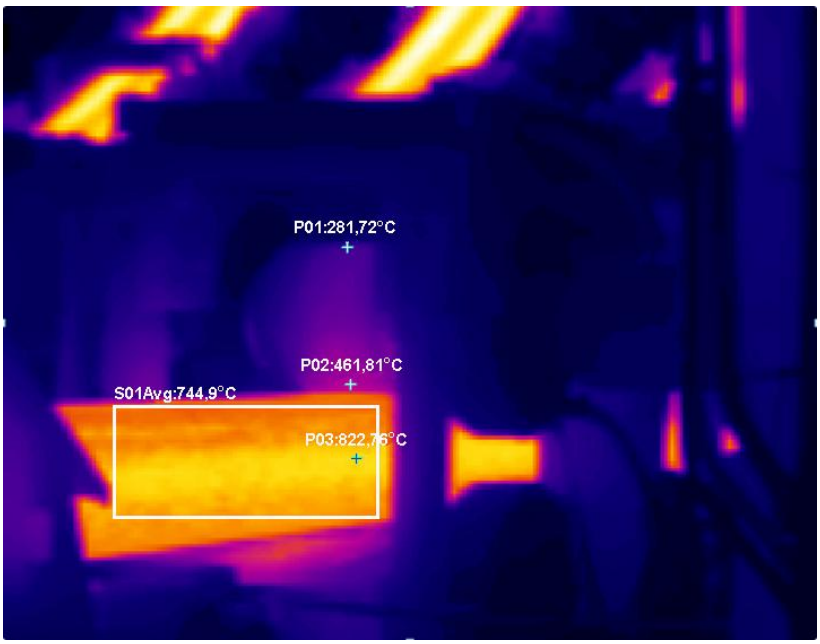


Рис. 2. Результаты измерения температуры ролика тянуще правильной машины МНЛЗ в момент контакта с литой заготовкой

Ролики МНЛЗ в процессе своей работы испытывают термоциклические нагрузки, как видно из рис. 2, температура поверхности вращающихся с частотой 0,4 об/мин роликов меняется от 462 ºС (точка Р02) до 282 ºС (точка Р01). Наплавочные материалы ASM 4603-SA и ПП-Нп-25Х5ФМС в производственных условиях показывают высокую стойкость к таким перепадам температур. С целью проверки способности модифицированного наплавочного материала сопротивляться термоциклическим нагрузкам были проведены испытания образцов на термостойкость.

Испытания на термостойкость проводились в муфельной лабораторной печи марки ЭКПС-10. Образцы с наплавленными слоями размерами 20×20×20 мм выдерживались в течение 30 минут в печи при температуре 900 °С, после чего охлаждались в воде, имеющей температуру 20 °С, в течение 30 секунд. Количество циклов нагрев-охлаждение равнялось 30.

Критерием термостойкости образцов с наплавленными слоями являлось наличие трещин после охлаждения.

Результаты и их обсуждение

Фазовый состав наплавленных слоев представлен в табл. 1.

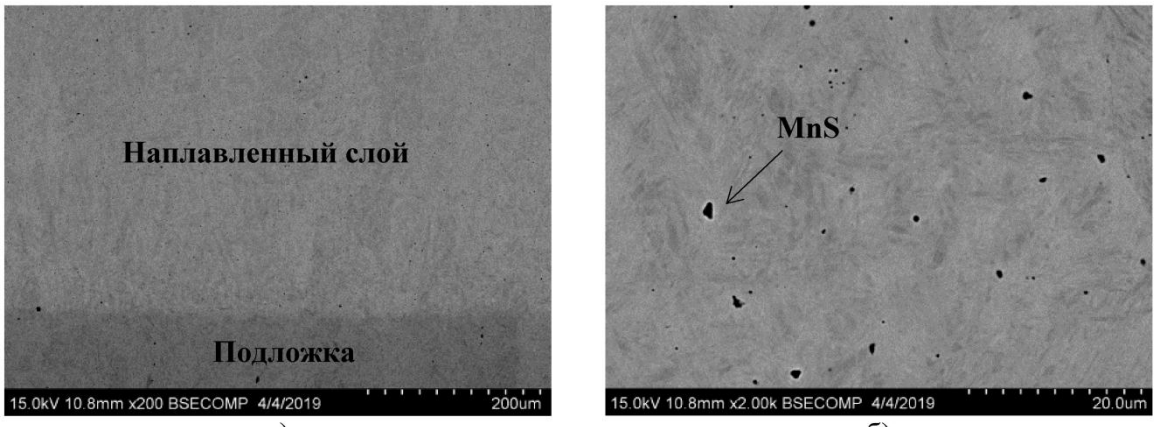
Таблица 1

Фазовый состав наплавленных слоев

Наплавленный материал	Фаза	Структурный тип	Символ Пирсона	Весовая доля, %	Периоды, Å
ПП-Нп-25Х5МФС	α-Fe	type A2	cI2	98	a = 2.872
	γ-Fe	type A1	cF4	2	a = 3.587
ASM 4603-SA	γ-(Fe-Cr-C)	type A1	cF4	12	a = 3.601
	α-(Fe-Cr)	type A2	cI2	88	a = 2.880

Установлено, что основной фазой в образцах, наплавленных материалами ПП-Нп-25Х5ФМС и ASM 4603-SA, является α-Fe (мартенсит) – 98 и 88 % соответственно. В слое, наплавленном проволокой ASM 4603-SA, содержится 12 % аустенита (γ-Fe), в образце, наплавленном ПП-Нп-25Х5ФМС – 2 %.

Структура слоя, наплавленного порошковой проволокой ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN, приведена на рис. 3. Граница между подложкой и наплавленным слоем характеризуется отсутствием дефектов (рис. 3а). На рис. 3б видно, что в наплавленном слое имеются включения, которые представляют собой сульфид марганца MnS.



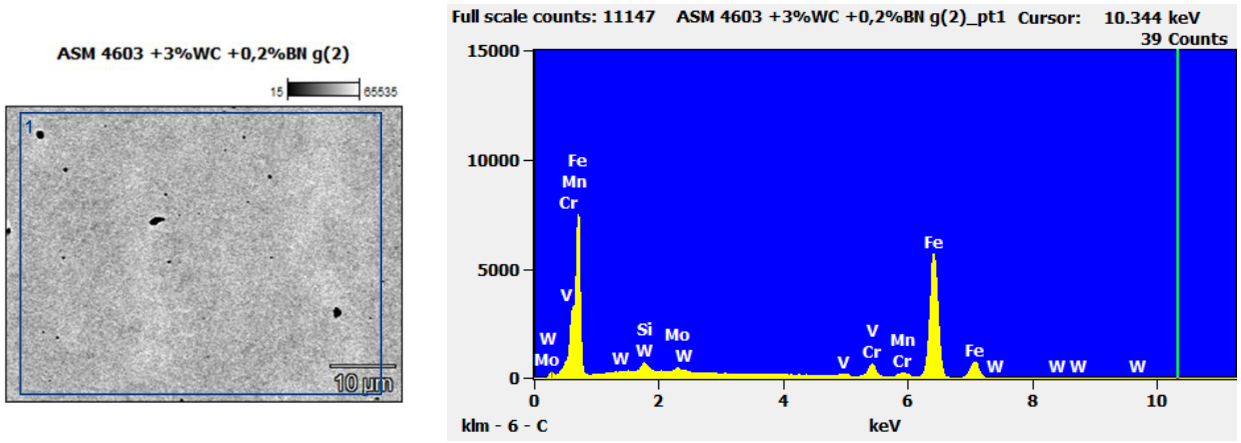
а) б)

Рис. 3. Структура наплавленного слоя ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN

На рис. 4а приведен фрагмент наплавленного слоя, на рис. 4б – его дифрактограмма, а в табл. 2 – химический состав. Видно, что содержание вольфрама составляет 2,3 %.

Результаты трибологических исследований (коэффициент трения $K_{тр}$, скорость

износа *W*) и измерений твердости наплавленных слоев приведены в табл. 3.



а) б)

Рис. 4. Фрагмент наплавленного слоя ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN (а) и его дифрактограмма (б)

Таблица 2

Химический состав наплавленного слоя ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN, %

Область на рис. 4а	Si-K	V-K	Cr-K	Mn-K	Fe-K	Mo-L	W-M
1	0,4	1,1	4,4	2,2	88,6	1,1	2,2

Таблица 3

Свойства наплавленных слоев

Наплавленный слой	Твердость HRC	Коэффициент трения $K_{тр}$	Скорость износа W, $\times 10^{-6}$ мм^3·Н$^{-1}$·м$^{-1}$
ПП-Нп-25Х5ФМС	50,04±1,05	0,54	44,6
ASM 4603-SA	52,45±1,77	0,56	31,7
ASM 4603-SA +3%WC +0,2%BN	57,37±0,64	0,52	21,5

На рис. 5 приведены заисимости коэффициента трения образцов с наплавленными слоями от длины пробега контртела. На рис. 6 приведены профили дорожек износа образцов и их 3D-изображения.

Образцы с наплавленными слоями из материалов ASM 4603-SA характеризуются более низкой скоростью износа (в 1,48 раза) по сравнению с образцом, наплавленным порошковой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМ.

Скорость износа модифицированной проволоки ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN составляет $21{,}5 \cdot 10^{-6}$ мм^3·Н$^{-1}$·м$^{-1}$, что в 1,5 раза ниже, чем у материла ASM 4603-SA и в 2 раза ниже, чем у материала ПП-Нп-25Х5ФМС.

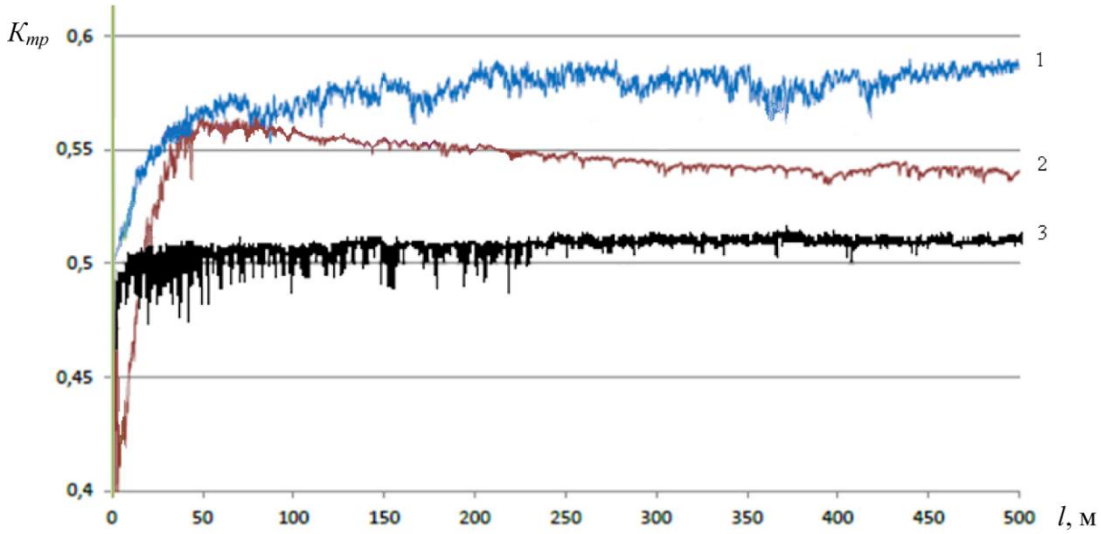
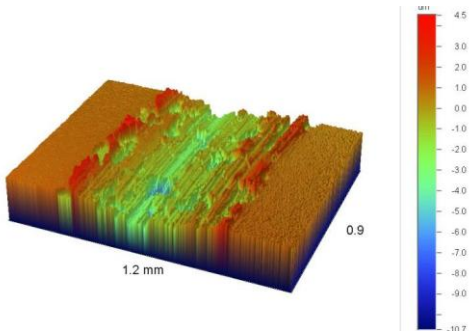


Рис. 5. Зависимость коэффициента трения образцов $K_{тр}$ от длины пробега контртела l: 1 – образец, наплавленный проволокой ASM 4603-SA; 2 – образец, наплавленный проволокой ПП-Нп-25Х5МФС; 3 – образец, наплавленный модифицированной проволокой ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN



а)



б)

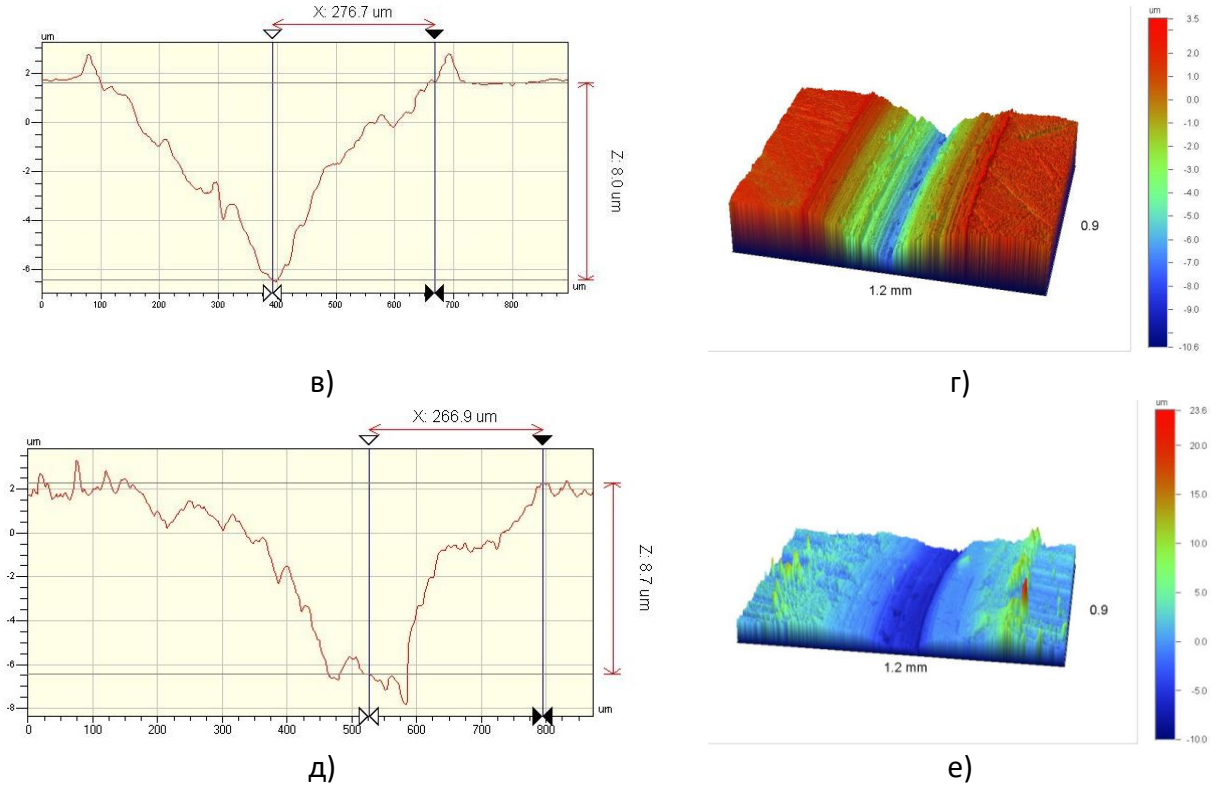


Рис. 6. Профили дорожек износа образцов (а, в, д) и их 3D-изображения (б, г, е):
а, б – образец, наплавленный проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС; в, г – образец, наплавленный проволокой ASM 4603-SA; д, е – образец, наплавленный модифицированной проволокой ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN

В результате испытаний наплавленного материала ASM 4603-SA + 3%WC + 0,2%BN установлено, что после 30 циклов нагрев-охлаждение трещин на поверхностях образцов не наблюдалось (рис. 7).



Рис. 7. Состояние поверхности исследуемых образцов после 30 циклов нагрев-охлаждение

Таким образом, модифицирование тугоплавкими компонентами наплавочной

проволоки ASM 4603-SA позволило снизить коэффициент трения и повысить ее износостойкость.

Заключение

Установлено, что применение порошковой проволоки ASM 4603-SA с добавками тугоплавких компонентов перспективно для восстановления наплавкой роликов МНЛЗ. В результате электродуговой наплавки данного материала на поверхности роликов МНЛЗ формируется износостойкий слой с твердостью до 57 HRC, стойкий к образованию трещин и сетки разгара в результате циклических высокотемпературных воздействий, характеризующийся пониженным коэффициентом трения по сравнению со слоем, наплавленным базовым материалом.

Список литературы

1. Марукович Е.И. Состояние и перспектива развития мировой металлургии // Литье и металлургия. – 2008. – №3 (47). – С. 56-64.

2. Стратегия развития черной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года (утв. приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 5 мая 2014 г. № 839).

3. Красильников С.Г., Окунев Ю.В., Пантелеймонов В.А., Шаповалов К.П., Орлов Л.Н., Голякевич А.А. Применение порошковой проволоки ООО «ТМ ВЕЛТЕК» в производстве металлоконструкций ЗАО «НКМЗ» // Сварщик. – 2007. – № 1 (53). – С. 6-9.

4. Якушин Б.Ф., Цирков П.А. Особенности технологии дуговой наплавки роликов для установок непрерывной разливки сталей // Сварка и диагностика. – 2009. – № 5. – С. 35-40.

5. Репников Н.И., Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Бойко П.Ф., Мамкин В.А. Определение перспективных наплавочных материалов для восстановления роликов вторичного охлаждения МНЛЗ с использованием структурных и трибологических методов исследований // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 280-284.

6. Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Владимиров А.А., Титова А.П. Применение наплавочных материалов, модифицированных тугоплавкими компонентами, для восстановления роликов машин непрерывного литья заготовок // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – № 8. – С. 41-48.

УДК 621.9.048.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ОБРАБОТКИ ВЫГЛАЖИВАНИЕМ КАЛИБРОВ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ, УПРОЧНЕННЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ СВС-ЭЛЕКТРОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Макаров А.В.[1], Кудряшов А.Е.[2], Титова А.П.[1], Владимиров А.А.[1]

1 – Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г. Старый Оскол, Россия, e-mail: tomm_sti_misis@mail.ru;

2 – Научно-учебный центр СВС МИСиС-ИСМАН, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия, e-mail: aekudr@yandex.ru.

Аннотация. Приведены результаты исследований, направленных на изучение возможности применения поверхностного пластического деформирования для снижения шероховатости поверхности калибров прокатных валков, упрочненных синтетическими твердыми инструментальными материалами.

Ключевые слова: прокатные валки, электроискровое легирование, поверхностное пластическое деформирование, выглаживание, микротвердость, шероховатость.

PERSPECTIVES OF TREATMENT IRONING OF CALIBERS OF ROLLING ROLLS STRENGTHENED BY HARD-ALLOYS SHS-ELECTRODE MATERIALS

Makarov A.V.[1], Kudryashov A.E.[2], Titova A.P.[1], Vladimirov A.A.[1]

1 – Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST MISIS, Russia, Stary Oskol,

2 – National University of Science and Technology MISIS, Russia, Moscow

Annotation. The results of studies aimed at studying the possibility of using surface plastic deformation to reduce the surface roughness of the calibers of rolling rolls hardened by synthetic hard tool materials are presented.

Keywords: rolling rolls, electrospark deposition, surface plastic deformation, smoothing, microhardness, roughness.

Введение

Прокатные валки относятся к ответственным деталям металлургического оборудования, эксплуатационные характеристики которых во многом влияют на производительность труда, на качество и себестоимость выпускаемой продукции.

Калибры прокатных валков работают при высоких температурных и механических нагрузках. Увеличение стойкости прокатных валков является актуальной научно-технической задачей.

Авторами работы [1] была разработана технология упрочнения калибров прокатных валков стана горячей прокатки методом электроискрового легирования (ЭИЛ) с применением электродных материалов СТИМ-11 (TiB_2–NiAl) и СТИМ-40НА (TiC–NiAl) (СТИМ – синтетический твердый инструментальный материал). Данные материалы разработаны в НИТУ «МИСиС» и изготовлены методом СВС-компактирования (СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез) [2]. Промышленные испытания упрочненных калибров прокатных валков показали увеличение их стойкости более чем в 2 раза [1, 5].

Метод ЭИЛ основан на явлении электрической эрозии и полярного переноса материала анода (электрода) на катод-деталь при протекании импульсных разрядов в газовой среде. В процессе электроискрового легирования происходит сближение электродов: анода и катода. При сближении между электродами увеличивается напряженность электрического тока и возникает импульсный искровой разряд. Через возникший канал сквозной проводимости пучок электронов фокусировано ударяется о твердую металлическую поверхность анода. Энергия движения остановленных электронов выделяется в поверхностных слоях анода. В связи с тем, что в данный момент система броском освобождает накопленную энергию, плотность тока значительно превосходит критические значения. В результате этого воздействия от анода отделяется капля расплавленного металла, которая движется к катоду, опережая движущийся вслед анод. Расплавленные частицы, достигнув катода, свариваются с ним и частично внедряются в его поверхность. Далее, при механическом контакте электродов частицы свариваются между собой, одновременно прогревая тонкий слой поверхности катода, на котором они расположены. Механический удар анода «проковывает» полученное покрытие, чем значительно увеличивает его однородность и плотность. После механического контакта анод под действием вибрации «отрывается» от катода, при этом на поверхности катода остается сформированное покрытие [3].

К достоинствам технологии ЭИЛ относятся высокая адгезия сформированных покрытий, относительная простота метода и оборудования, высокая экологичность и низкая энергоемкость процесса. К недостаткам метода, сдерживающим его широкое применение, относятся низкая производительность обработки, высокая шероховатость

сформированных покрытий, ограниченность толщины сформированных покрытий.

При повышенных требованиях к поверхности проката, микрогеометрия поверхностного слоя калибров прокатных валков, упрочненных методом ЭИЛ, является в ряде случаев недостаточной. В связи с чем, необходимо добиваться снижения шероховатости поверхностей, подвергшихся электроискровому упрочнению.

Шероховатость покрытий зависит от состава применяемых электродных материалов, частотно-энергетических режимов и времени обработки, от типа рабочего инструмента, а также исходного рельефа обрабатываемой поверхности.

Для снижения шероховатости электроискровые покрытия подвергают финишным операциям – шлифованию (полированию), поверхностному пластическому деформированию (ППД) (выглаживание, безабразивная ультразвуковая финишная обработка (БУФО)), притирке, лазерной обработке и т.д. Применение дополнительных операций усложняет и удорожает технологический процесс электроискрового упрочнения изделий, так как необходима дополнительная потребность в новом оборудовании, оснастке, квалифицированных кадрах. Кроме этого, не все перечисленные операции будут эффективными при обработке покрытий, нанесенных твердыми сплавами.

Большинство методов механической обработки не применимы для снижения шероховатости ЭИЛ-покрытий, так как их толщины 0,01-0,05 мм меньше или сопоставимы с минимальным технологическим припуском на механическую обработку. Для уменьшения шероховатости упрочненных поверхностей было решено применить один из видов ППД – выглаживание с помощью твердосплавного индентора. Данный способ ранее использовали для снижения шероховатости ЭИЛ-покрытий на титане [4].

Целью данной работы являлась отработка режимов выглаживания электроискровых покрытий, сформированных на стали 60ХН, а также изучение рельефа и свойств покрытий до и после ППД.

Методика исследований

В качестве электродов (анодов) для электроискровой обработки применяли СВС-электродные материалы на основе диборида титана СТИМ-11 и на основе карбида титана СТИМ-40НА (табл. 1).

В качестве материала катода применяли образцы диаметром 50 мм и длиной 250 мм из стали 60ХН в состоянии поставки.

Для нанесения электроискровых покрытий использовалась установка для электроискрового легирования ALIER-METAL G53. Покрытия формировались на

частотно-энергетическом режиме обработки, характеризующемся энергией единичных импульсных разрядов 0,175 Дж. Скорость нанесения ЭИЛ-покрытий составляла 2 мин/см^2.

Поверхностное пластическое деформирование (выглаживание) проводили на токарно-винторезном станке JET GHB-1340A DRO выглаживателем с индентором (r = 6 мм) из вольфрамо-кобальтового твердого сплава (HV = 1340 кгс/мм^2) на следующих технологических режимах: частота вращения заготовки n = 70 об/мин, продольная подача индентора S = 0,05 мм/об, сила выглаживания P = 600 Н (рис. 1). Сила выглаживания регулировалась по диаграмме нагружения пружины. Путем перемещения поперечного суппорта пружина деформировалась на величину, необходимую для получения требуемой силы выглаживания.

Таблица 1

Состав электродных материалов (ТУ 24.45.30-027-11301236-2019)

Электродный материал	Состав шихты, % (масс.)				
	Ti	B	C	Ni	Al
СТИМ-11 (TiB_2–NiAl)	41,4	18,6	–	27,4	12,6
СТИМ-40НА (TiC–NiAl)	48,0	–	12,0	27,4	12,6

Общий вид экспериментальной установки для ППД приведен на рис.1.

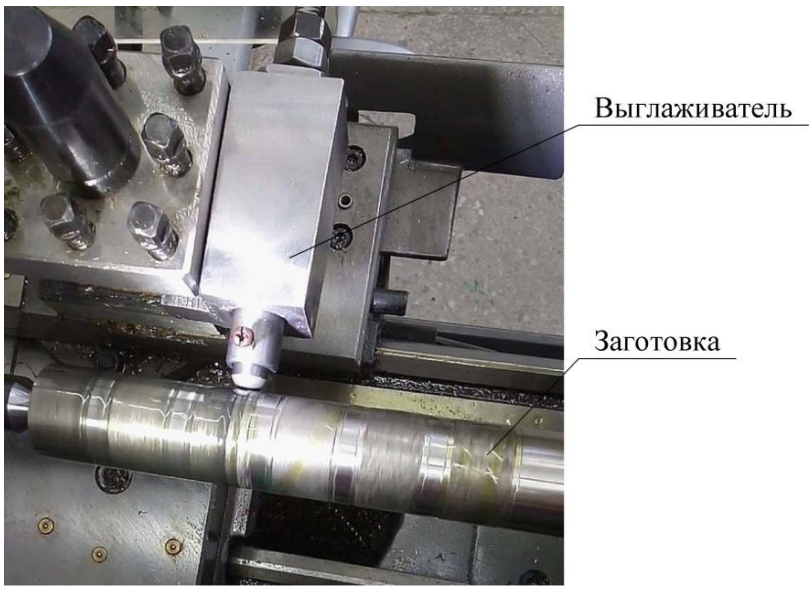


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки для ППД образцов с ЭИЛ-покрытиями

Металлографический анализ шлифов с ЭИЛ-покрытиями выполнялся на металлографическом микроскопе 4ХС. Определение толщины и сплошности покрытий проводили при увеличении 400^x.

Шероховатость покрытий измеряли профилометром TR200 на базовой длине 2,5 мм (длина оценки $5l_6 = 12{,}5$ мм). Шероховатость оценивали по параметру *Ra* (среднеарифметическое отклонение профиля).

Исследования микротвердости образцов с электроискровыми покрытиями до и после выглаживания проводились на микротвердомере МЕТОЛАБ 502 при нагрузке 100 г по ГОСТ Р ИСО 6507-1.

Результаты и их обсуждение

На рис. 2 приведена структура электроискрового покрытия, сформированного при применении СВС-электрода СТИМ-11 (шлиф). В результате ЭИЛ-обработки на поверхности образца из стали 60ХН сформировался поверхностный слой со 100%-ной сплошностью, толщиной ~30 мкм.

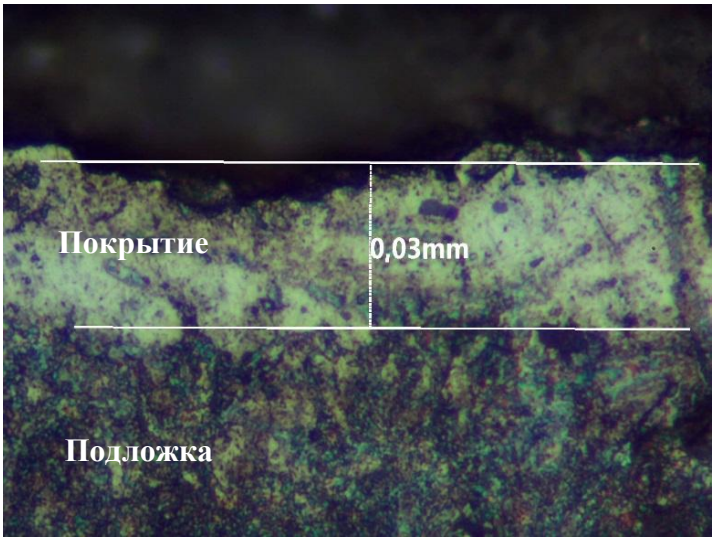


Рис. 2. Структура образца из стали 60ХН с ЭИЛ-покрытием до выглаживания (увеличение х400)

В табл. 2 представлены результаты измерения шероховатости поверхностного слоя и его микротвердости до и после ППД (выглаживания).

Таблица 2

Свойства электроискровых покрытий. Подложка сталь 60ХН

Электродный материал	Состояние поверхности	Сплошность, %	Толщина, мкм	*Ra*, мкм	Микротвердость* *HV 0,1*, кгс/мм^2

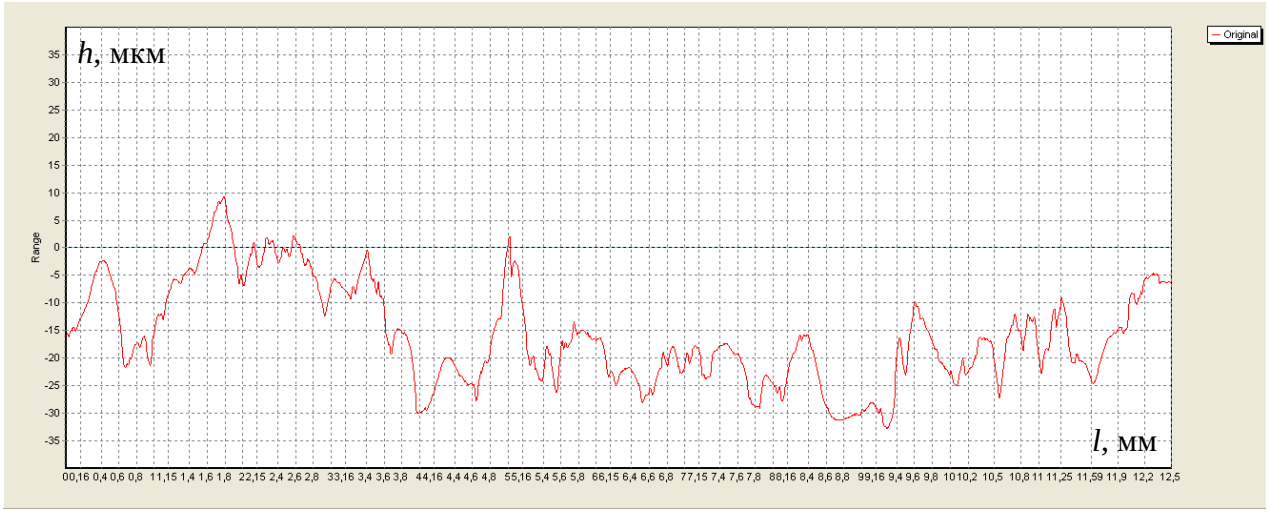
СТИМ-11	до выглаживания	до 100	≈30	9,65	858,2
	после выглаживания	до 100	≈30	1,71	875,3
СТИМ-40НА	до выглаживания	до 100	≈30	4,91	843,5
	после выглаживания	до 100	≈30	1,92	870,3
* – микротвердость образца из стали 60ХН – 270 кгс/мм^2					

Выявлено, что шероховатость (параметр *Ra*) сформированных на стали 60ХН покрытий не превышает 9,65 мкм. Покрытия на основе карбида титана характеризуются меньшей шероховатостью по сравнению с покрытием на основе диборида титана. Покрытия по ГОСТ 2789-73 соответствуют классу шероховатости поверхности ∇ 4 (*Ra* = 10,0 мкм) и ∇ 5 (*Ra* = 5,0 мкм) или по ISO 1302:1992 N10 (*Ra* = 12,5 мкм) и N9 (*Ra* = 6,3 мкм).

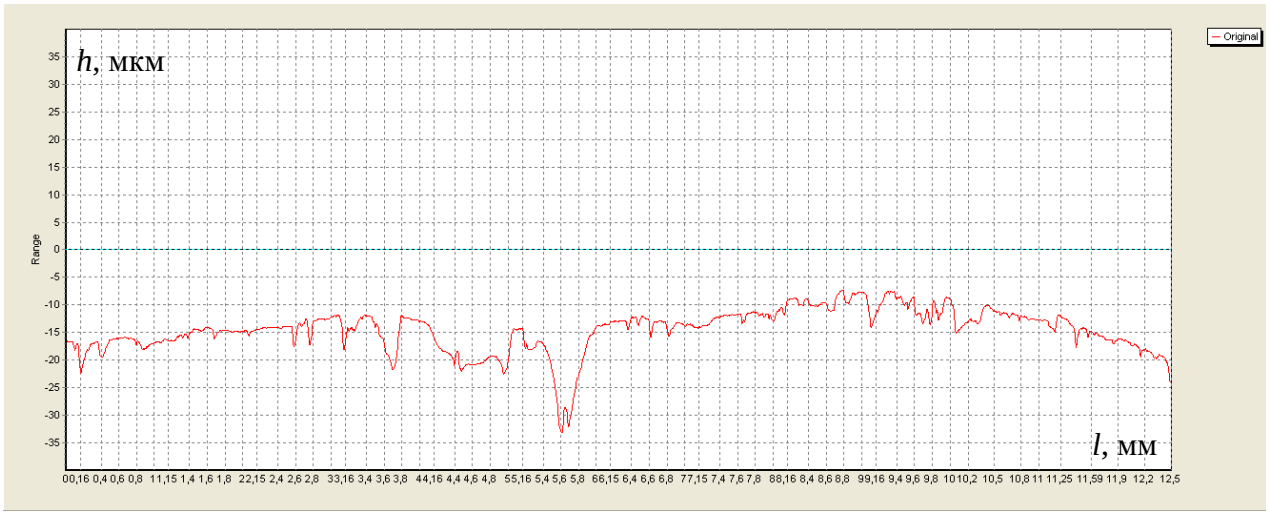
Применение ППД (выглаживания) способствует снижению шероховатости поверхностного слоя (параметр *Ra*) более чем в 3 раза. После проведения ППД минимальной шероховатостью характеризуется покрытие из СТИМ-11 (*Ra* = 1,71 мкм). Покрытия после выглаживания соответствуют ∇6 (*Ra* = 2,5 мкм) или по ISO 1302:1992 N8 (*Ra* = 3,20 мкм).

Стоит отметить, что диаметр заготовки после ППД уменьшился на 0,1 мм.

Профилограммы поверхностного слоя ЭИЛ-покрытий, полученных при обработке СВС-сплавами СТИМ-11 и СТИМ-40НА, до и после выглаживания приведены, соответственно, на рис. 3 и 4.

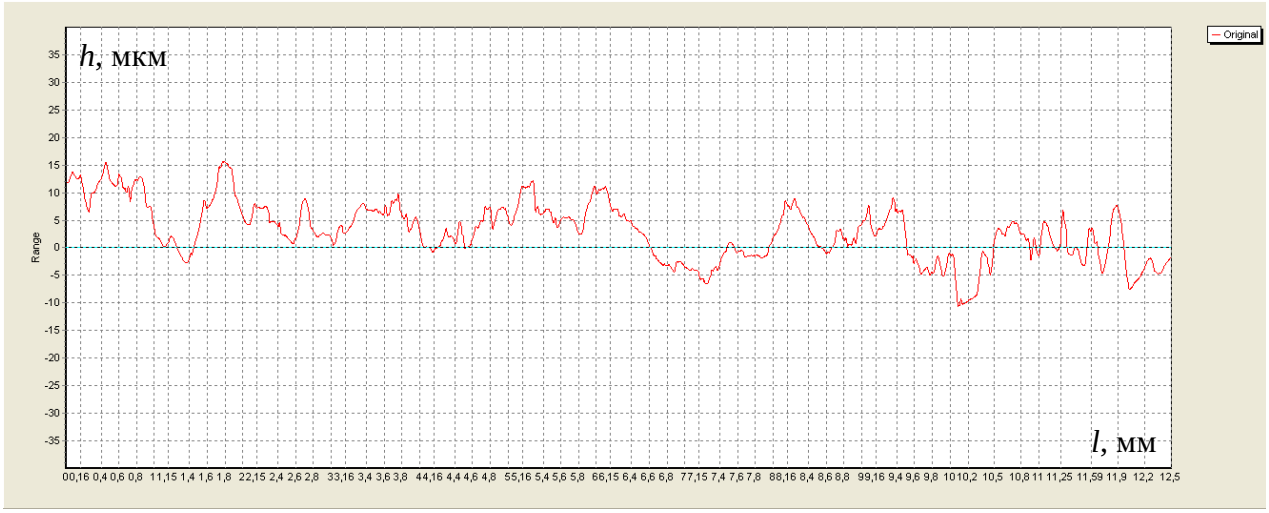


а)

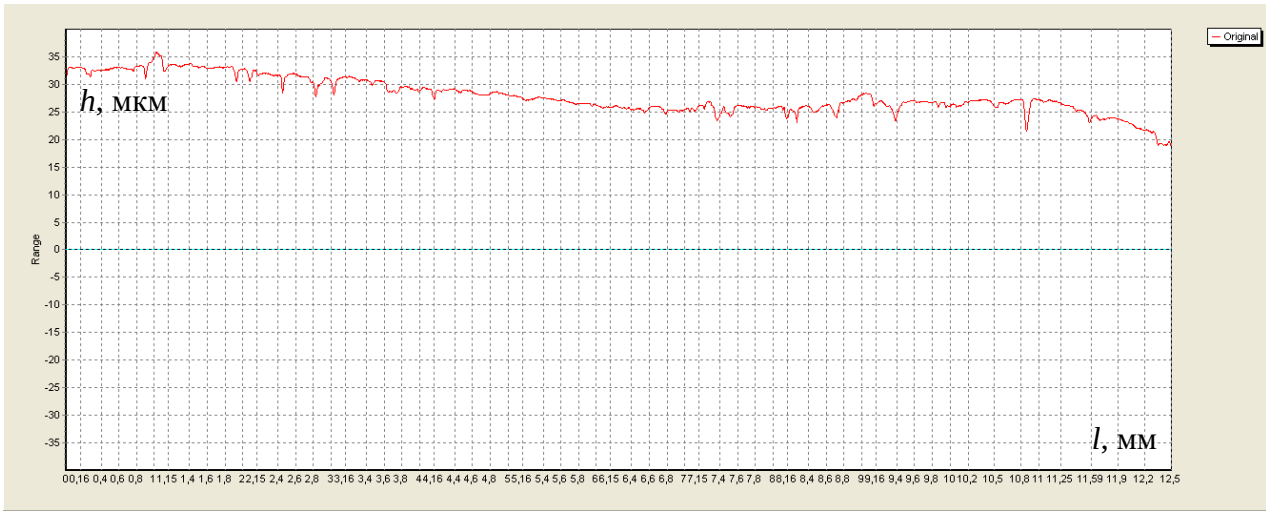


б)

Рис. 3. Профилограмма поверхностного слоя. Электродный материал СТИМ-11:
а – до выглаживания; б – после выглаживания



а)



б)

Рис. 4. Профилограмма поверхностного слоя. Электродный материал СТИМ-40НА:
а – до выглаживания; б – после выглаживания

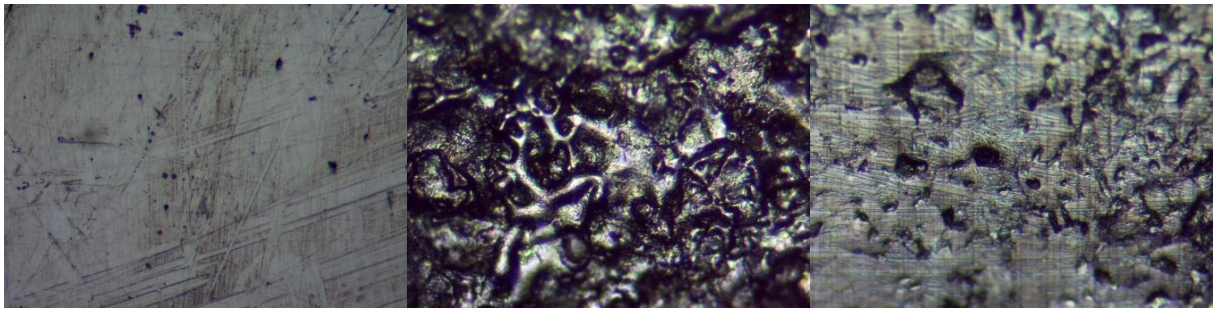
Сформированные в результате ЭИЛ-обработки покрытия характеризуются микротвердостью до 1000 кгс/мм^2 (табл. 2), что в 4 раза превышает микротвердость образца из стали 60ХН.

В результате проведения ППД (выглаживания) фрагменты покрытия частично деформируются и вдавливаются в более мягкую подложку, а некоторая часть частиц

разрушается и удаляется (рис. 5, 6).

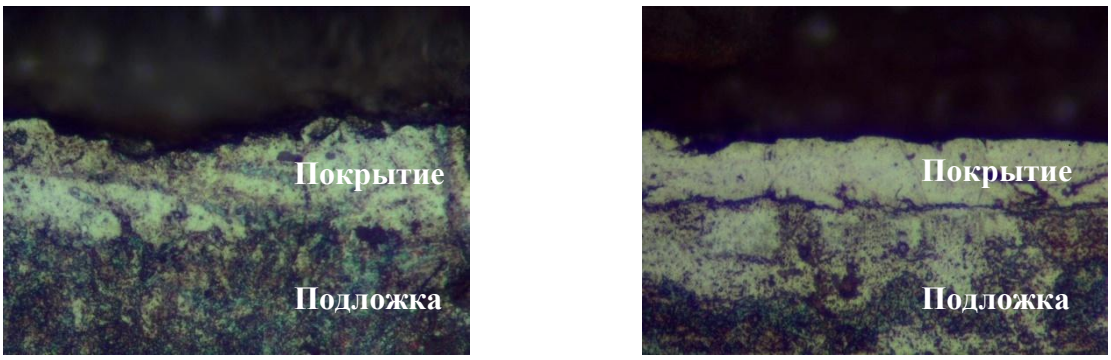
После выглаживания микротвердость покрытий увеличилась и составила, соответственно, 875,3 кгс/мм^2 для покрытия из электродного материала СТИМ-11 и 870,3 кгс/мм^2 для покрытия из СТИМ-40НА.

Таким образом, применение ППД может быть эффективным для снижения шероховатости сформированных покрытий на прокатных валках, роликах машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), роликов рольгангов и привалковой арматуры.



а) б) в)

Рис. 5. Структура поверхности образцов. Электродный материал СТИМ-40НА (увеличение х100):
а – образец без покрытия; б – образец с ЭИЛ-покрытием;
в – образец с ЭИЛ-покрытием после выглаживания



а) б)

Рис. 6. Структура ЭИЛ-покрытия. Электродный материал СТИМ-11 (увеличение х400):
а – до выглаживания; б – после выглаживания

Выводы

1. Установлено, что сформированные СВС-электродными материалами СТИМ-11 и СТИМ-40НА на образцах из стали 60ХН покрытия характеризуются толщиной до 30 мкм, микротвердостью 858,2 кгс/мм^2 и 843,5 кгс/мм^2, шероховатостью (параметр *Ra*) 9,65 мкм и 4,91 мкм, соответственно.

2. Выявлено, что применение ППД способствует снижению шероховатости поверхностных слоев от 2,6 раза (СТИМ-40НА) до 5,6 раз (СТИМ-11). Максимальное уменьшение шероховатости установлено у более твердого покрытия.

3. В результате ППД микротвердость поверхностных слоев увеличивается соответственно до 875,3 кгс/мм^2 для покрытия на основе диборида титана и до 870,3 кгс/мм^2 для покрытия на основе карбида титана.

4. Показана перспективность применения ППД (выглаживания) для упрочнения деталей металлургического оборудования (прокатные валки, ролики МНЛЗ, ролики рольганга).

Список литературы

1. Кудряшов А.Е., Доронин О.Н., Замулаева Е.И., Левашов Е.А., Швындина Н.В. Перспективы применения электродных СВС-материалов и технологии электроискрового легирования для упрочнения прокатных валков // Черные металлы. –2013. – № 10. – С. 61-68.

2. Левашов Е.А., Рогачев А.С., Курбаткина В.В., Максимов Ю.М., Юхвид В.И. Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. М.: Изд. дом МИСиС, 2011. – 377 с.

3. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 196 с.

4. Гадалов В.Н., Алехин Ю.Г., Скрипкина Ю.В., Бредихина О.А., Абашкин Р.Е., Винокуров О.В. Электроискровые покрытия, подвергнутые выглаживанию минералокерамикой // Технология машиностроения. – 2008. – №11. – С. 19-23.

5. Кудряшов А.Е., Левашов Е.А., Репников Н.И., Макаров А.В. Перспективы применения технологии электроискрового легирования и СВС-электродных материалов для повышения стойкости прокатных валков // Нанотехнологии: наука и производство. – 2018. – № 2. – С. 63-66.

УДК 621.73, 621.97, 004.942

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ РАСЧЁТ РАМЫ БЫСТРОХОДНОГО ПРЕССА СИЛОЙ 16 МН

Таупек И.М.[1], Положенцев К.А.[2],

1 – Электростальский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», Россия, г. Электросталь, wert8608@mail.ru*;*

2 – АО «Металлургический завод «Электросталь», Россия, г .Электросталь, paulozentsev@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты конечно-элементного расчёта на прочность рамы пресса силой 16 МН.

Ключевые слова: ковка, САПР; моделирование; метод конечных элементов; МКЭ.

FINITE-ELEMENT CALCULATION OF THE FRAME OF HIGH-SPEED PRESS WITH A FORCE OF 16 MN

Taupek I.M.[1], Polozhentsev K.A. [2]

1 – Elektrostal Institute, Russia, Elektrostal; 2 – Metallurgical Plant Electrostal JSC, Electrostal

Annotation. The results of the finite element calculation of the strength of the press frame with a force of 16 MN.

Keywords: forging; CAD; CAM; simulation; finite element method; FEM.

Автоматический быстроходный пресс силой 16 МН, установленный в кузнечно-прессовом цехе №2 предназначен для получения поковок и заготовок круглого, квадратного и переменного сечения из широкого сортамента марок сталей и сплавов (включая легированные конструкционные, инструментальные быстрорежущие, высоколегированне стали и жаростойких, коррозионно-стойких и жаропрочных, а также титановых сплавов.

Производство продукции из подобных труднодеформируемых материалов вызывает большие нагрузки на конструкцию пресса. В частности, на нижнюю раму, выполненную в виде отливки сложной формы из водопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ).

В виду сложной формы рамы пресса прочностной расчёт напряжённо-деформированного состояния в процессе различных операций ковки производился с использованием метода конечных элементов в модуле АРМ FEM САПР КОМПАС–3D.

На основе чертежей в КОМПАС–3D была создана трёхмерная модель рамы гидравлического пресса ковки силой 16 МН, изображённая на рисунке 1. Модели присваивались свойства ВЧШГ. Далее производилось задание закреплений и сил ковки, данные для которого были заданы из расчёта энергосиловых параметров процесса. Приложенная сила составляла 16 МН. Расположение закреплений и места приложения сил также показаны на рис. 1 .

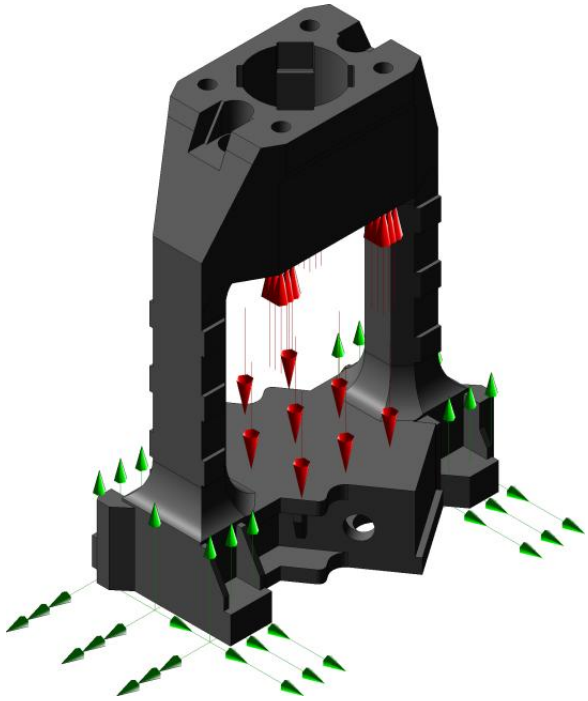


Рис. 1. Трёхмерная модель рамы пресса с приложенными нагрузками и закреплениями

Далее производилось разбиение модели на конечно-элементную сетку, состоящую из 190500 элементов (максимальный размер которых составлял 80 мм). Внешний вид и внутреннее строение полученной сетки показано на рис. 2. После чего происходил расчёт и анализ полученных данных.

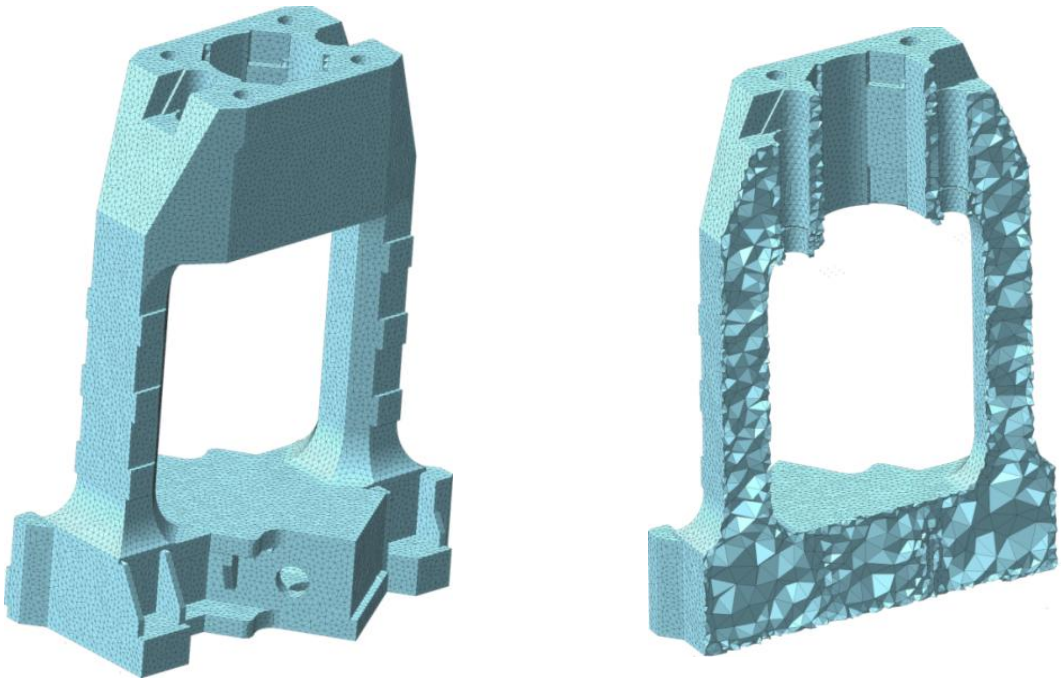


Рис. 2. Построенная конечно-элементная сетка

Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу показано на рис. 3. На данном рисунке для наглядности искажения рамы пресса увеличены в 2000 раз. При этом видно, что наибольшей деформации подвергаются стойки рамы: происходит их изгиб внутрь окна

Области с максимальными значениями напряжений концентрируются как в местах приложения нагрузки, так и в областях сопряжения стоек и верхней поперечины, что объясняется сравнительно рамы поперечным сечением рамы в данных местах. При этом максимальные значения напряжений не превышают 41,29 МПа (Н/мм^2), что значительно ниже пределов текучести и прочности для ВЧШГ – 420 МПа (Н/мм^2).

Таким образом, можно судить о том, что станина выдержит нагрузки, возникающие при ковке.

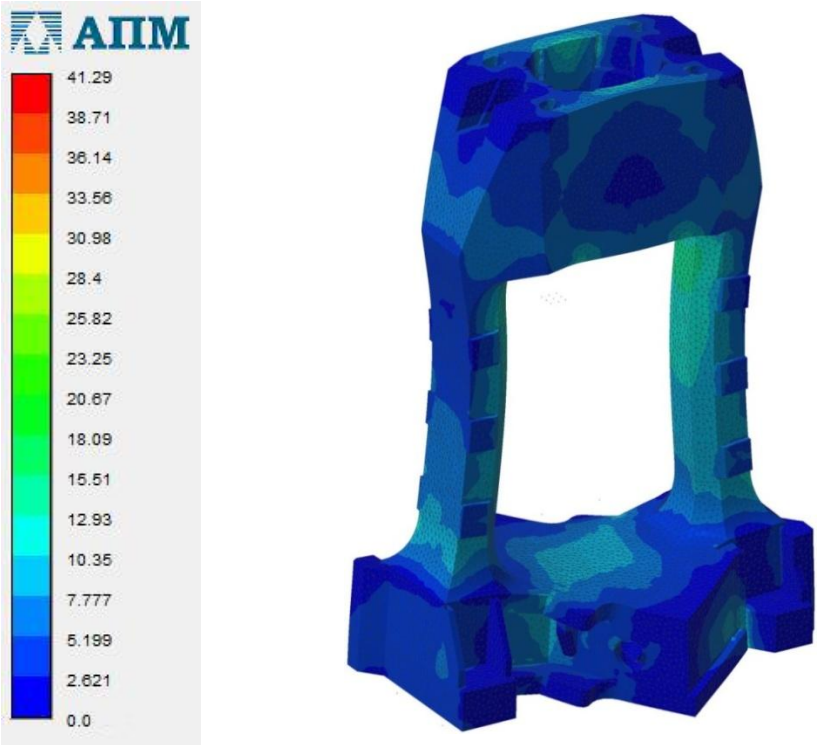


Рис. 3. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу

Кроме напряжений была рассмотрена карта перемещений, рис. 4, которая позволила оценить прогиб рамы пресса при процессе ковки. Результаты расчёта показаны на рис. 4. В данном случае максимальные перемещения в элементах рамы пресса не превышают 0,23 мм. Подобные значения показывают, что упругая деформация рамы не оказывает значительного воздействия на точность размеров получаемых поковок.

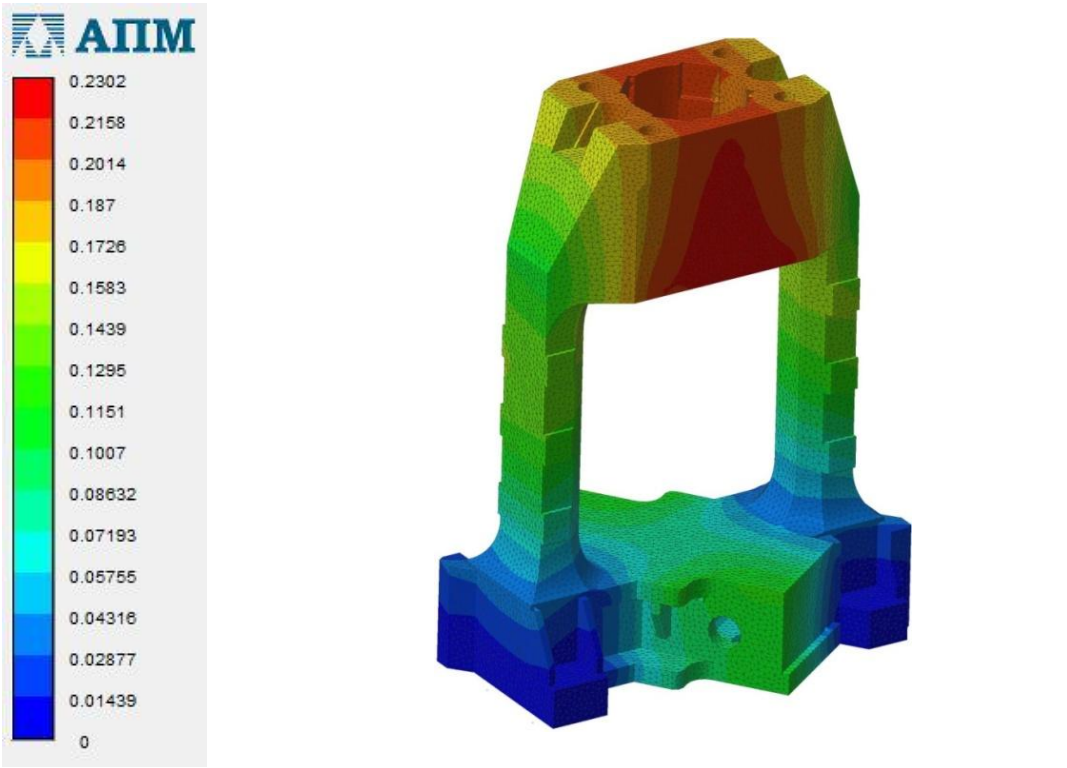
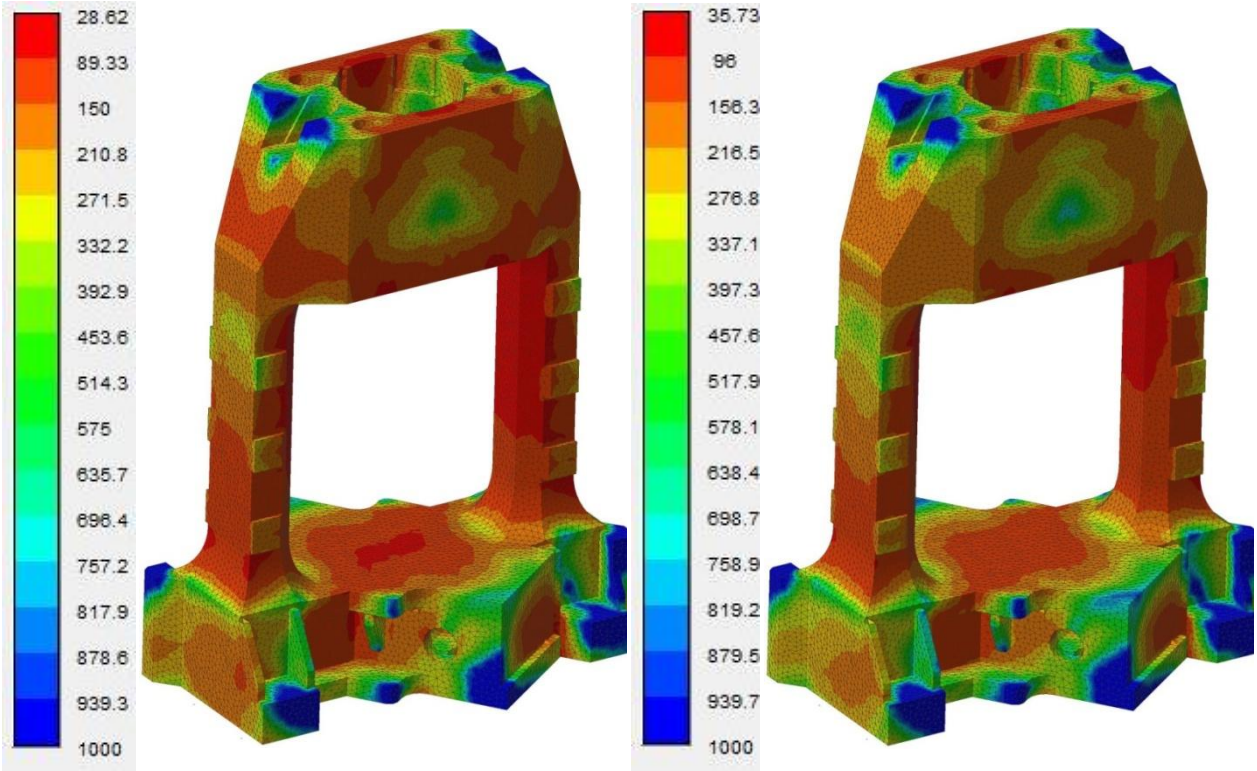


Рис. 4. Карта перемещений

Также исходя из значений возникающих напряжений были рассчитаны коэффициенты запаса. Полученные данные представлены на рис. 5.



а) б)

а – по пределу текучести; б – пределу прочности

Рис. 5. Коэффициенты запаса прочности

Запас прочности по пределу текучести: до момента начала пластической деформации рамы) составляет не менее 28 и показан на рис. 5а, а по пределу прочности: моменту разрушения конструкции – 35, рис. 5б. Полученные значения находятся значительно выше минимально необходимых, что используются при прочностных расчётах оборудования [1, 2]

Исходя из полученных данных конечно-элементного расчёта, можно сделать вывод, что прочности рамы пресса достаточно для производства поковок с максимальными прилагаемыми усилиями.

Список литературы

1. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А., Добринский Н.С. и др. Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.

2. Кишкин И.В. Оборудование кузнечно-штамповочных цехов. Часть 2. Гидравлические пресса. Учебное пособие для практических занятий. – Электросталь: ЭПИ МИСиС, 2006.– 107 с.

3. Таупек И.М. Совершенствование технологических процессов ковки валов на основе компьютерного моделирования. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». Москва, 2017. – 192 с.

4. Таупек И.М., Кабулова Е.Г., Положенцев К.А., Лисовский А.В., Макаров А.В. Общее руководство по работе с программным комплексом DEFORM. – Старый Оскол: ООО ИПК «Кириллица», 2015. – 217 с.

УДК 621.878.2

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОТВАЛА БУЛЬДОЗЕРА ЧЕТРА Т-35

Швачкин Е.Г., Овчаров А.Н.
СТИ НИТУ «МИСиС»
Россия, г. Старый Оскол
eshvachkin@mail.ru

Аннотация. В работе описаны мероприятия по модернизации отвала с целью повышения производительности бульдозера.

Ключевые слова: бульдозер, неповоротный отвал,дополнительный отвал.

UPGRADING THE BLADE OF THE BULLDOZER CHETRA T-35

Shvachkin E. G., Ovcharov A. N.

STI NITU«MISIS» (Federal state autonomous educational institution of higher education Starooskolsky Institute of technology "National research technological University" MISIS»»),
eshvachkin@mail.ru

Abstract. The paper describes the modernization of the blade to improve the productivity of the bulldozer.

Keywords: bulldozer, non-rotating blade, additional blade.

В строительной, горной и других отраслях промышленности широко используют бульдозерыЧетра Т-35 производства ОАО «Промтрактор» («Концерн «Тракторные заводы», г. Чебоксары). Благодаря инновационным разработкам, бульдозер Четра Т-35 обладает высокой производительностью и способен работать в тяжелых условиях.

Особенности бульдозера Четра Т-35:

1) конструкция трехточечной полужесткой подвески имеет вынесенную ось качания тележек. Это позволяет повысить тягово-сцепные свойства, уменьшить ударные нагрузки на ходовую часть и улучшить условия работы бульдозериста,

2) использование модульных узлов позволяет комплексно проводить ремонт,диагностику и обслуживание рабочих органов, ходовой трансмиссии и системы охлаждения,

3) современное высокотехнологичное оборудование гарантирует выполнение всех видов работ с минимальными затратами,

4) высокая мощность и экономичность силовой установки.

Основным направлением повышения эффективности рабочих органов бульдозеров является оптимизация линейных и угловых размеров, увеличение габаритных размеров рабочего оборудования, применение устройств, снижающих потери грунта при наборе и перемещении и придание рабочему органу свойств адаптации. Эта задача решается путем увеличения высоты отвала,что позволяет увеличить призму волочения грунта и расширить функциональные возможности за счет разработок грунта различных плотностей. На рисунке 1 показан общий вид бульдозера с улучшенной конструкцией рабочего оборудования.

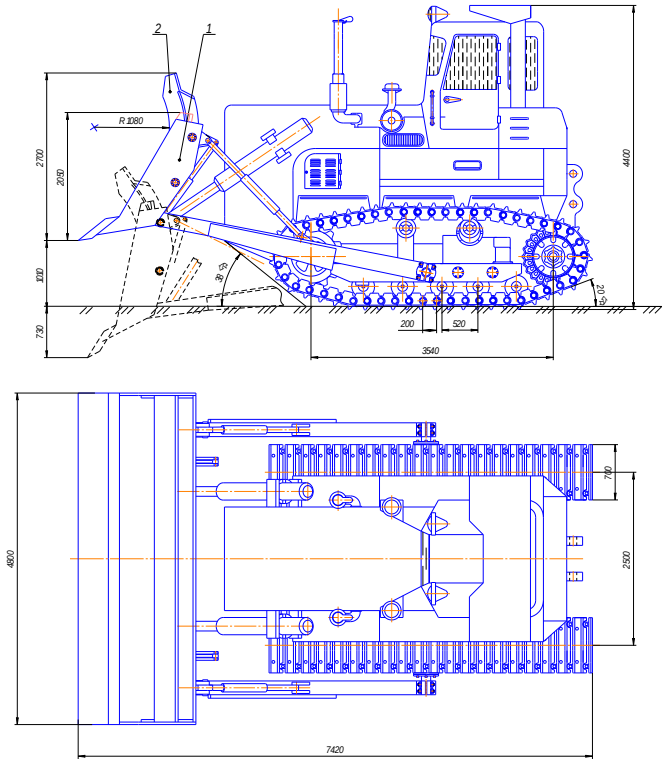


Рисунок 1 – Бульдозер с модернизированным отвалом

В отвале 1 возможно плавно изменять высоту с 2 050 до 2 700 мм. Это достигается путем телескопического выдвижения дополнительного отвала 2. При этом не затрагивается конструкция самого отвала 1, а дополнительный отвал выдвигается в зоне козырька, что позволяет работать как со стандартным, так и с увеличенным размером. Масса модернизированного отвала увеличена на 20 % по отношению к стандартному и составляет 9 850 кг, основной угол резания 50º, объем призмы волочения изменяется с 17,5 до 30 м^3 в зависимости от выдвижения внутренней секции.

Для более плотных и тяжелых грунтов уменьшение высоты отвала обеспечивает уменьшение буксования и нагрузок на рабочий орган, а также увеличение скорости

движения бульдозера. Для менее плотных грунтов (рыхлый грунт, вскрыша, мусор) регулируемая высота отвала позволяет быстрее приспособиться к максимальной скорости при максимальном объеме призмы волочения, что обеспечивает максимальную производительность. Кроме того, регулируемая высота отвала обеспечивает соблюдение техники безопасности, так как не ухудшается обзорность при движении бульдозера вперед на транспортной скорости. На рисунке 2 показано рабочее положение отвала, когда дополнительный отвал выдвинут из корпуса основного отвала.

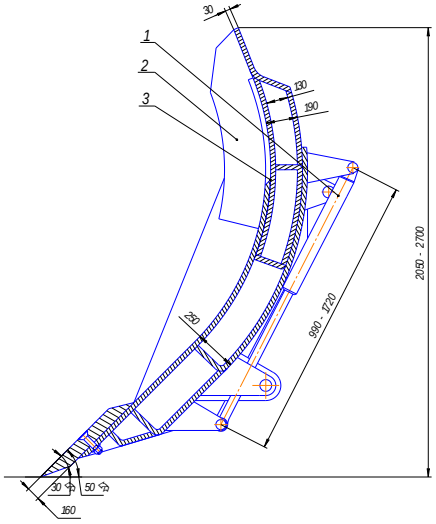


Рисунок 2 – Рабочее положение модернизированного отвала

Выдвижение отвала осуществляется с помощью двух гидроцилиндров 1 на длину 730 мм. Гидроцилиндры крепятся на шарнирах. Усилие, развиваемое обоими гидроцилиндрами, составляет 20 кН, что достаточно для выдвижения дополнительного отвала. Масса подвижной секции 1 600 кг. К козырьку приварены боковые стенки 2, исключающие просыпание грунта. Для предотвращения заклинивания на торце переднего листа сделана фаска поз. 3, очищающая направляющую поверхность подвижного дополнительного отвала. Для уменьшения сопротивления движению дополнительного отвала подвижной секции внутри корпуса основного отвала смонтированы боковые ролики. Увеличение высоты отвала ведет к увеличению производительности. Таким образом, не изменяя мощности двигателя возможно увеличить производительность бульдозера при разработке неплотных грунтов на 30 %. Применение бульдозеров с измененным отвалом оправдано для работы в карьере и на перегрузочном складе в ОАО «Стойленский ГОК»

СЕКЦИЯ: АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 332.8

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Аверина Т.А., Лаврова Ю.С.

Воронежский государственный технический университет, Россия

г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д.84, +7 (473) 276-40-07

ta_averina@mail.ru, yulya_vrn08@mail.ru

WAYS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE SPHERE OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

Averina T.A., Lavrova Y.S.

Voronezh State Technical University, Russia

Voronezh, 20-letiya Oktyabrya str., 84, +7 (473) 276-40-07

ta_averina@mail.ru, yulya_vrn08@mail.ru

Аннотация: *Данная статья посвящена вопросу разработки и внедрения информационных технологий в процессы управления жилищно-коммунальным хозяйством. В статье рассмотрены общие понятия и цели использования технологий искусственного интеллекта. Приведены и проанализированы последние высокотехнологичные отечественные решения роботизации и автоматизации процессов управления в отрасли, а также выявлены их достоинства и недостатки.*

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, информационные технологии, искусственный интеллект, автоматизация.

Abstract: *This article is devoted to the development and implementation of information technologies in housing and communal services management. The article deals with the general concepts and goals of using artificial intelligence technologies. The latest high-tech domestic*

solutions of robotics and automation of control processes in the industry are presented and analyzed, as well as their advantages and disadvantages are revealed.
Key words: housing and communal services; information technologies; artificial intelligence; automation.

В настоящее время в области повышения качества и эффективности деятельности организаций в сфере жилищно-коммунального хозяйства реализовано большое количество интересных региональных решений. Все большую популярность набирает разработка цифровых пользовательских сервисов со стороны управляющих компаний, расчетных центров, а также ресурсоснабжающих организаций, являющихся крупными рыночными игроками, активно внедряющими собственные онлайн-платформы и технологичные сервисы: личные мобильные интерактивные кабинеты, программные боты, а также роботы для клиентских коммуникаций, разрабатываемые на основе применения технологий искуственного интеллекта. [1]

Технологии искусственного интеллекта представляют собой новейшие программные разработки в сфере информационных технологий, нацеленные упростить и автоматизировать деятельность человека в разных областях и сферах. [2] Подробнее о целях применения технологий искусственного интеллекта показано на рис. 1.



Рис. 1. Цели использования технологий искусственного интеллекта

Рассмотрим, как вышеуказанные общие цели коррелируются с целью создания комплексной архитектуры цифровой системы управления жилищно-коммунальным хозяйством.

Конкретные прикладные технологии применяются для автоматизации разных функций конкретной отрасли (в данном случае речь идет о ЖКХ), таких как: прогнозирование, моделирование, учет потребляемых населением ресурсов, начисление тарифной платы за услуги, прием платежей, управление документооборотом и т.д. [1]

Все больше исследований подтверждают, что население сейчас является гораздо более высокоинтернетизированным, чем несколько лет назад – количество и разнообразие ежедневно используемых мобильных приложений достигло больших масштабов.

Согласно статистике, мобильная аудитория (т.е. пользователи мобильного интернета) выросла за 2018 год на 12% и составила 59% или 73 000 000 человек. Что касается времени, непосредственно проведенного в сети, то на одного пользователя возрастом от 12 до 64 лет на сегодняшний день приходится 104 минуты в сутки. [6]

Такой среднесуточный охват пользователями различных интернет-платформ является доказательством того, что население владеет достаточными навыками и свободным временем для использования и освоения новых информационных технологий. Из этого следует, что роботизация процессов сегодня действительно особенно актуальна. Например, она уже позволяет автоматизировать рутинный процесс приема платежей с помощью цифровых программных роботов - через мобильное приложение или онлайн-кассу.

Говоря о новых информационных технологиях, а именно роботизации, нельзя не отметить новое достижение петербуржцев. Жители города теперь могут передавать показания за потребленное горячее водоснабжение (ГВС), используя технологию чат-бот на официальном сайте местной ресурсоснабжающей компании. Итак, чтобы сделать общение с программой более удобным, разработчики данного сервиса присвоили ему имя и придумали внешний облик – в результате получился Вентиль Веня. [5] Сервис запущен буквально несколько дней назад, сейчас он находится на этапе тестирования, и в компании еще не сформировался пакет данных о том, сколько клиентов уже познакомились с чат-ботом Веней и воспользовались его помощью. С ним можно пообщаться в свободной форме, но тема обязательно должна касаться только счетчиков и коммунальных услуг. Предполагается, что запуск чат-бота будет способствовать разгрузке колл-центра, куда граждане обращаются прежде всего с целью подачи показаний о ГВС. [5]

Вообще в целом к сфере ЖКХ может быть применим достаточно широкий спектр высокотехнологичных решений. Например, умные приборы внутридомового учета и специализированные датчики, подключенные посредством каналов передачи информации к мониторинговым системам могут автоматически снимать текущие показания и передавать их в информационные системы, в которых на основе полученных данных происходит автоматическое начисление платы за оказанные коммунальные услуги. [2]

Так, 19 декабря 2018 года в Госдуме РФ в третьем чтении приняли закон о внедрении интеллектуальных приборов учета показаний, потребляемых населением коммунальных ресурсов. Текст закона о так называемых «умных счетчиках» гласит о том, что, начиная с 1 июля 2020 года, по мере выхода из строя старых счетчиков на электроэнергию - они будут заменяться интеллектуальными учетными приборами. [4]

В обязательном порядке такие приборы будут вводиться в эксплуатацию с 2021 года. Их замена, монтаж, настройка, проверка – будет входить в функционал поставщиков и сетевых компаний. Самостоятельной заменой обычных счетчиков на интеллектуальные приборы придется заниматься только крупным предприятиям.

Сами потребители же не несут ответственности за покупку, установку и дальнейшее содержание счетчика. В единственном случае потребитель обязан следить за целостностью прибора - если учетное устройство размещено внутри помещения или в пределах собственного земельного участка.

Также важно отметить, какие меры наказания предусматривает закон об «умных счетчиках» электроэнергии касательно должников – дистанционное отключение от сети. В законе указана следующая норма: если с первого дня 2023 года не была произведена замена устройства на новый интеллектуальный прибор, то с гарантирующего поставщика взыскивается штраф. [4] В том случае, если сбытовая организация не устранила замечания, абонент вовсе освобождается от уплаты за потребленную электроэнергию. Эта норма предусмотрена с целью стимулирования к установке интеллектуальных счетчиков электрической энергии.

В настоящее время несколько районов республики Татарстан уже приступили к тестированию беспроводной технологии передачи данных с помощью интеллектуальных приборов учета. Ключевым оператором данного проекта является крупнейший в регионе поставщик проводной электросвязи ПАО «Таттелеком». [3] Однако, пока что эксперты не уверены в абсолютной безопасности тестируемой учетной системы, так как «умные счетчики», как и любые другие подключенные к сети Интернет устройства, подвержены рискам хакерских атак. Изменение или блокировка данных, собранных приборами, могут нанести серьезный ущерб всей инфраструктуре городских сетей. Защитить данные предполагается использованием электронной подписи и шифрованием управляющих воздействий на устройства, но для этого потребуются большие дополнительные затраты на проект. Обобщая всю представленную выше

информацию, проанализируем особенности интеллектуальных приборов учета. Достоинства и недостатки их использования приведены на рис. 2.

Особенности использования интеллектуальных приборов учета потребления населением коммунальных услуг	
Достоинства	Недостатки
1) Предотвращают ошибки и подачу неверной информации 2) Снимают данные своевременно, точно и детально 3) Позволяют начислять точную сумму за израсходованные ресурсы и избежать переплаты 4) Упрощают работу сотрудников-контролеров по сбору показаний с приборов учета	1) Высокая стоимость приобретения умных счетчиков 2) Необходимость обеспечения стабильного и качественного элеткропитания без скачков 3) Необходимость стабильного и качественного интернет-покрытия для бесперебойной работы приборов-контролеров 4) Онлайн-информация требует защиты от хакерских атак

Рис. 2. Особенности использования интеллектуальных приборов учета

Рассмотрим подробнее основные принципы работы интеллектуальных приборов учета. [1, 5] Передача данных контроллером происходит с помощью беспроводных технологий, а именно с помощью одной из следующих технологий:

- GPRS – здесь подключение происходит через обыкновенную сим-карту, которую необходимо постоянно держать на балансе больше нуля, как и мобильную. В данном случае передача информации на сервер осуществляется посредством общедоступной сотовой сети. Выбирая данную технологию, важно учитывать уровень качества связи того или иного сетевого оператора.
- LPWAN – технология схожа с GPRS, но является менее энергозатратной. Для передачи данных с помощью этой технологии поставщики устанавливают в конкретном районе специальную вышку, предназначенную для связи контроллеров с сервером, что довольно дорого и не очень удобно. Кроме того, обычно такая технология применяется для целого дома, а значит, вариантов выбора потребителю не предоставят.
- Wi-Fi – данная технология объединяет в себе достоинства двух предыдущих. Благодаря низкому энергопотреблению контроллеры спокойно могут работать от батареек и в связи с этим, такая технология не такая затратная, но надежная и удобная.

Таким образом, технологии искусственного интеллекта внедряются для повышения эффективности мониторинга и управления объектами инфраструктуры, что позволит отрасли жилищно-коммунального хозяйства в будущем перейти на более гибкую модель

предоставления коммунальных услуг - автоматизировать управление мощностью их (коммунальных ресурсов) подачи в зависимости от различных переменных факторов, с учетом математически программируемых пользовательских сценариев. Более того, благодаря внедрению современных информационных технологий рынок ЖКХ постепенно становится более прозрачным, а значит более понятным населению. Большая прозрачность, в свою очередь, способствует росту доверия к государству за счет удобных клиентоориентированных интерфейсов взаимодействия.

Список литературы

1. Аверина Т.А., Лаврова Ю.С. Анализ возможностей цифровой трансформации управления жилищно-коммунальным хозяйством на примере онлайн-сервисов. // Межд. научно-практ. конф. «Теория активных систем - 50 лет».– М.: ИПУ РАН. – 2019.
2. Ларионова А.А. Цифровизация ЖКХ как стратегическое планирование его развития // Журнал «Бюджет». – 2019. - №9. [Эл. Ресурс] URL: *http://bujet.ru/article/386952.php*
3. Официальный сайт оператора проводной электросвязи ПАО «Таттелеком» [Эл. Ресурс] URL: *https://tattelecom.ru*
4. Федеральный закон от 27.12.2018 N 522-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации».
5. Чат-бот по приему показаний приборов учета горячего водоснабжения в Санкт-Петербурге [Эл. Ресурс] URL: *https://gptek.spb.ru/*
6. Электронный журнал «Интернет в цифрах». – 2018. - №1(31). [Эл. Ресурс] URL: *http://www.in-numbers.ru/*

УДК 330.4

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА, ОСНОВАННАЯ НА МАРКОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССАХ

Баркалов С.А., Моисеев С.И,, Мышовская Л.П.

Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж, 394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, кафедра управления строительством, тел.: +7-473-2-76-40-07

barkalov@vgasu.vrn.ru, mail@moiseevs.ru, u00114@vgasu.vrn.ru

DYNAMIC MODEL OF CONSUMER DEMAND FORMATION BASED ON MARKOV RANDOM PROCESSES

Barkalov S.A., Moiseev S.I., Mysovska L.P.

Voronezh state technical University, Voronezh, Russia

Аннотация. *В работе описана модель формирования потребительского спроса на некоторое благо с течением времени. В основе математической модели лежит теория марковских случайных процессов с непрерывным временем и дискретным состоянием.*

Ключевые слова: потребление, спрос, марковские процессы, динамическая модель.

Abstract. *The paper describes a model of consumer demand formation for some good over time. The mathematical model is based on the theory of Markov random processes with continuous time and discrete state.*

Keywords: consumption; demand; Markov processes; dynamic model.

Спрос является важнейшим элементом рынка, в его основе лежат потребности потребителей на некоторое благо. Потребитель выбирает благо, совокупность свойств которого обеспечивает ему максимальное удовлетворение потребностей. Экономическая или рыночная система, в которой формируется спрос, является сложной, она характеризуется множеством элементов и связей, в ней протекают различные случайные процессы, поэтому из различных средств ее анализа, лучше всего подходят стохастические методы, мало зависимые от степени сложности системы [1]. Если анализировать систему с точки зрения динамики ее развития, то из стохастических методов лучше всего подходят методы теории случайных процессов [2, 3], основанные на марковских случайных процессов с дискретным состоянием и непрерывным временем [4].

Целью данной работы является описание модели формирования потребительского спроса в динамике его формирования с использованием математического аппарата марковских случайных процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Рассмотрим математическую модель задачи.

Процесс формирования потребительского спроса будем рассматривать как некоторую систему, в которой присутствует потребитель и некоторое благо, которое назовем продуктом. Потребитель может являться потенциальным пользователем продукта, но для этого, он в первую очередь должен получить информацию о продукте. В случае сбора информации наступает либо стадия принятия решений о потреблении продукта, либо сразу принимается решение об использовании продукта. На стадии принятия решений также возможны два варианта – либо принимается решение о потреблении продукта, либо интерес к продукту пропадает до момента получения новой информации о продукте.

Если придерживаться описанной схемы формирования спроса, то определим следующие состояния системы: S_1 – потребитель не имеет информации о продукте, не проявляет спрос на него; S_2 – потребитель собирает информацию о продукте;

S_3 – потребитель принимает решение об использовании, либо о неиспользовании продукта до получения новой информации;

S_4 – потребитель принимает решение использовать продукт, проявляет спрос на него.

На базе эмпирической информации, полученной по наблюдениям за формированием потребительского спроса, можно оценить основные показатели:

T – среднее время пребывания в состоянии S_1 до момента получения информации о продукте;

T_{inf} – среднее время сбора информации о продукте;

T_{pr} – среднее время принятия решения об использовании продукта;

P_{inf} – вероятность того, что будет принято решение использовать продукт на стадии получения информации о нем;

P_{pr} – вероятность того, что будет принято решение использовать продукт на стадии принятия решений.

Рассмотрим ситуацию, когда случайный процесс является однородным и заданные параметры не зависят от времени. Тогда граф состояний для случайного процесса можно определить в соответствии с рисунком.

Так как система имеет концевое состояние S_4, то случайный процесс в ней не является эргодическим, и у него не существует стационарного режима.

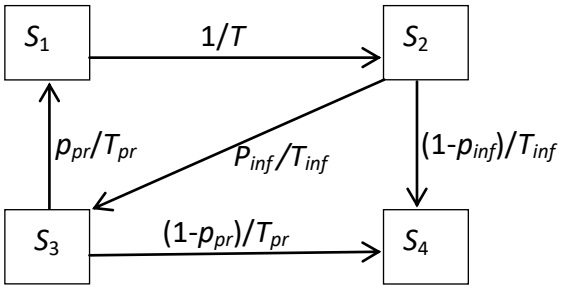


Рис.1. Граф состояний процесса формирования спроса

Для динамического анализа формирования потребительского спроса, нужно решить систему дифференциальных уравнений Колмогорова:

$$\begin{cases} \dfrac{dP_1(t)}{dt} = \dfrac{p_{pr}}{T_{\inf}} P_3(t) - \dfrac{P_1(t)}{T}; \\ \dfrac{dP_2(t)}{dt} = \dfrac{P_1(t)}{T} - \dfrac{P_2(t)}{T_{\inf}}; \\ \dfrac{dP_3(t)}{dt} = \dfrac{p_{\inf} P_2(t)}{T_{\inf}} - \dfrac{P_3(t)}{T_r}; \\ P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) + P_4(t) = 1, \end{cases} \qquad (1)$$

где $P_i(t)$, i=1..4 – вероятности каждого состояния.

Так как в начальный момент времени система находилась в состоянии S_1, уравнения (2) будут дополняются начальными условиями: $P_1(0) = 1;\ \ P_2(0) = 0;\ \ P_3(0) = 0;\ \ P_4(0) = 0.$

Для решения (1) введем обозначения: $\dfrac{p_{pr}}{T_{\inf}} = a;\ \dfrac{1}{T} = b; \dfrac{1}{T_{\inf}} = c;\ \dfrac{P_{\inf}}{T_{\inf}} = d; \dfrac{1}{T_{pr}} = e.$

С учетом этого систему уравнений (1) можно записать в виде:

$$\begin{cases} \dfrac{dP_1(t)}{dt} = aP_3(t) - bP_1(t); \\ \dfrac{P_2(t)}{dt} = bP_1(t) - cP_2(t); \\ \dfrac{P_3(t)}{dt} = dP_2(t) - eP_3(t); \\ P_4(t) = 1 - P_1(t) - P_2(t) - P_3(t). \end{cases} \quad (2)$$

Для решения системы (2) применим интегральное преобразование Лапласа [5].

Зададим функцию: $f(t) \geq 0$, $t \in R$, для которой образом будет функция:

$\hat{F}(\tau) = L_{t\to\tau}[f(t)] = \int_0^{\infty} e^{-t\tau} f(t)dt$, при этом: $f(t) = L^{-1}_{t\to\tau}\left[\hat{F}(\tau)\right] = \dfrac{1}{2\pi i}\int_{\sigma_1-i\infty}^{\sigma_1+i\infty} e^{t\tau}\,\hat{F}(\tau)dt,$

где σ_1 — параметр, который должен удовлетворять условиям существования [6].

Применяя преобразование Лапласа к уравнениям системы (2), получим:

$$\hat{P}_i(\tau) = L_{t\to\tau}[P_i(t)]; \quad \frac{d\hat{P}_i(\tau)}{dt} = L_{t\to\tau}\left[\frac{d}{dt}P_i(t)\right] = -\hat{P}_i(0) + \tau\hat{P}_i(\tau).$$

Учитывая начальные условия, дифференциальные уравнения (2) преобразуются к системе алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} -1 + \tau\hat{P}_1(\tau) = -b\hat{P}_1(\tau) + a\hat{P}_3(\tau); \\ \tau\hat{P}_2(\tau) = b\hat{P}_1(\tau) - c\hat{P}_2(\tau); \\ \tau\hat{P}_3(\tau) = d\hat{P}_2(\tau) - e\hat{P}_3(\tau); \\ P_4(t) = 1 - P_1(t) - P_2(t) - P_3(t). \end{cases}$$

Решение системы алгебраических уравнений будет:

$$\begin{cases} \hat{P}_1(\tau) = \dfrac{1}{\tau + b} + \dfrac{abd}{(\tau + b)^2(\tau + e)(\tau + c)}; \\ \hat{P}_2(\tau) = \dfrac{b}{(\tau + b)(\tau + c)}; \\ \hat{P}_3(\tau) = \dfrac{db}{(\tau + e)(\tau + c)(\tau + b)}; \\ P_4(t) = 1 - P_1(t) - P_2(t) - P_3(t). \end{cases}$$

Выполнив обратное преобразование Лапласа, находим вероятности состояний системы формирования потребительского спроса:

$$P_1(t) = (A_1 t + B_1)\exp(-t/T) + C_1\exp(-t/T_{pr}) + \mathrm{D}_1\exp(-t/T_{\inf}),$$

$$A_1 = \frac{abd}{(e-b)(c-e)} = \frac{p_{pr}\, p_{\inf}\, T_{pr}^2}{T_{\inf}\,(T - T_{pr})(T_{pr} - T_{\inf})};\quad B_1 = \frac{abd(b-c)}{(e-b)} = \frac{p_{pr}\, p_{\inf}\, T_{pr}^2 (T_{\inf} - T)}{T T_{\inf}^3 (T - T_{pr})};$$

$$C_1 = \frac{abd}{(b-e)^2(c-e)} = \frac{p_{pr}\, p_{\inf}\, T_{pr}^3 T}{T_{\inf}\,(T - T_{pr})^2 (T_{pr} - T_{\inf})};\quad \mathrm{D}_1 = \frac{abd}{(b-c)^2(e-c)} = \frac{p_{pr}\, p_{\inf}\, T_{pr}}{(T_{\inf} - T)^2 (T_{\inf} - T_{pr})};$$

$$P_2(t) = \frac{T_{\inf}}{T_{\inf} - T}\left[\exp(-t/T) - \exp(-t/T_{\inf})\right];\quad P_3(t) = A_3 \exp(-t/T) + (B_3 + C_3)\exp(-t/T_{\inf}),$$

где $A_3 = \dfrac{db}{(c-e)(b-e)} = \dfrac{p_{\inf}\, T_{pr}^2}{(T_{pr} - T_{\inf})(T_{pr} - T)};$

$$B_3 = \frac{db}{(e-c)(b-c)} = \frac{p_{\inf}\, T_{\inf}\, T_r}{(T_{\inf} - T_r)(T_{\inf} - T)};\ C_3 = \frac{db}{(e-b)(c-b)} = \frac{p_{\inf}\, T\, T_{pr}}{(T - T_{pr})(T - T_{\inf})};$$

$$P_4(t) = 1 - P_1(t) - P_2(t) - P_3(t).$$

Рассматривая вероятность $P_4(t)$ можно проводить анализ динамики формирования потребительского спроса, а также состояний, этому предшествующих.

Проанализировав найденное решение видно, что с течением времени вероятность всех состояний, предшествующих сформированному спросу приближаются к нулю, а вероятность полностью сформированному спросу (состояние системы S_4) – к единице. Скорость формирования спроса обратно пропорциональна среднему времени получения информации о продукте Т. Графики вероятностей предшествующих сформированному спросу состояний S_2 и S_3 имеют максимум при временных интервалах порядка T_{inf} и T_{pr}. Описанная модель может быть использована для прогнозирования количества контингента потребителей некоторого блага с течением времени. Следует отметить, что иная, упрощенная модель формирования спроса, основанная на марковских процессах, была представлена авторами в работе [6].

Список литературы

1. Баркалов С.А. Синтез организационной структуры управления строительным предприятием / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка. Управление строительством. 2017. № 1 (9). С. 6-30.

2. Баркалов С.А. Математические методы и модели в управлении и их реализация в MS Excel / С.А. Баркалов, С.И. Моисеев, В.Л. Порядина. - Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2015.- 265 с.

3. Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. - М.: Высш. шк., 1998. 354 с.

4. Барлаков С.А. Модели и методы в управлении и экономике с применением информационных технологий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.А. Барлаков, С.И. Моисеев, В.Л. Порядина. — СПб.: Интермедия, 2017. 264 с.

5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1981. — 512 с.

6. Баркалов С.А. Динамическая модель потребительского спроса, основанная на марковских случайных процессах / С.А. Баркалов, С.И. Моисеев. В сборнике: «Экономическое прогнозирование: модели и методы: материалы XII международной научно-практической конференции». 2016. С. 4-7.

УДК 681.3

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ

Баркалов С.А., Моисеев С.И., Мышовская Л.П.

Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж, 394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, кафедра управления строительством, тел.: +7-473-276-40-07

barkalov@vgasu.vrn.ru, mail@moiseevs.ru, u00114@vgasu.vrn.ru

NEW APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF INFORMATION SECURITY SYSTEMS

Barkalov S.A., Moiseev S.I., Mysovska L.P.

Voronezh state technical University, Voronezh, Russia

Аннотация. *В работе описываются новые подходы к оцениванию степени безопасности информационных систем. Методы оценки информационной безопасности основаны на применении модели Раша оценки латентных переменных. Рассмотрены модели, позволяющие обрабатывать дихотомическую и непрерывную исходную информацию.*

Ключевые слова: информационная безопасность; оценивание, латентные переменные; модель Раша.

Abstract. *The paper describes new approaches to assessing the degree of information systems security. Methods for assessing information security are based on the application of the Rasch model for estimating latent variables. The models allowing to process dichotomous and continuous initial information are considered.*

Keywords: information security; estimation; latent variables; Rasch model.

Проблема информационной безопасности (ИБ) различных систем является одной из важнейших и актуальных задач в современное время, что связано с интенсивным развитием информационных технологий. В настоящее время существует большое количество различных средств информационной защиты систем, каждая из которых в той или иной степени ликвидирует информационные угрозы по различным каналам. В связи с этим, одной из основных задач является адекватная оценка качества информационной защищенности систем, степени их уязвимости как в целом, так по отдельным каналам с учетом различных видов информационных угроз.

В работе предлагается оригинальная модель оценки эффективности средств информационной защиты, а также степени риска информационных угроз, основанная на модели Раша оценки латентных переменных [1; 2]. Предпосылками для осуществления этой идеи было то, что сами понятия степени информационной защищенности и степени опасности информационной угрозы, являются типичными латентными переменными. Кроме того, существующие в настоящее время модели информационной безопасности являются вероятностными, что позволяет наиболее эффективно для их анализа применять модель Раша.

Рассмотрим методику оценивания информационной защищенности систем. На первом этапе необходимо провести анализ средств информационной защиты и источников информационных угроз. Пусть на информационную систему (ИС) могут оказывать влияние *k* источников информационных угроз. Для их ликвидации в наличии ИС имеются *n* средств ИБ различного рода. Каждое средство ИБ в той или иной степени обеспечивает информационную угрозу того или иного вида. Ставится задача получить с одной стороны интегральную оценку эффективности средств ИБ, а с другой оценить активность информационных угроз. Схема оценивания представлена на рисунке.

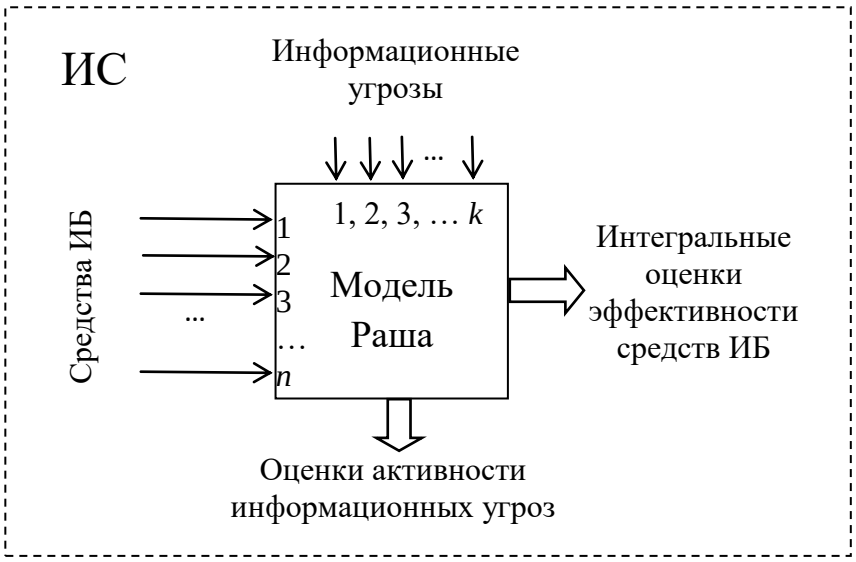


Рис.1. Схема оценивания ИБ систем

Рассмотрим два подхода к получению оценок ИБ по модели Раша.

1. Модель Раша, основанная на методе максимального правдоподобия

Она позволяет обрабатывать дихотомическую информацию об эффективности степени защиты каждым средством ИБ от угроз разного вида.

Предположим, что если вероятность ликвидации угрозы средством ИБ по некоторому каналу выше пороговой (которая считается приемлемой для данной ИС), то будем считать, что данное средство ИБ обеспечивает ликвидацию соответствующей информационной угрозы. Тогда введем дихотомические оценки:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i-\text{е средство ИБ обеспечивает ликвидацию } j-\text{й угрозы;} \\ 0, & \text{если } i-\text{е средство ИБ не обеспечивает ликвидацию } j-\text{й угрозы,} \end{cases}$$

(1)

где i=1, 2, …, n; j=1, 2, …, k.

Далее оценим степени эффективности средств ИБ и степени активности информационных угроз. Введем некоторые латентные параметры β_i, характеризующие меру эффективности имеющихся у ИС средств информационной безопасности применительно ко всей совокупности информационных угроз. Чем выше параметр β_i, i=1, 2, …, n, тем больше вероятность ликвидации соответствующим средством ИБ информационной угрозы любого вида. Также введем латентные переменные δ_j, j=1, 2, …, k, характеризующие степень опасности или активности информационной угрозы. Чем выше параметр δ_j, тем меньше вероятность ликвидации соответствующей угрозы любым средством ИБ.

После этого находим методами статистического анализа оценки параметров β_i и δ_j. Для этих целей будем использовать метод максимального правдоподобия (МП-метод) [3]. Согласно модели Раша, статистика a_{ij} должна наилучшим образом описывать логистическую функцию вида $p_{ij} = \frac{e^{\beta_i - \delta_j}}{1 + e^{\beta_i - \delta_j}}$. Иными словами, неизвестные параметры β_i, и δ_j должны быть подобраны так, чтобы функция правдоподобия $L(\beta_i, \delta_j) = \prod_{i=1}^{n} \prod_{j=1}^{k} P\left(\frac{e^{\beta_i - \delta_j}}{1 + e^{\beta_i - \delta_j}} = a_{ij} \right)$ была максимальна. Данную задачу нужно решать численно. Программные продукты, осуществляющие решения этой задачи на ЭВМ представлены в [4].

1. Модель Раша, основанная на методе наименьших квадратов

Она позволяет обрабатывать исходную информацию непрерывного типа из единичного отрезка, то есть вместо оценок (1) будем использовать частные оценки a_{ij} имеющих смысл доли или вероятности ликвидации i-м средством ИБ угрозы j-ого типа.

Для нахождения латентных переменных β_i и δ_j, будем использовать модель Раша, основанную на методе наименьших квадратов [5; 6]. В соответствии с этой моделью, латентные переменные β_i и δ_j находятся из решения оптимизационной задачи [6]:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}\left(a_{ij}-\frac{e^{\beta_i-\delta_j}}{1+e^{\beta_i-\delta_j}}\right)^2\to\min\ , \qquad (2)$$

которая дополняется условием нормировки:

$$\beta_i\geq 0;\ \delta_j\geq 0;\ \ i=1,2,...,n;\ \ j=1,2,...,m. \qquad (3)$$

Численно проводить решение оптимизационной задачи (2) и (3) можно с помощью MS Excel, с применением надстройки «Поиск решений». Методика организации численных расчетов, позволяющих найти латентные переменные β_i, и δ_j описана в работах [7; 8].

В результате нахождения МП-оценок параметров (β_i, δ_j) будут решены следующие задачи:

1. Найдены независимые оценки β_i степени эффективности средств ИБ, которые, согласно модели Раша, измеряются по линейной шкале [9]. В зависимости от вида исходной информации можно использовать модель, основанную на методе максимального правдоподобия, либо на методе наименьших квадратов.

2. Найдены независимые оценки δ_j степени опасности информационных угроз, которые также измеряются по линейной шкале.

3. Получены оценки $p_{ij}=\frac{e^{\beta_i-\delta_j}}{1+e^{\beta_i-\delta_j}}$ вероятности того, что *j*-я информационная угроза будет ликвидирована *i*-м средством защиты.

4. На основании данных вероятностей, зная средний ущерб U_j от информационных угроз можно рассчитать риск нанесения ущерба ИС: $Risk_{ij}=p_{ij}U_j$ и суммарный риск $Risk=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}U_j\frac{e^{\beta_i-\delta_j}}{1+e^{\beta_i-\delta_j}}$.

Список литературы

1. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests/ G. Rasch // Copenhagen, Denmark – Danish Institute for Educational Research, 1960. 160 p.

2. Маслак А.А. Модель Раша оценки латентных переменных и ее свойства. Монография /А.А. Маслак, С.И. Моисеев // Воронеж: НПЦ «Научная книга», 2016, 177 с.

3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 2006. 365 с.

4. J. Sick Rasch analysis software programs (Rasch Measurement in Language Education Part.- JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter. 13 (3) November 2009, p. 13 - 16.

5. Моисеев С.И. Модель оценки латентных переменных с непрерывными множествами исходных данных и ее приложения / С.И. Моисеев, Ю.В. Киреев, С.В. Гончаров // Системы управления и информационные технологии, 2014, 3-1 (57), С. 161-167

6. Моисеев С.И. Модель Раша оценки латентных переменных, основанная на методе наименьших квадратов/ С.И. Моисеев // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. № 2.1 (16), С. 166-172.

7. Моисеев С.И. Модель оценки качества программного обеспечения, основанная на методе Раша оценки латентных переменных / С.И. Моисеев, Ю.В. Черная, Е.В. Паршина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии, № 1, 2016. - С. 102-109.

8. Сабетова Т.В., Моисеев С.И. Оценка индивидуальной конкурентоспособности участников рынка труда, основанная на теории латентных переменных / Т.В. Сабетова, С.И. Моисеев // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 2 (72). С. 210-218.

9. Маслак А.А. Сравнительный анализ оценок параметров модели Раша, полученных методами максимального правдоподобия и наименьших квадратов / А.А. Маслак, С.И. Моисеев, С.А. Осипов // Проблемы управления, № 5, 2015. С. 58-66.

УДК 681.518.3

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЗАМЕНЫ ТСО В РАМКАХ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ УЧЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Боева Л.М., Андгуладзе Н.З.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)

ФГАОУ ПО Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

boeva@inbox.ru

DEVELOPMENT OF MODULE FOR RATIONAL REPLACEMENT OF EDUCATIONAL EQUIPMENT WITHIN FRAMEWORK OF AUTOMATED SYSTEM OF ITS OPERATION MODES CONTROL

Boeva Luidmila M., Andgladze Nodary Z.

Stary Oskol Technological Institute branch of the National Research Technological Institute «Moscow Institute of Steel and Alloys»

boeva@inbox.ru

Аннотация. *Предлагается математическая модель и алгоритм решения задачи оптимизации сроков обновления проекционной и вычислительной техники в условиях вуза.*

Ключевые слова: технические средства обучения (ТСО), проектор, компьютер (ПК), динамическое программирование, задача замены оборудования.

Abstract. *Mathematical model and algorithm to solve the problem of update dates optimizing for projection equipment and computer technology in university is proposed.*

Key words: technical traning tools, projector, computer, dynamic programming, equipment replacement task.

Образовательная деятельность современных учебных заведений характеризуется использованием разнообразных технических средств обучения, вычислительной и проекционной техники. Авторами предлагается информационная система автоматизированного управления режимами эксплуатации ТСО, рассмотренная в [1], включающая дополнительно модуль рациональной замены учебного оборудования.

Суть задачи заключается в определении оптимальной стратегии обновления оборудования, минимизирующей затраты на его эксплуатацию, т.е., по сути, определение момента времени, начиная с которого эксплуатация действующего оборудования требует больших затрат, чем приобретение нового [2].

В качестве учебного оборудования рассматривалась проекционная и компьютерная техника. Активно используемые в образовательном процессе проекторы имеют довольно высокую стоимость на рынке учебного оборудования. Зачастую техническое обслуживание проектора в процессе его эксплуатации включает замену лампы, которая имеет ресурс, достаточно быстро расходующийся при интенсивном (или не всегда рациональном) использовании проектора (в условиях учебного процесса кафедры АИСУ средний срок службы лампы составляет примерно 2 года), что в несколько раз больше нормативного срока службы проектора. Стоимость новой лампы может составляет почти половину стоимости самого проектора. Поэтому после нескольких лет (месяцев) эксплуатации затраты на покупку нового проектора могут оказаться ниже, чем суммарные затраты на поддержание старого в рабочем состоянии, учитывая неоднократную замену лампы.

Обязательной составляющей практически любого учебного занятия в современных условиях является использование компьютеров, которым свойственно физическое и моральное устаревание, что ведет к росту затрат на их ремонт и обслуживание, падению их ликвидной стоимости (каждый год почти вдвое) и, кроме того, снижению эффективности учебного процесса с их использованием. Своевременное приобретение новых ПК и утилизация устаревшей вычислительной техники (с учетом возможной ее передачи другим подразделениям вуза или продажи сторонним фирмам с меньшими требованиями к ПК) позволяет сократить эксплуатационные и моральные издержки.

Задача относится к классу задач динамического программирования и предполагает пошаговое управление на периоде эксплуатации [3]. Предположим, что оборудование эксплуатируется в течение T лет, после чего утилизируется (для ПК возможна продажа) и заменяется новым. Стратегия принятия решения о возможной замене оборудования заключается в выборе в конце каждого учебного года одной из альтернатив: X^c – сохранение работающего оборудования или $X^з$ – замены его новым.

Параметр состояния S – фактический возраст оборудования t. Ему соответствует $(k-1)$-ый шаг управления (принятия решения).

Уравнения состояний зависят от принятого решения:

$$S_k = \begin{cases} t+1, \ \textit{если} \ X_k = X^C, \\ 1, \ \textit{если} \ X_k = X^З, \ k = 1,2,..,T-1, \end{cases}$$

где $X_к$ - решение, принимаемое на *k-м* шаге управления.

На каждом шаге эксплуатации осуществляется сравнение затрат и осуществляется выбор оптимальной стратегии управления по их минимуму .

Предложены математические модели и их программно-алгоритмическая реализация отдельно для проекционной и компьютерной техники.

1). Обозначим стоимость нового проектора P_0 руб. Затраты на его содержание (техническое обслуживание и замену лампы)

$$r(t) = \left(\frac{P_л}{T_c} + P_{об} \right)(t+1),$$

где t – фактический возраст проектора, лет;T_c – номинальный срок эксплуатации проектора, ч;$P_л$ – стоимость новой лампы, руб;$P_{об}$ – расходы на годовое обслуживание проектора, руб.

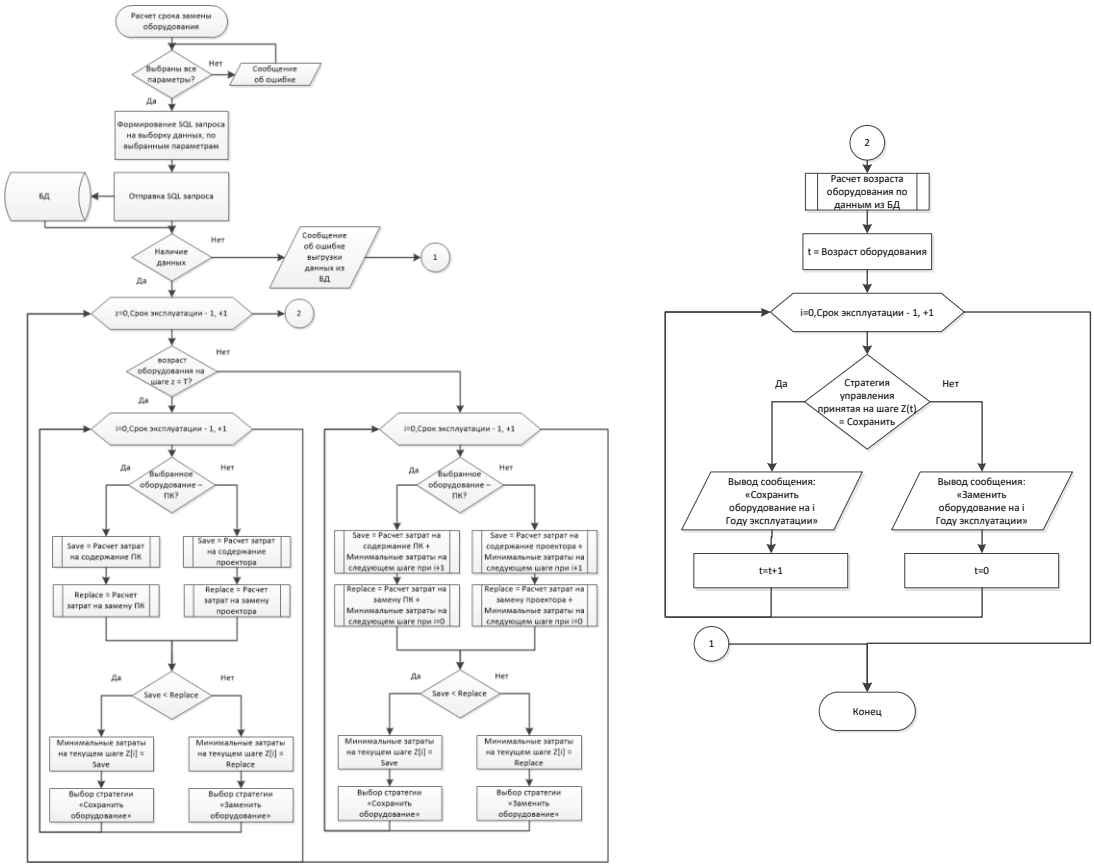


Рис. 1. Блок-схема алгоритма решения задачи о замене учебного оборудования

Если обозначить условные оптимальные затраты на эксплуатацию проектора, начиная с *k*-го шага до конца, при условии, что к началу *k*-го шага проектор имеет возраст *t* лет, $Z^*_k(t)$, то уравнения Беллмана имеют вид:

$$Z_k^* = \min \begin{cases} \left(\frac{P_л}{T_c} + P_{об}\right)(t+1) + Z_{k+1}^*(t+1), \ если\ X_k = X^C, \\ P_0 + \left(\frac{P_л}{T_c} + P_{об}\right) + Z_{k+1}^*(1), \ если\ X_k = X^3, k = 1,2,..,T. \end{cases}$$

После T лет эксплуатации проектор утилизируется и заменяется новым.

2). Предположим, что ПК можно продать после *t* лет эксплуатации с учетом коэффициента вынужденной ликвидации. Пусть, например, стоимость продажи ПК меняется по закону

$$g(t) = P_0 2^{-t},$$

где P_0 - стоимость нового ПК, руб.;*t* – возраст ПК, лет. Затраты на тех. обслуживание ПК

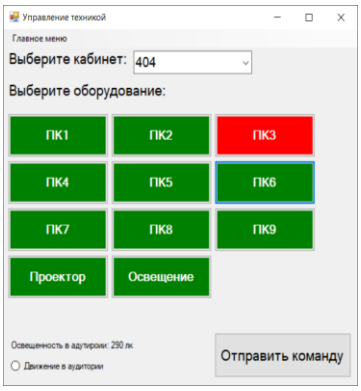
$$r(t) = P_{об}(t+1),$$

где $P_{об}$ – расходы на годовое обслуживание компьютера, руб.

$$Z_k^* = \min \begin{cases} P_{об}(t+1) + Z_{k+1}^*(t+1), \ если\ X_k = X^C, \\ P_0 + P_{об} - P_0 2^{-t} + Z_{k+1}^*(1), \ если\ X_k = X^3, \ если\ k = 1,2,..,T. \end{cases}$$

Разработанная авторами информационная система позволяет пользователю выбрать оборудование, для которого он хочет определить срок замены (форма «Расчет срока замены оборудования»). По указанному типу оборудования загружается список инвентарных номеров. Для конкретной единицы оборудования отображается более подробная информация о ней и производится расчет рекомендуемого срока обновления.

Форма управления техникой



Формы расчета срока замены оборудования для ПК и проекторов

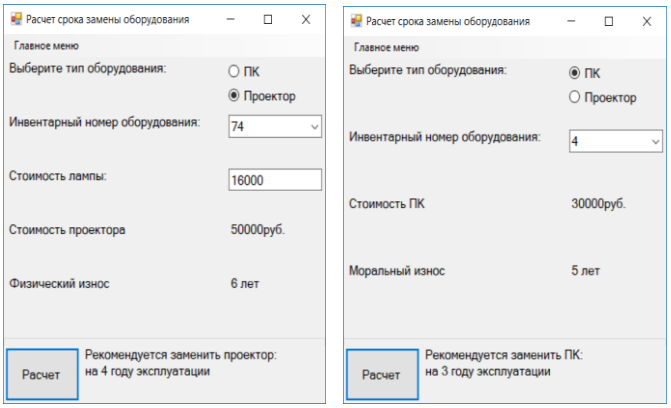


Рис. 2. Интерфейс формы «Расчет срока замены оборудования»

Внедрение предлагаемого модуля информационной системы позволит дополнительно снизить эксплуатационные расходы на используемое в образовательном процессе вуза учебное оборудование.

Список литературы

1. Боева Л.М., Симонова А.Г., Андгуладзе Н. З. Автоматизированный контроль и управление энергопотреблением ТСО в учебном заведении. XII Международная научно-практическая конференция «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – 2019», 15 июня 2019 г., г. Пермь, - С. 12-18.

2. Кремер, Н.Ш. Исследование операций в экономике [Текст]: учебн. пособие для вузов/ Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман; под ред. профессора Н.Ш. Кремера. – М.: ЮНИТИ, 2010. – 407 с.: ил.

3. Косоруков, О. А. Исследование операций: учебник / О.А. Косоруков, А.В. Мищенко ; Под общ. ред. Н.П. Тихомирова. - М. : Экзамен, 2003. - 448 с.

УДК 681.518.3

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В ПОДСИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ ОБЖИГОВОЙ МАШИНЫ

Гамбург К.С.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)

ФГАОУ ПО Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

ksgam@mail.ru

AUTOMATED ELECTRIC DRIVE IN AUTOMATIC KILN LOADING SUBSYSTEM

Gamburg K.S.

Stary Oskol Technological Institute branch of the National Research Technological Institute «Moscow Institute of Steel and Alloys»

Аннотация: *в статье рассматривается возможность применения автоматизированного асинхронного электропровода в подсистеме автоматической загрузки обжиговой машины конвейерного типа Lurgi OK-480.*

Ключевые слова: автоматизированный асинхронный электропривод; система прямого управления моментом; математическая модель; моделирование; субсистема и подсистемы.

Abstract: *The article considers the possibility of using an automated asynchronous electric wire in the automatic loading subsystem of a conveyor-type firing machine Lurgi OK-480.*

Key words: automated asynchronous electric drive; direct torque control system; mathematical modeling; modeling; subsidy and subsystems.

В современной обжиговой машине конвейерного типа (ОМКТ) Lurgi OK-480 контролируется более, чем 500 и мониторится более, чем 700 параметров, которые обрабатываются более, чем 20 подсистемами автоматического управления (АСУ). Каждая из подсистем АСУ обжиговой машины конвейерного типа имеет прямую или косвенную связь с другой подсистемой.

Рассмотрим одну из АСУ, а именно АСУ загрузки ОМКТ. Загрузка происходит в два этапа. Вначале на обжиговые тележки (паллеты) укладывается донная постель. Далее, при помощи роликового укладчика, насыпается слой сырых окатышей, высотой не более 30 сантиметров. Высоту слоя необходимо поддерживать на одинаковом уровне по всей ширине обжигового конвейера. Резкие колебания высоты слоя сырых окатышей приводят

к тому, что при прохождении сырья через тепловые зоны обжиговой машины в слое сырых окатышей образуется градиент температуры, происходит колебание газопроницаемости. Колебание газопроницаемости приводит к неполноте протекания реакции окисления, а, следовательно, к повышенному содержанию оксида железа FeO в конечном продукте. Это приводит к неравномерности нагрева слоя, недостаточному обжигу или же, наоборот, к перегреву окатышей. Данные факторы увеличивают выход некондиционной составляющей, тем самым уменьшая производительность обжиговой машины и качественные показатели конечной продукции.

Таким образом, АСУ регулирования укладки сырых окатышей является наиболее важной частью технологической автоматики ОМКТ и оказывает большое влияние на стабильную и правильную работу систем регулирования давлений и температур. Правильная загрузка сырых окатышей по всей ширине обжигового конвейера является одним из основных условий, определяющих необходимое качество обжига. В условиях большого количества возмущающих воздействий и специфики объекта управления, это является достаточно сложной задачей [1].

Функциональная схема подсистемы загрузки ОМКТ представлена на рис.1.

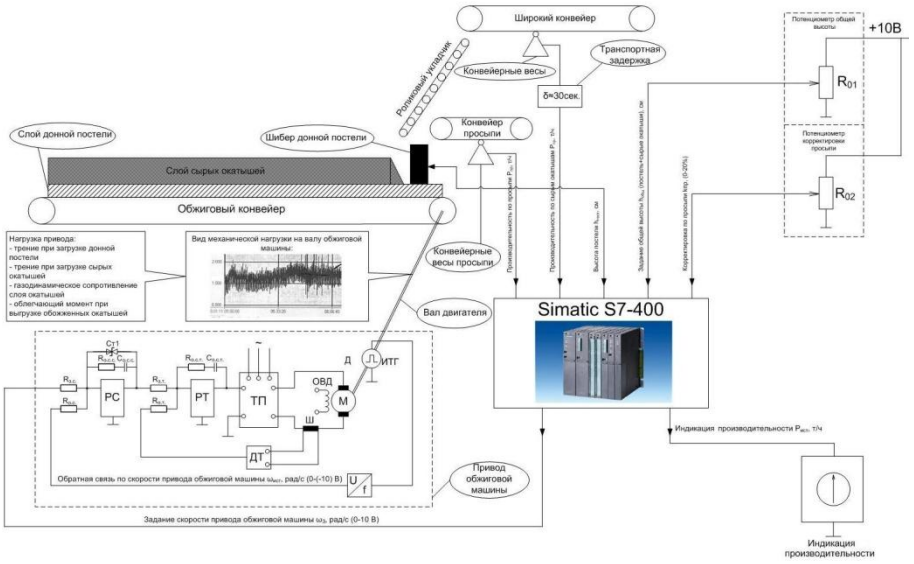


Рис.1 - Функциональная схема подсистемы загрузки сырых окатышей

Алгоритм регулирования высоты слоя сырых окатышей $h_{сл}$, предусматривает, что регулируемая величина является функцией от двух переменных - скорости движения тележек и количества окатышей, поступающих на обжиговый конвейер [1]:

$$h_{сл} = f(P_{ок}, V_к), \qquad (1)$$

где $P_{ок}$ - количество сырых окатышей, поступающих на обжиговый конвейер, $V_к$ - скорость обжигового конвейера.

Основной задачей подсистемы является расчет скорости обжигового конвейера, исходя из заданного уровня общей высоты слоя окатышей, высоты донной постели и текущего количества сырых окатышей.

Сигнал производительности по сырым окатышам $P_{ок}$ поступает с конвейерных весов широкого конвейера с транспортной задержкой δ≈30с. Кроме того, для сигнала производительности предусмотрена корректировка по просыпи $k_{пр}$ в пределах 8 – 12 процентов при нормальном режиме работы. Значение общей высоты слоя $h_{общ}$ и высоты слоя донной постели $h_{пос}$ устанавливается на пульте управления оператором обжиговой машины.

Скорректированный сигнал производительности по сырым окатышам умножается на коэффициент плотности материала $k_{пл}$ и делится на разницу общей высоты слоя и высоты донной постели:

$$V_к \sim \frac{P_{ОК} \cdot (100 - k_{пр}) \cdot k_{пл}}{100 \cdot (h_{общ} - h_{пос})}. \qquad (2)$$

Также предусмотрена индикация по истинному значению количества сырых окатышей $P_{ист}$. Для формирования этого сигнала из сигнала производительности по сырым окатышам $P_{ок}$ вычитается сигнал по количеству просыпи $P_{пр}$, получаемый от весов конвейера просыпи:

$$P_{ист} = P_{ОК} - P_{пр}. \qquad (3)$$

Рассчитанное таким образом значение скорости является задающим воздействием для автоматизированного электропривода (АЭП) обжиговой машины, от точности регулирования которого и его быстродействия зависит качество укладки сырых окатышей.

Система прямого управления моментом (DTC) АЭП включает в себя несколько функциональных блоков, каждый из которых может быть реализован разными способами. В связи с этим представляется целесообразным следующий подход к построению математических моделей систем DTC. Предварительно, в виде структурных схем, реализованных с помощью элементарных динамических звеньев, отдельно разрабатываются модели всех функциональных блоков системы. Полученные

структурные схемы функциональных блоков объединяются в, так называемые, субсистемы [2].

Поскольку исходной при моделировании является функциональная схема системы DTC, разделение объекта исследования на отдельные функциональные блоки целесообразно проводить в соответствии с этой схемой. В основу работы системы DTC положено уравнение электромагнитного момента асинхронного двигателя:

$$m = \frac{3}{2} p \frac{k_1 k_2}{\sigma L_m} \left| \psi_s \times \psi_r \right| = \frac{3}{2} p \frac{k_1 k_2}{\sigma L_m} \psi_{sm} \cdot \psi_{rm} \cdot Sin\vartheta \qquad (4)$$

где ϑ – пространственный угол между векторами потокосцеплений статора ψ_s и ротора ψ_r. Если модули векторов $\left|\psi_s\right| = \psi_{sm}$ и $\left|\psi_r\right| = \psi_{rm}$ поддерживать постоянными, то величиной момента можно управлять, изменяя угол ϑ.

Структурная схема системы DTC АД приведена на рисунке 2.

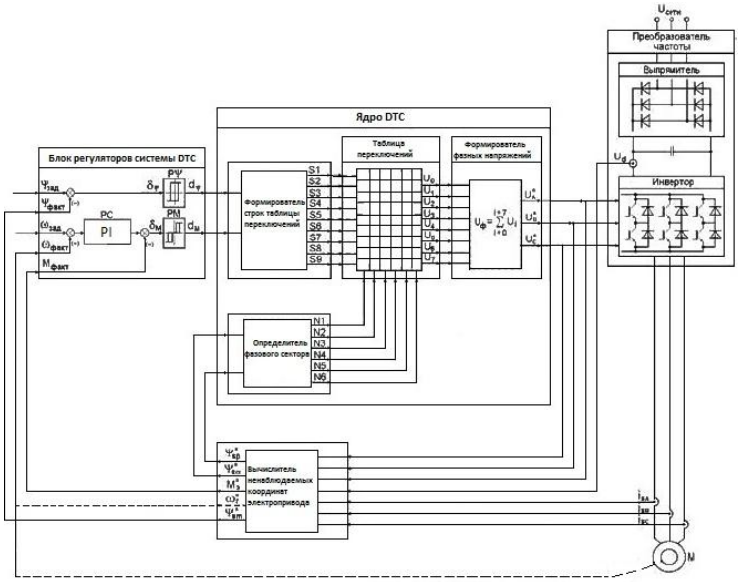


Рис.2 - Структурная схема асинхронного электропривода с DTC

Система DTC включает в себя следующие функциональные блоки: блок вычисления ненаблюдаемых координат привода; блок определения фазового сектора; блок регуляторов системы DTC; блок формирования строк таблицы переключений; блок, реализующий таблицу переключений.

При формировании математической модели АЭП (см.рис.3) в целом эти блоки представлены в виде подсистем.

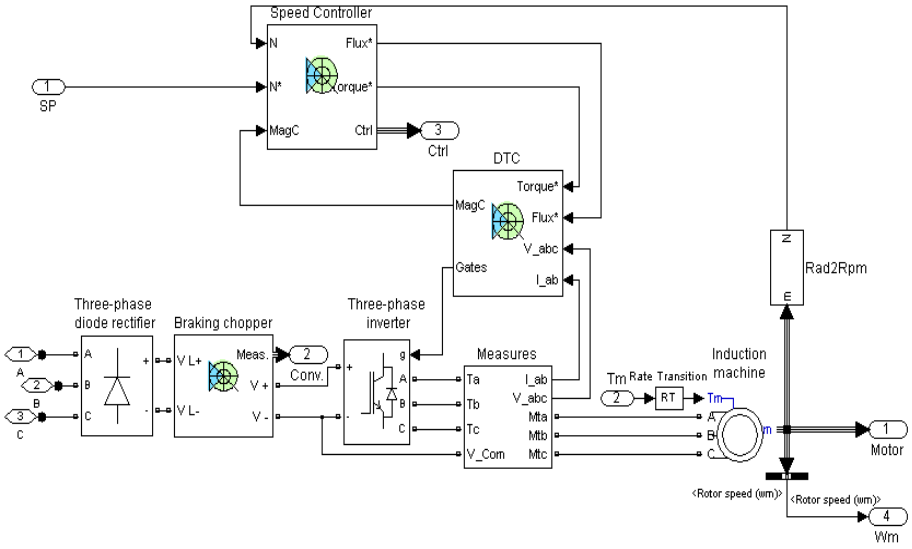


Рис. 3 - Математическая модель субсистемы DTC induction Motor Drive

Для того, чтобы промоделировать всю систему в целом с наименьшей погрешностью, были рассмотрены отдельно следующие подсистемы: подсистема DTC; подсистема Torque & Flux calculator; подсистема Flux sector seeker; подсистема Flux & Torque hysteresis; подсистема Switching table; подсистема Speed controller; подсистема Braking chopper. Затем была синтезирована и промоделирована система ПЧ-АД с DTC загрузки сырых окатышей в обжиговую машину Lurgi ОК-480 (см.рис.4).

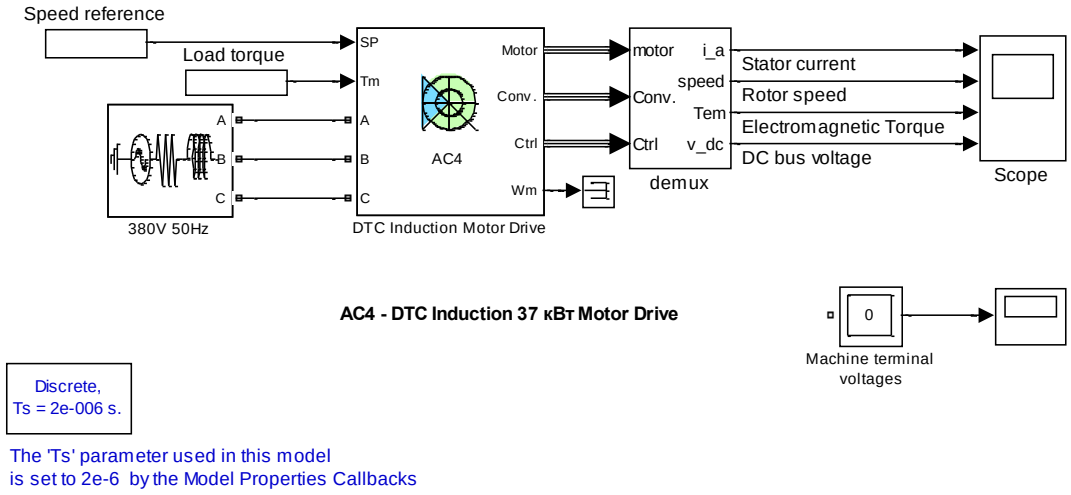


Рис.4 - Система ПЧ-АД с DTC загрузки сырых окатышей в обжиговую машину

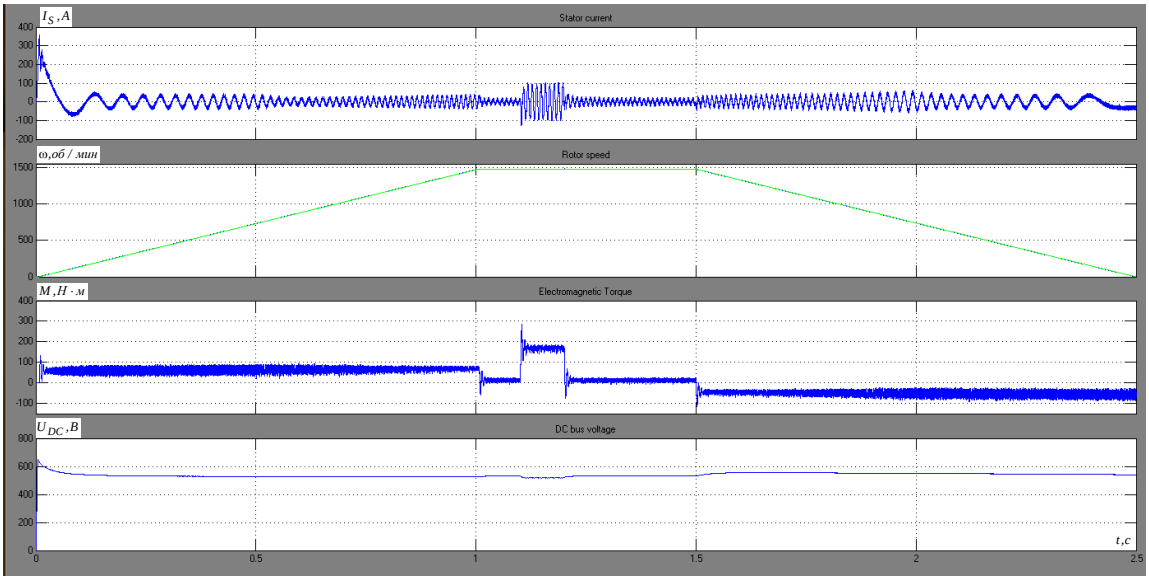


Рис.5 - Временные зависимости тока статора, скорости, электромагнитного момента асинхронного двигателя и напряжения в звене постоянного тока

Результаты моделирования (рис. 5) показали, что система обеспечивает высокое быстродействие.

Список литературы

1. Конвейерная машина для обжига окатышей типа Lurgi OK-480. http://emchezgia.ru/syrye/17.1_Konvyeiernaya_mashina. (дата обращения 27.09.19)

2. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов / - М.: Академия, 2006. - 272 с. - ISBN 5-7695-2306-9: 193-77.

УДК 004.89, 669.162

О НАСТРОЙКЕ ЛИНЕЙНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ТЕПЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ИМПУЛЬСНЫЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ

Глущенко А.И., Фомин А.В.

Старооскольский технологический институт им А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Старый Оскол

a.glushchenko@sf-misis.ru, verner444@yandex.ru

Аннотация. *В статье изучается особенности настройки ПИ-регулятора для импульсного режима управления тепловыми объектами и возможность применения для этой задачи нейросетевого настройщика параметров ПИ-регулятора.*

Ключевые слова: ПИ-регулятор; нагревательная печь; импульсный режим; импульсный нагрев; нейросетевой настройщик.

ON LINEAR CONTROLLERS ADJUSTMENT FOR HEATING PLANTS WITH PULSE CONTROL

Glushchenko A.I., Fomin A.V.

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) NUST "MISIS", Stary Oskol

Abstract. *The scope of the research is to study the features of a PI-controller tuning to implement pulse control of heating plants. The neural tuner is also considered as a solution of the above mentioned problem.*

Keywords: PI-controller; heating furnace; pulse control; pulse heating, neural tuner.

1. Введение, постановка задачи

Проблемам энергоэффективного управления нагревательными печами посвящено большое количество работ. Среди многообразия предлагаемых решений отдельно можно выделить технологию импульсного печного нагрева [1, 2]. Декларируемая экономия топлива от реализации этого подхода, согласно разным источникам, достигает от 5 до 15% [3].

Техническая сущность импульсного печного режима заключается в колебательном изменении расхода топлива (и соответственно, воздуха) по определенному временному закону или на основании сигналов датчиков системы АСУ ТП о достижении граничных значений некоторых величин (давления, температуры и т.д.). При этом важнейшей

задачей является настройка печных регуляторов, обеспечивающих в конечном итоге необходимую точность поддержания температуры при импульсном печном нагреве. Для решения задачи качественной настройки регуляторов для импульсного режима нагрева необходимо:

1) Изучить особенности импульсного режима – влияние настройки коэффициентов регулятора, влияние минимальной длительности импульса на конечную температуру, определить критерии качественной настройки.

2) Изучить потенциальную возможность применения адаптивной системы на основе разработанного ранее для непрерывного режима нагрева нейросетевого настройщика параметров ПИ-регуляторов [4,5]. Определить необходимые изменения, которые необходимо ввести в систему для её успешного функционирования.

2. Моделирование импульсного режима

Для проведения моделирования первоочередной целью являлось разработка структурной схемы для импульсного режима. В рамках прошлых исследований [4] была получена модель муфельной печи электрического нагрева и, ввиду использования в качестве исполнительного механизма тиристора с минимальной длительностью импульса в 0,1 с, модель была применена при моделировании непрерывного режима управления. В данном исследовании предлагается значительно увеличить время импульса, что позволит проводить моделирование импульсного режима. Предлагаемая схема моделирования показана на рис.1.

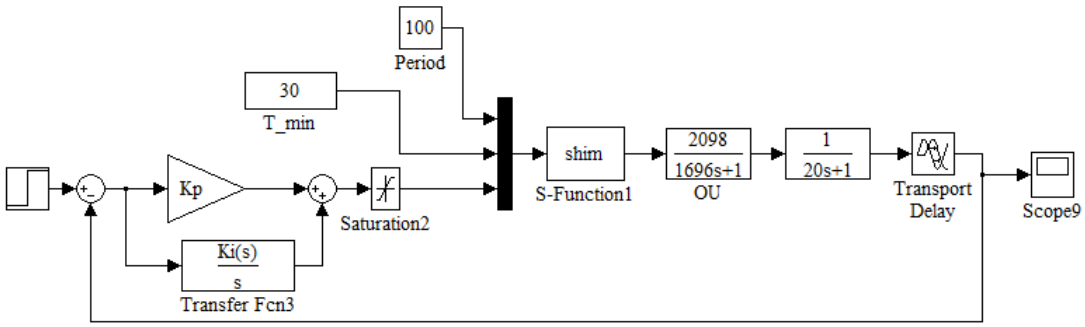


Рис.1 – Схема моделирования

Объект управления (муфельная печь) представлен двумя апериодическими звеньями I порядка и звеном запаздывания. Коэффициент усиления был пересчитан под импульсный режим умножением на 100% относительно непрерывного. S-функция «shim» содержит реализованный алгоритм широтно-импульсной модуляции. Входами в нее являются:

1) Period – период одного импульса;

2) T_min –минимальное время импульса. Данная переменная зависит от времени работы исполнительного механизма. Для газовых печей, реализующих импульсный режим, это время будет зависеть от времени полного открытия заслонки по газу;

3) управляющее воздействие с ПИ-регулятора в диапазоне [0%;100%].

Выходом блока является импульс амплитудой 1 с рассчитанной длительностью с учетом периода, минимального времени импульса и текущего управляющего воздействия. Результат работы блока показан на рис.2.

В качестве требований к качеству управления импульсный режим отличает необходимость в минизации количества импульсов при поддержании температуры в заданных по технологии диапазонах. Высокая частота импульса приводит к повышенной нагрузке на исполнительный механизм, что приводит к его износу. При этом, в большинстве случаев, температурные диапазоны для импульсного печного режима шире, чем для непрерывного, что даёт возможность уменьшать частоту импульсов, увеличивая их длительность, при условии нахождения в температурном диапазоне.

Далее был проведен эксперимент, целью которого стала проверка качества переходного процесса под коэффициентами ПИ-регулятора, подобранными для непрерывного режима управления. Рассматривался переходный процесс 505-550^{0}C (рис.3).

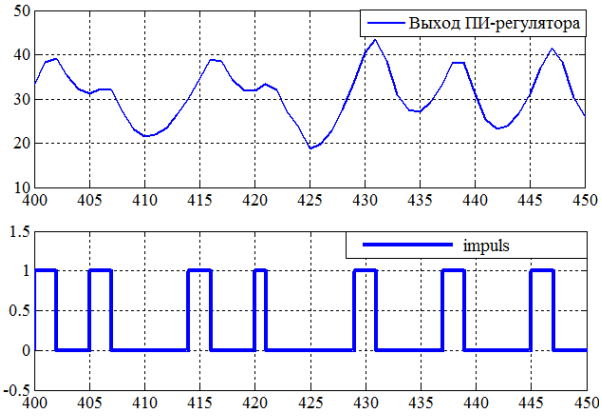


Рис.2 – Результат работы блока «SHIM»

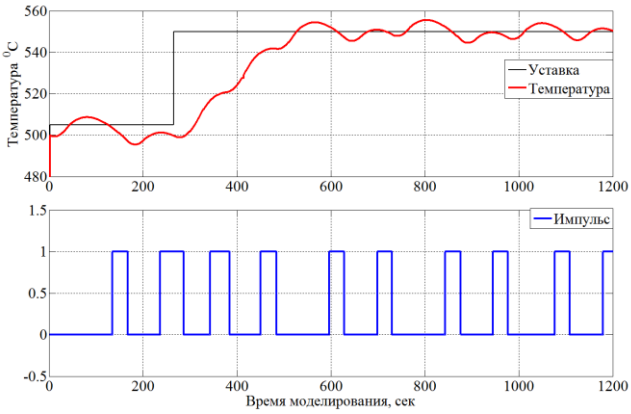


Рис.3 – Переходный процесс

Как видно из графиков, система демонстрирует хорошее качество переходного процесса, однако в установившемся режиме коэффициенты ПИ-регулятора, полученные для непрерывного режима, не обеспечивают необходимого качества в плане минимизации

частоты импульсов. Как видно из рис. 4, на одно колебание неэффективно настроенный регулятор использует два импульса минимальной длительности.

Далее было проведено сравнительное моделирование, с целью определения влияния каналов регулятора на установившейся режим. Первоначальные коэффициенты регулятора взяты из прошлых исследований для непрерывного режима управления: *Кп*=0,5, *Ти*=1500 [4].

На первом этапе эксперимента проводилась «заморозка» И-части, призванная избежать влияния И-канала на колебательный режим. При статичном выходе И_части производилось изменение *Кп* в сторону увеличения. Результаты показаны на рис 4-6.

Как видно из рис.4-6 настройка П-части влияет на длительность и количество импульсов: при *Кп* = 0,5 на одно колебание используется 2 импульса малой длительности, при *Кп* = 1,5 – один длинный импульс.

В таблице 1 проведены сравнительные характеристики полученных режимов.

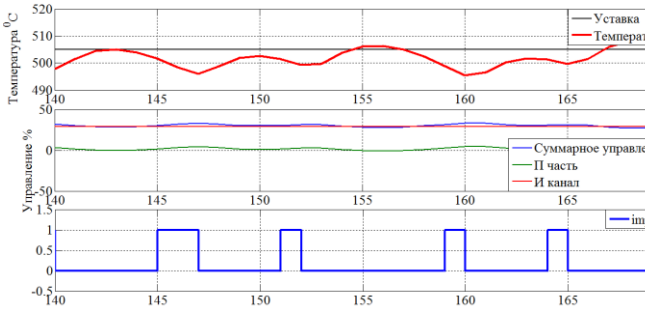


Рис.4 – Установившейся режим при *Кп* = 0,5

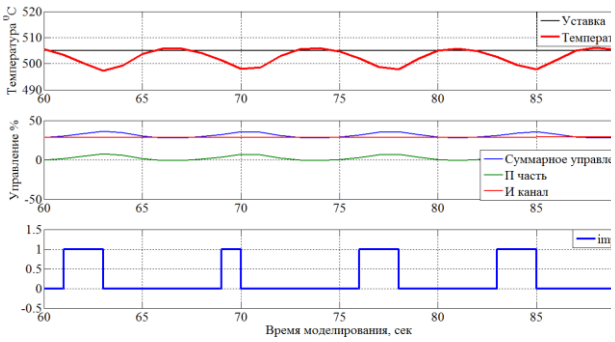


Рис.5 – Установившейся режим при *Кп* = 1

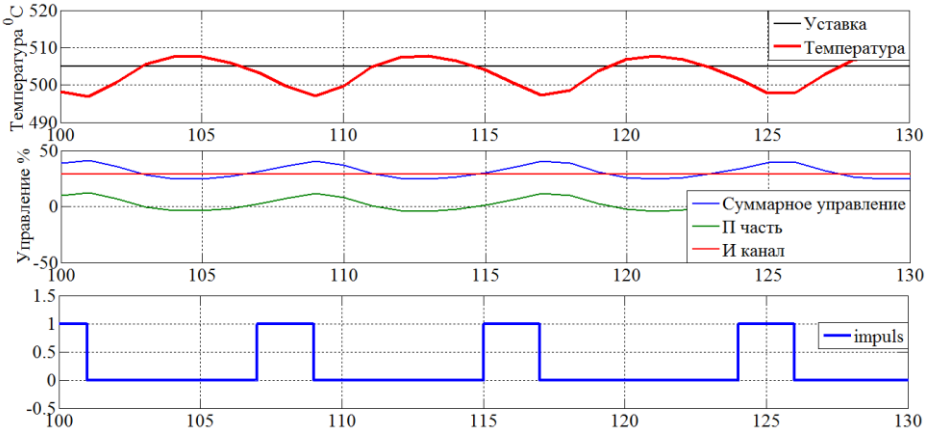


Рис.6 – Установившейся режим при *Кп* = 1,5

Таблица 1. Сравнительные характеристики двух режимов

	Кп=0,5	Кп=1,5
Время эксперимента, с	6265	6283
Количество импульсов	46	39
Среднее время между импульсами, с	136	161,8
Длительность импульсов (время включения), с	1569	1565
Средняя длительность импульса, с	34,1	40,12

В результате можно сделать вывод, о возможности минимизации частоты импульсов за счет настройки *Кп*. При этом значительное увеличение *Кп* приведет к выходу за диапазон точности по температуре, что позволяет сделать вывод о необходимости баланса между критериями.

Проведем анализ с точки зрения настройки И-части и поддержания средней температуры в допуске (рис.7-8). Из рисунков видно, что средняя температура ниже уставки (график большую часть колебания находится ниже уставки). Для устранения средней статической ошибки необходимо увеличение интегральной составляющей выхода ПИ-регултора. На рис. 7 показано накопление И-части и выход средней температуры на уставку. На рис.8 показан установившийся режим при достаточном выходе И-части и различных Кп-0,5-1-1,5. Исходя из рисунков, можно сделать вывод о влиянии параметров регулятора на установившийся режим- интегральная часть влияет на точность выхода на уставку средней температуры, а пропорциональная часть влияет на количество и длину импульсов, а так же на амплитуду колебаний температуры.

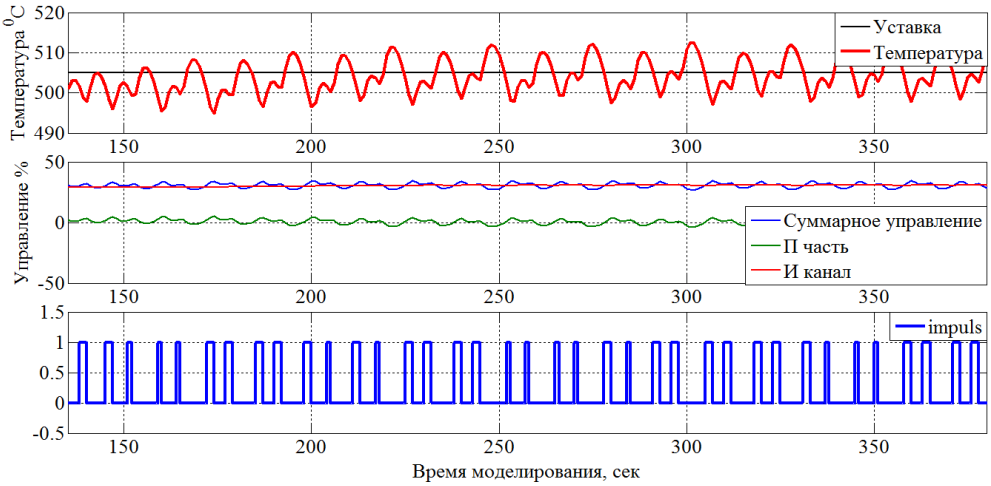


Рис.7. Установившейся режим при Кп=0,5 и Ти=500.

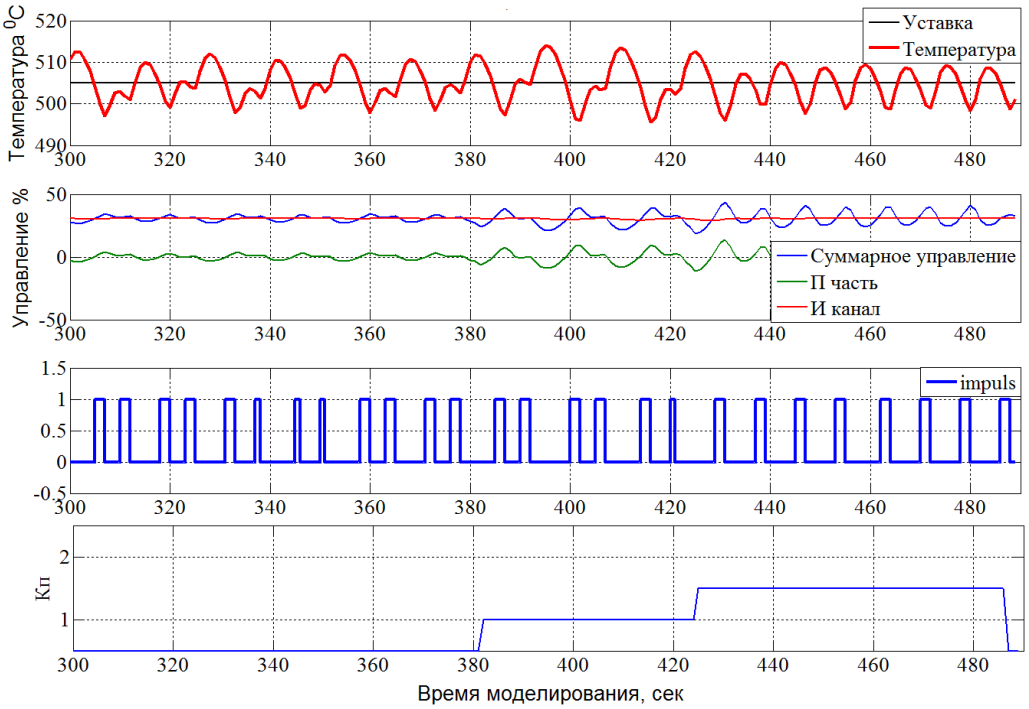


Рис.8. Установившийся режим при различных значениях Кп

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о невозможности применения нейронастройщика в его текущем исполнении для управления импульсным режимом по следующим причинам:

1) Настройщик в качестве критерия качества не рассматривает диапазон температур. Автоколебательный режим для непрерывного регулирования является некачественной настройкой, что в рамках исполнительного режима приведет к неверной настройке.

2) Настройщик в правилах использует скорости изменения температуры, в рамках импульсного режима эти скорости никогда не приблизятся к 0.

3) Необходимость проводить настройку Ки по средней температуре, а не по текущей, что так же требует изменений в правила настройщика.

Выводы

1) График переходного процесса импульсного управления при применении коэффициентов, полученных для непрерывного управления, демонстрирует хорошее качество, за исключением частоты импульсов.

2) Определено влияние коэффициентов ПИ-регулятора на качество установившегося режима при импульсном нагреве: *Кп* влияет на амплитуду

колебания температуры и длительность импульсов, *Ки* влияет на среднюю температуру и среднюю статическую ошибку

3) Определены особенности импульсного режима, препятствующие применению на нем нейронастройщика текущей версии. Учет выявленных в данном исследовании особенностей, позволит его усовершенствовать.

Список литературы

1) Ревун М. П. и др. Новые схемы импульсного отопления нагревательных и термических печей // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2005. – №. 3. – С. 97-100.

2) Сапронова Е. В. и др. Разработка математического обеспечения системы регулирования нагревательного колодца в режиме импульсного отопления // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2005. – №. 4. – С. 74-77.

3) Бирюков А. Б. Анализ современного состояния технологий импульсного отопления металлургических печей // Черная металлургия. – 2014. – №. 4. – С. 83-89.

4) Еременко Ю. И., Полещенко Д. А., Глущенко А. И. О применении нейросетевого оптимизатора параметров пи–регулятора для управления нагревательными печами в различных режимах работы //Управление большими системами: сборник трудов. – 2015. – №. 56. – С. 143-175.

5) Еременко Ю. И., Глущенко А. И., Фомин А. В. Об оценке эффективности применения нейросетевого настройщика ПИ-регулятора, реализованного средствами Siemens Simatic S7 300/400, при управлении муфельной электронагревательной печью // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2017. – №. 9. – С. 47-54.

УДК 004.89, 669.162

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТНЫМИ И СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМИ РАБОТАМИ НА ОБЪЕКТАХ ПРЕДПРИЯИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Ерёменко А.Ю.

Управление реинжиниринга систем ТОРО УК «Металлоинвест», Старый Оскол

e-mail: al.eremenko@mail.ru **,** *телефон : 8-951-151-20-19*

STUDY ON INTELLECTUALIZATION OF DISPATCHING CONTROL SYSTEM OF REPAIR, CONSTRUCTION AND ASSEMBLING OPERATIONS FOR PLANTS OF MINING AND SMELTING INDUSTRY

Eremenko A.Y.

Reengineering repair and maintenance systems MK «Metalloinvest», Stary Oskol

Аннотация: *Современные рыночные условия формируют среду жесткой конкуренции, которая требует от участников постоянного повышения эффективности. В свою очередь высокий уровень эффективности производственной деятельности может достигаться снижением затрат, повышением производительности труда, качества продукции, мобильности и оперативности принимаемых управленческих решений. Интеллектуализация управления ремонтными работами - ключ к повышению производительности и эффективности работы промышленного оборудования.*

Ключевые слова: интеллектуализация управления, ремонтное подразделение, ремонт оборудования.

Abstract: *Modern market conditions form the environment of a rigid competition which damands from participants of constant increase of efficiency. In turn, level of efficiency of industrial activity can be reached by decrease in expenses, increase of productivity, quality of production, mobility and efficiency of accepted administrative decisions. Intellection managements of repair works – key for increase of productivity and efficiency produce equipments.*

Keywords: Intellection managements, repairs division, repair of equipment.

Одним из основных факторов, влияющих на повышение производительности оборудования предприятия является снижение продолжительности выполнения ремонтных работ(РР). Немаловажным также можно считать сокращение сроков выполнения строительно-монтажных работ(СМР) инвестиционных объектов.

Выполнение СМР и РР, капитальных ремонтов (КР) оборудования на предприятиях горно-металлургического комплекса характеризуется значительной трудоёмкостью, материальными и энергетическими затратами, требует высокого уровня оперативного управления в работе ремонтных, технологических, финансовых, коммерческих и многих других служб предприятия в части обеспечения и выполнения СМР и РР.

Данная статья посвящена как изучению издержек производства, связанных с непроизводительными затратами рабочего времени при выполнении ремонтных и строительно-монтажных работ на предприятиях горно-металлургического комплекса так и поиску возможности создания интеллектуальной системы, позволяющей снизить эти издержки.

Решение задачи по управлению и координации действий персонала, участвующего в капитальном ремонте конвертера, доменной или электродуговой печи, печи металлизации и прокатного стана является сложным многокритериальным процессом принятия большого количества частных управленческих решений на различных иерархических уровнях с их взаимной координацией и получением в итоге оптимального хода выполнения работ.

Наибольший интерес с точки зрения снижения представляют НЗРВ организационного характера, следующего состава:

- низкий уровень взаимодействия (отсутствие координации) инженерно-технических работников подразделений заказчика и исполнителя работ;
- нерациональная расстановка персонала внутри монтажных(ремонтных) бригад;
- потери, связанные с невозможностью выполнения совмещённых работ, работ, предполагающих последовательное воздействие различных подразделений на один объект, несвоевременная подготовка рабочего места технологическим персоналом и т.д.;

Наличие централизованной диспетчерской службы координирующей выполнение СМР и РР (в данном случае речь не идёт о штатной диспетчерской службе цеха, которая занята, наряду с координацией ремонтных работ, решением текущих производственных задач) не всегда позволяет оперативно решать возникшие в ходе выполнения РР(СМР) вопросы.

В большинстве случаев, на предприятиях системой организации проведения ремонтов вообще не предусмотрено наличие какой либо организационной структуры, осуществляющей координацию действий подразделений на ремонте и оперативную корректировку действий персонала ремонтных подразделений.

Чем более сжатые сроки выделены для выполнения работ, чем более высокая их трудоёмкость, при большом количестве ремонтных подразделений участвующих в выполнении работ, тем значительнее роль организационно-технических мероприятий в сокращении сроков ремонта, повышении эффективности использования трудовых ресурсов, и как следствие повышении производительности работы оборудования.

В настоящее время существует и успешно реализуется ряд инструментов управления эффективностью ремонтных работ, как ставших уже классическими, например фотография рабочего времени (ФРВ), так и получившими развитие последнее десятилетие в ходе внедрения систем «Бережливого производства» (Lean management) и развития бизнес систем например картирование потока создания ценности (КПСЦ), создание карт стандартизированного выполнения операций и пр.

При всех их достоинствах эти способы обладают и рядом недостатков, главный из которых задержка в предоставлении информации лицам, принимающим решения в части оперативного управления ремонтными работами.

Действительно, мониторинг ситуации с выявлением возникаюших в процессе выполнения работ потерь, снижения производительности или простоя части рабочих или целых ремонтных бригад, с последующей обработкой и визуализацией полученных данных заниамет не менее нескольких часов.

Таким образом, разработанные по результатам мониторинга мероприятия могут быть реализованы только в части исключения системных потерь в дальнейшей работе на этом ремонте или, если мы говорим, например о КПСЦ, включены в стандартную операционную карту (СОК) выполнения работ.

Очевидно что КПСЦ не реализуется в принципе при выполнении работ ТОРО крупных горно-металлургических, энергетических, нефтегазовых или химических объектах с неустойчивым критическим путём, наличием работ по модернизации объекта, строительстве новых объектов.

То есть, процесс картирования потока создания ценности невозможно отнести к инструментам оперативного управления, а фотографию рабочего времени можно отнести лишь с большой натяжкой, ввиду получения менеджментом результатов мониторинга постфактум.

Необходимо учитывать что указанные методы обладают при этом высокой трудоёмкостью, как в части подготовки к проведению работ, так и в непосредственной реализации – проведение графической ФРВ за бригадой из 3-5 человек требует 1

специалиста среднего уровня подготовки, проведение же моментной фотографии, требующей меньших трудозатрат, но и дающей значительно меньшую детализацию процесса за 4-7 бригадами с численностью 5-10 человек и дискретностью точек фиксации 15-20 минут, требует привлечения высококлассного, обученного специалиста с опытом работы в области научной организации труда и знанием технологий ремонта всего спектра ремонтируемого оборудования, что в настоящее время стоит весьма дорого.

Нельзя не отметить внедряющиеся в последнее время многочисленные системы «Мобильное ТОРО», которые в значительной степени позволяют интеллектуализировать выполнение оперативных работ ТОРО в части межремонтного обслуживания, коммуникации, сбора информации о состоянии оборудования и пр.

Однако возможности этого инструмента, находящегося на заре своего развития для оперативного управления сильно ограничены, хотя и являются весьма перспективными.

Является очевидным, что повышение эффективности выполнения СМР и РР, и как следствие сокращение сроков их выполнения, лежит в области интеллектуализации оперативного управления ходом работ, повышения координации взаимодействия всех задействованных подразделений и служб.

В настоящее время организация управления процессом СМР и РР промышленных объектов горно-металлургической отрасли представляет собой достаточно сложный многоуровневый процесс координации и взаимодействия привлечённых к производству работ организаций и подразделений в условиях достаточно жёстких ограничений по срокам выполнения каждого элемента сетевого графика (Рис 1)

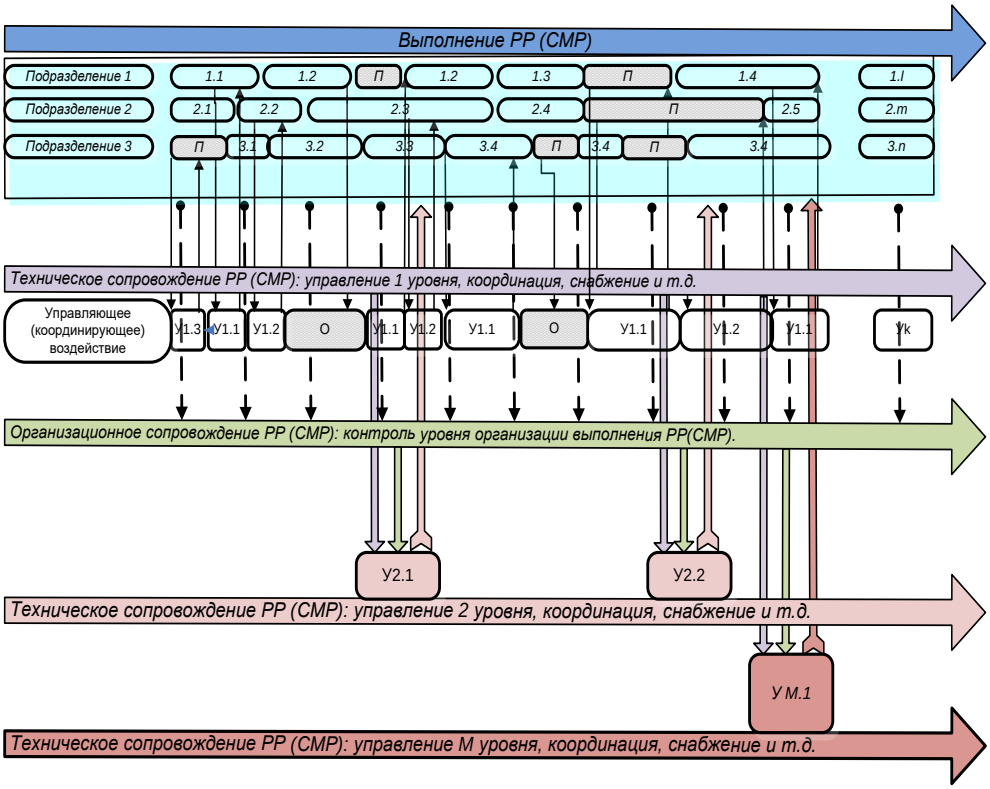


Рис. 1. Схема оперативного управления ходом РР (СМР) в режиме реального времени(потоке выполнения работ)

На рисунке 1 представлена фактическая структурная схема оперативного управления выполнением РР (СМР). Представленная схема является лишь срезом в плоскости одной ремонтной службы, объёмного, пространственного, или даже гиперпространственного отображения схемы выполнения РР (СМР) различными службами подразделения и предприятия в целом. Основное управляющее и координирующее воздействие на субъекты выполнения ремонтов *(R)* осуществляется многоуровневой иерархической системой менеджеров ремонтной службы (техническими менеджерами (ТМ)) осуществляющих управляющее и координирующее воздействие на субъекты ремонта сгруппированные, обычно по территориальному или функциональному признаку *A(1,2… a) –N(1,2..n).*

На схеме отчётливо видны зоны возникновения временных разрывов между поступлением информации о возникновении ситуаций, повлекших возникновение НЗРВ и управляющим воздействием на субъекты выполнения ремонта.

Текущие (оперативные или тактические) задачи в выполнении РР решаются в рамках службы, верхним уровнем которой является её руководитель – технический

менеджер I уровня, A, B… N – работ, мест выполнения ремонта или структурных ремонтных единиц.

Более высокий, 2-й уровень представлен управлением на уровне ремонтной службы. Как видно из схемы дискретность получения информации, принятие управленческих решений и проведение корректирующего воздействия возрастает и определяется чаще всего периодом проведения оперативных совещаний службы, обычно при высокой интенсивности выполнения работ не более 2-х раз в сутки.

Верхним, является управление на уровне начальником ремонта – обычно руководителя подразделения-заказчика или главного инженера (уровень *KU)* . Дискретность проведения оперативных совещаний под руководством которого, в зависимости от интенсивности выполнения работ может колебаться от одного, максимум двух раз в сутки, до одного раза в неделю.

Более подробно характер взаимодействия структур системы управления представлен на рисунке *2.*

На многих предприятиях предусмотрена структура, осуществляющая контроль за эффективностью использования рабочего времени на ремонт е(отдел или лаборатория научной организации труда, служба повышения операционной эффекивности, и т.д.) в задачи которой входит выявление фактов и установления причин возникновения непроизводительных затрат рабочего времени. Данные работы выполняются специально выделенными сотрудниками – полевыми менеджерами(*FM*) путём проведения графической, или чаще моментной фотографии рабочего времени. Данные, полученные в ходе исследования обрабатываются, обобщаются и предоставляются, обычно на верхний уровень управления (*KU*) в виде сводок или отчётов. По завершении ремонта проводится анализ причин возникновения НЗРВ и разрабатываются мероприятия по их снижению в ходе следующего выполнения ремонтных работ.

Низкая эффективность рассмотренной системы управления обусловлена несвоевременностью (постфактум) поступления управляющего воздействия на субъекты ремонта – объём НЗРВ на указанный момент становится состоявшимся фактом и изменён быть уже не может.

Повышение эффективности работы системы управления ремонтными работами лежит во включении системы контроля за НЗРВ в систему координации и управления, переход от исключительно фискальных функций к управленческим, создании эффективной системы «человек-машина» по оперативному управлению ремонтными

работами, корректировке оперативного графика РР, формированию рекомендаций (подсказок) лицам, принимающим решения(ЛПР) при выполнении РР.

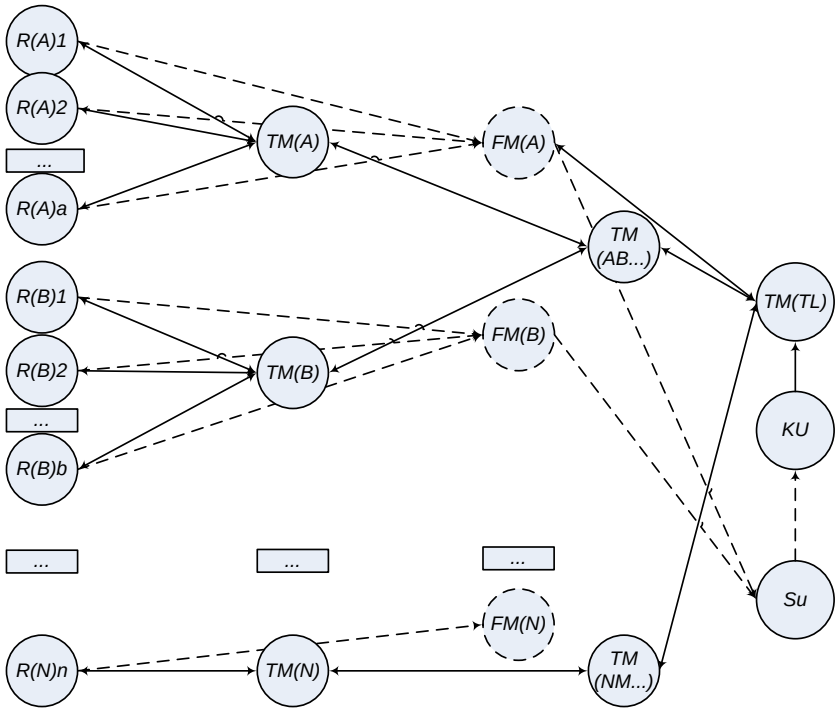


Рис. 2. Схема взаимодействия участников выполнения ремонтных (строительно-монтажных работ)

Таким образом, можно сформулировать основные требования к системе оперативного управления СМР и РР:

-наличие единого центра диспетчеризации производства работ;

- обработка больших объёмов информации в режиме он-лайн и выдача оптимального управленческого решения;

- прогнозирование всех вариантов последствий предпринятых корректирующих действий и перестроение сетевого графика выполнения работ в соответствии с внесёнными коррективами;

- снижение зависимости принятия решений от субъективных факторов;

- использование для построения исходного сетевого графика выполнения работ и его оперативной корректировки технически-обоснованной базы норм длительности выполнения ремонтных(строительно-монтажных) операций;

Указанные требования выявили необходимость принципиально нового подхода к организации и управлению СМР и РР крупных промышленных объектов.

На основании вышеизложенного становиться *актуальной разработка высокоэффективной системы «человек-машина», позволяющей объективно, в режиме*

реального времени осуществлять оперативное управление СМР и РР крупных промышленных объектов обеспечивая высокую вероятность принятия решений близких к оптимальным, исключающей возможность принятия ошибочных и малоэффективных решений, в условиях высокой кадровой безопасности производства.

Анализ современных средств интеллектуализации систем принятия управленческих решений позволяет предположить возможность разработки такой системы с использованием симбиоза локальных экспертных систем, связанных в конструкцию групп мультиагентных сетей с устройствами выработки консультирующих управленческих решений на базе самообучающихся контроллеров.

На рисунке 3 представлена принципиальная схема основных элементов экспертной системы по управлению ремонтными и строительно-монтажными работами.

Как и в любой классической экспертной системе можно выделить два основных блока – база данных и база знаний.

Учитывая динамичный характер системы, для управления которой разрабатывается экспертная система, база данных может быть также разбита на два блока – динамическая база данных – основанная на формировании текущей информации о ситуации на объекте, и статическая – основанная на основе данных не изменяющихся во времени, например нормы длительности выполнения ремонтных операций, оптимальный состав и численность бригад необходимых для выполнения того или иного вида работ и т.д.

Более подробно характер взаимодействия звеньев системы управления представлен на рисунке *4*. Сбор информации осуществляется средствами объективного контроля за ситуацией на объекте которые передают текущую информацию в он-лайн режиме на устройства анализа видеоряда которые оценивают характер выполнения работ, их производительную ценность, продолжительность выполнения и т.д. Результаты анализа поступают на динамическую базу данных, в которой хранится текущая информация о состоянии объекта и субъектов выполнения РР.

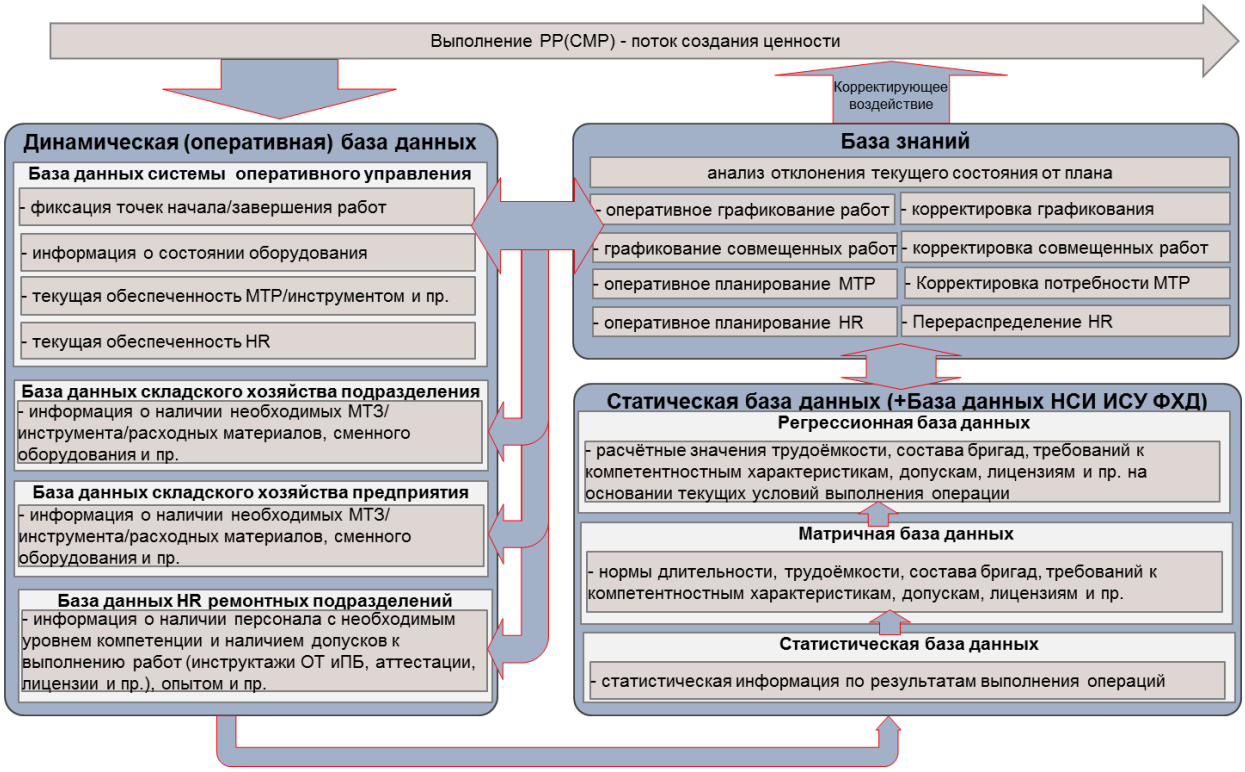


Рис. 3. Бизнес модель работы системы оперативного управления PP (CMP)

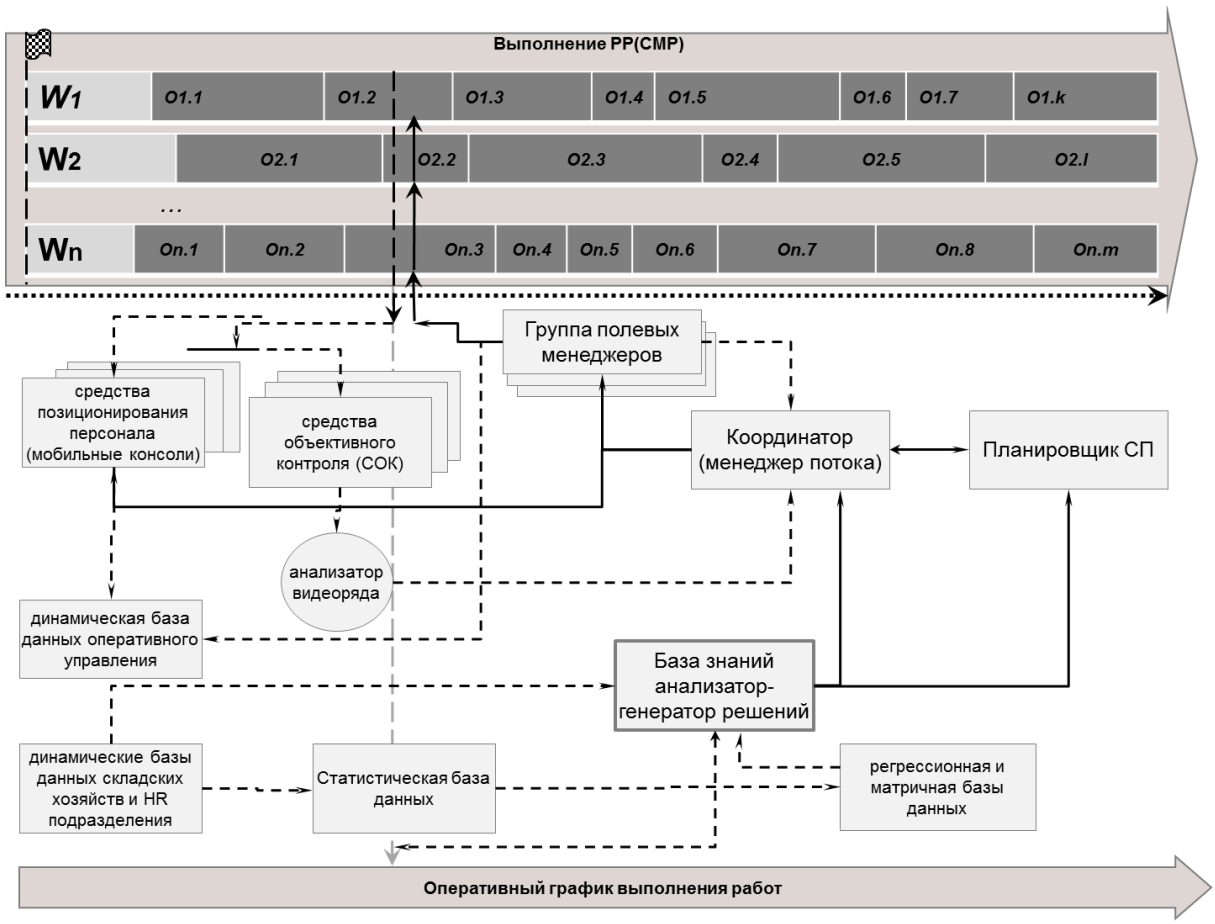


Рис. 4 Схема технической реализации системы оперативного управления РР(СМР)

Одновременно группа полевых менеджеров (менеджеров потока, супервайзеров) осуществляет контроль за выполнением субъектами текущих ремонтных операций, оценивают интенсивность выполнения РР, выявляют места возникновения НЗРВ, устанавливают их причины и принимают меры к их устранению. Первичная информация, полученная в результате обработки видеоряда о возникновении НЗРВ и необходимости проведения корректирующих мероприятий также поступает полевому менеджеру – такая схема позволяет снизить численность полевых менеджеров и расширить их зону обслуживания. Одновременно указанная информация поступает координатору РР, который оценивает обстановку на всём объекте, осуществляет взаимодействие с техническими менеджерами верхнего уровня, перераспределяет полевых менеджеров по объектам и оперативно координирует их действия.

В задачи координатора входит также анализ текущей ситуации, оценка соответствия выполняемых работ, работам установленным графиком, введение данных об отклонении (по контрольным точкам) в аналитический блок экспертной системы и

доведение рекомендуемых системой корректирующих мероприятий до сведения исполнителей работ. Информация, о продолжительности выполнения работ между контрольными точками, введённая координатором в аналитический блок базы знаний экспертной системы, с корректировкой на значение возникших в процессе выполнения работ простоев, отправляется в статистическую базу данных, где после сравнительного анализа с данными, полученными от предыдущих ремонтов и усреднения экспортируется в блок статической базы данных в виде норм длительности выполнения РР представленных в матричной форме или в виде регрессионных зависимостей.

База знаний экспертной системы устанавливает основные зависимости между факторами, оказывающими влияние на ход выполнения работ, их последовательность, взаимосвязи, возможность – невозможность параллельного выполнения работ, численность и состав ремонтных и технологических бригад, грузоподъёмного оборудования и многое другое.

Формирование базы знаний осуществляется специалистом по знаниям на основании данных, полученных в результате интервьюирования специалистов, формирующих оперативный график ремонта оборудования и осуществляющих оперативное управление ремонтом – мастера, механики и энергетики участков, подразделений и т.д.

На рисунке 5 представлена целевая структурная схема взаимодействия субъектов выполнения РР, а также субъектов управления и координации в виде сети, построенная на основе представляемой в статье экспертной системы.

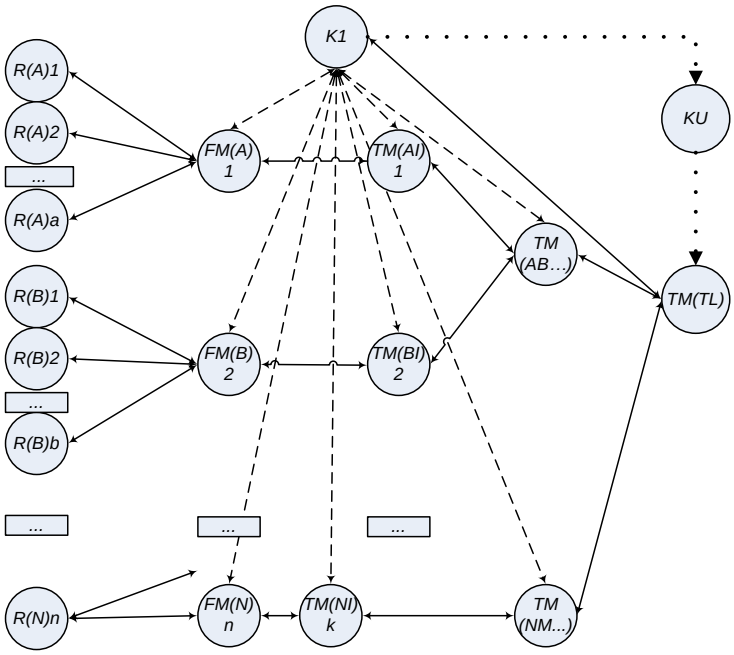


Рис. 5 Целевая схема взаимодействия элементов ЭС

На указанной схеме представлены связи управляющего и координирующего характера на нижнем иерархическом уровне между полевыми менеджерами, субъектами выполнения РР и техническими менеджерами нижнего уровня, а также связи управляющего и координирующего характера в онлайн режиме от координатора к полевым менеджерами и техническим менеджерам верхних уровней.

Таким образом, при общем повышении текущей эффективности управления РР меняется характер информации, поступающей на уровень оперативного совещания – она отображает не только объём НЗРВ и причины их возникновения, но и мероприятия позволившие их устранить, на основании чего и оценивается эффективность деятельности ремонтной и координирующей служб при выполнении РР.

Список литературы

1. Г.В. Сопилкин Н.А. Ченцов В.А. Сидоров Принципы построения экспертной системы обслуживания оборудования. Сб. научных статей «Прогрессивные технологии и системы машиностроения» Вып. 3 Донецк, ДонГТУ, 1996. С115-124

2. Г.В. Сопилкин Оптимизация длительности текущих и капитальных ремонтов. Металлургическая и горнорудная промышленность. 1994 № 12 С. 69-71

3. Сидоров В.А., Седуш В.Я. Изменения в ремонтных структурах металлургических предприятий / Металлургическая и горнорудная промышленность. - 2009. - №6. - С. 76-78.

4. Ремонтная служба: вчера, сегодня, завтра // Компания НЛМК. - 2010. - №3. - С. 8-15.

5. Еременко А.Ю. Интеллектуализация выполнения ремонтных работ. Материалы всероссийской научно практической конференция СТИ НИТУ. Ноябрь 2012г.

УДК 004.93'14

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО КЛАВИАТУРНОМУ ПОЧЕРКУ

Еременко Ю.И., Олюнина Ю.С.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

Старый Оскол, Россия

e-mail: erem49@mail.ru, julijasergeevna@mail.ru

тел.: 8-951-150-09-12

THE USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK APPARATUS FOR IDENTIFICATION BY KEYBOARD HANDWRITING

Eremenko Y.I., Olynina J.S.

Stary Oskol Technological Institute n.a. A.A. Ugarov (branch) NUST "MISIS"

Stary Oskol, Russia

Аннотация: *В статье рассматривается задача биометрической идентификации пользователя с использованием аппарата искусственных нейронных сетей. Авторы рассматривают оптимальную структуру, использование которой позволило бы повысить точность идентификации и снизить значения ошибок первого и второго рода.*

Ключевые слова: клавиатурный почерк, идентификация пользователя, биометрические характеристики, искусственные нейронные сети.

Abstract: *The article provides for the task of biometric user identification using the apparatus of artificial neural networks. Optimization and elimination of errors of the first and second kind.*

Keywords: Keyboard handwriting, biometric characteristics, user identification, neural networks.

Задача, рассматриваемая в статье, была рассмотрена авторами в ряде работ, таких как [1,2,3]. Анализ подходов к ее решению показал, что возможно использование статистических методов, среди которых авторами были рассмотрены регрессионный анализ [2] и метод k-средних[4].

Однако применение указанных методов имеет ряд ограничений, которые значительно влияют на точность идентификации и увеличивают значения ошибок первого

и второго рода. Это связано с рядом факторов, в частности с тем, что рассматриваемая задача идентификации пользователя по клавиатурному почерку является слабоформализуемой и зависит от некоторых факторов, не поддающихся математическому описанию, таких как усталость и психофизическое состояние пользователя, эргономичность клавиатуры и т.д. В связи с этим авторами предложено применение интеллектуальных методов обработки данны[. А именно использование искусственных нейронных сетей. по сравнению с классическими статистическими методами ИНС не использует усредненные значения временных параметров, характеризующих манеру работы пользователя с клавиатурой. Кроме того, по сравнению с другими методами искусственного интеллекта, нейронные сети обладают способностью выявлять скрытые закономерности зависимости в потоке данных, обучаться на множестве примеров, работать сильном зашумлении входных сигналов, обеспечивать более высокое быстродействие за счет распараллеливания процесса обработки данных и т.д [5].

Авторами был проведен ряд экспериментов по выбору оптимальной структуры нейронной сети, результаты которых представлены ы виде графиков, показывающих значения ошибки и точности модели. Статистической выборкой, использованной для проведения экспериментов, послужили образцы почерков 10 человек, каждый из которых предоставил 15 образцов. Данная выборка была разделена на 2 части из соотношения 12:3, где 12 образцов почерка каждого пользователя составили обучающую выборку и 3-тестовую.

На рисунках 1-4. показаны результаты обучения нейронной сети следующей структуры: 17 нейронов составляют вектор входных значений (17 параметров клавиатурного почерка), 10 нейронов - выходной слой (т.к. классифицируются 10 человек).

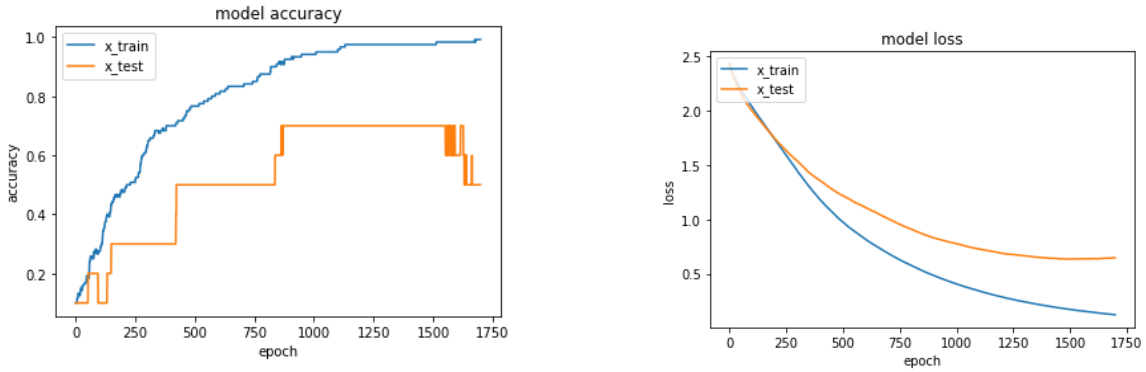


Рис. 1 - Результаты обучения сети, содержащей 30 нейронов

Модель обучения sequential (полносвязная НС, в которой слои идут друг за другом последовательно), функция активации ReLu. Сеть имеет один скрытый полносвязный слой, количество нейронов в котором выбиралось путем проведения экспериментов. Как видно из рисунков, сеть с 30 нейронами в скрытом слое показывает наилучшие значения при обучении на обучающей и тестовой выборке.

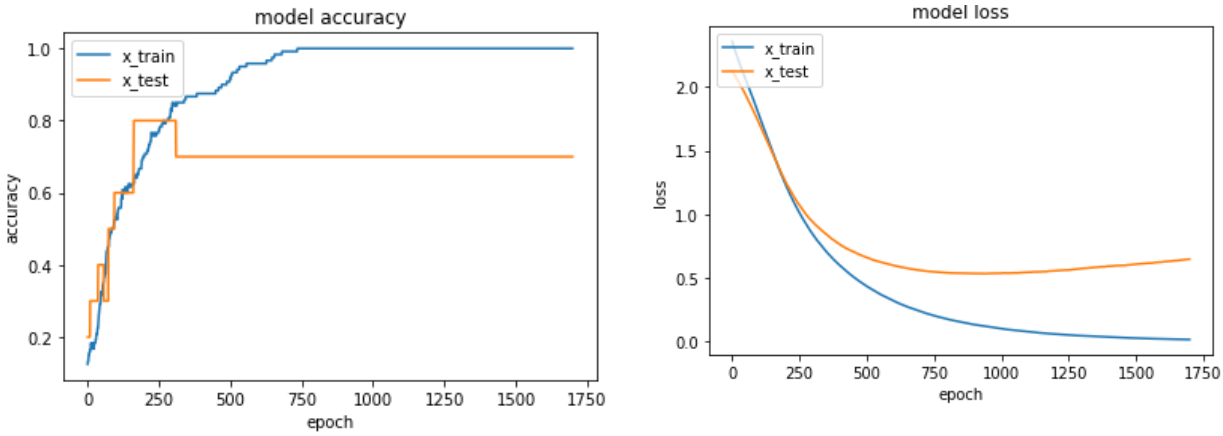


Рис.2 - Результаты обучения сети, содержащей 60 нейронов

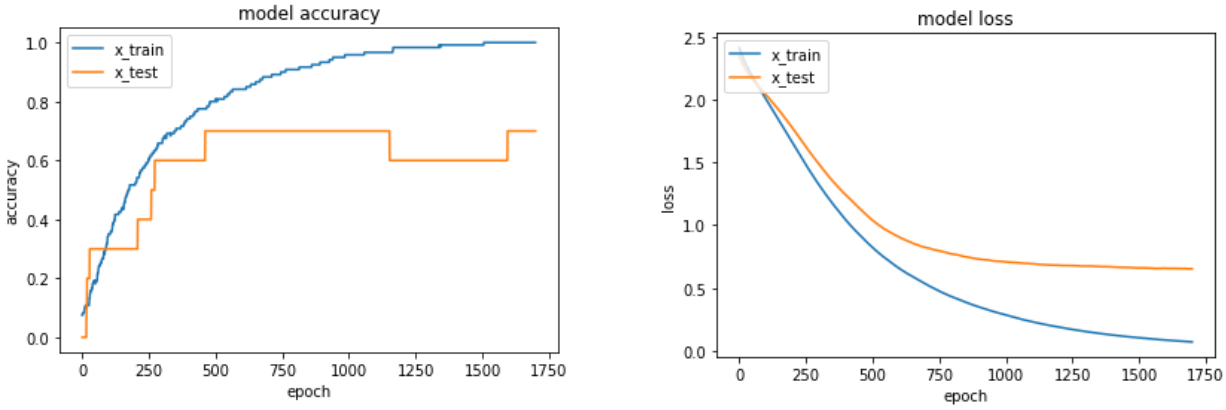


Рис.3 - Результаты обучения сети, содержащей 40 нейронов

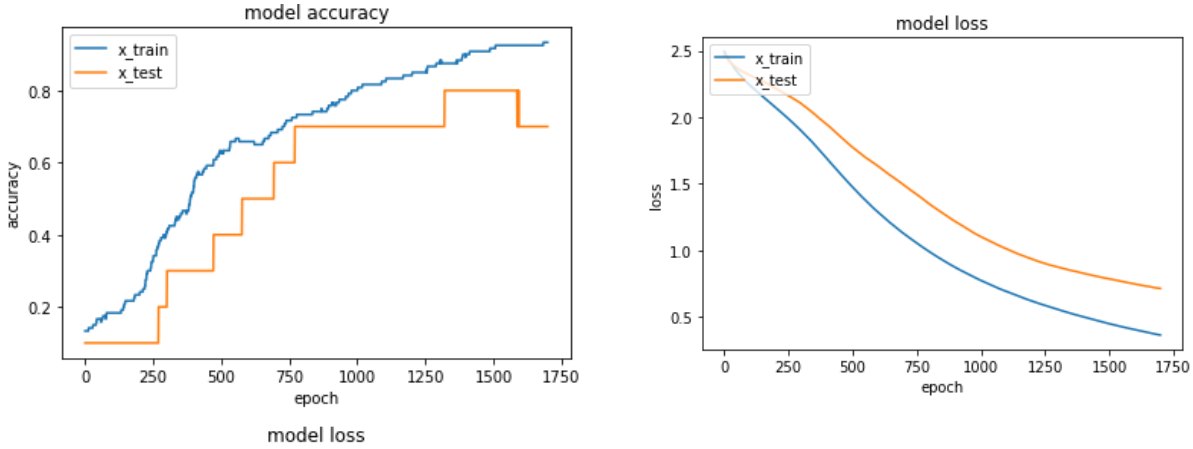


Рис. 4 - Результаты обучения сети, содержащей 20 нейронов

Так же были проведены эксперименты по выбору количества слоев в скрытом слое. Были построены сети с 1,2,3 скрытыми слоями. Результаты обучения таких сетей показаны на рисунках 5-7. Как видно из графиков, сеть с одним скрытым слоем дает наилучшие результаты.

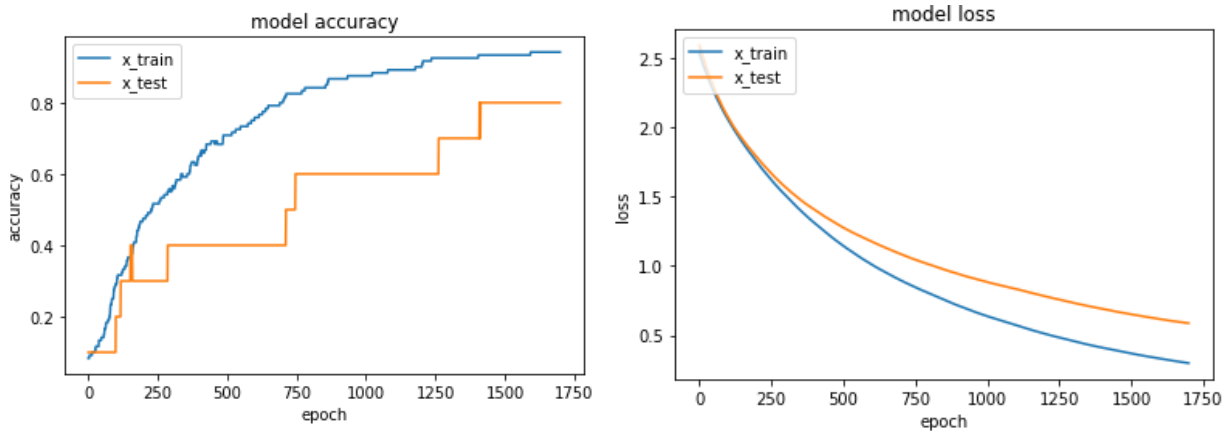


Рис. 5 - Результаты обучения сети, содержащей 1 скрытый слой

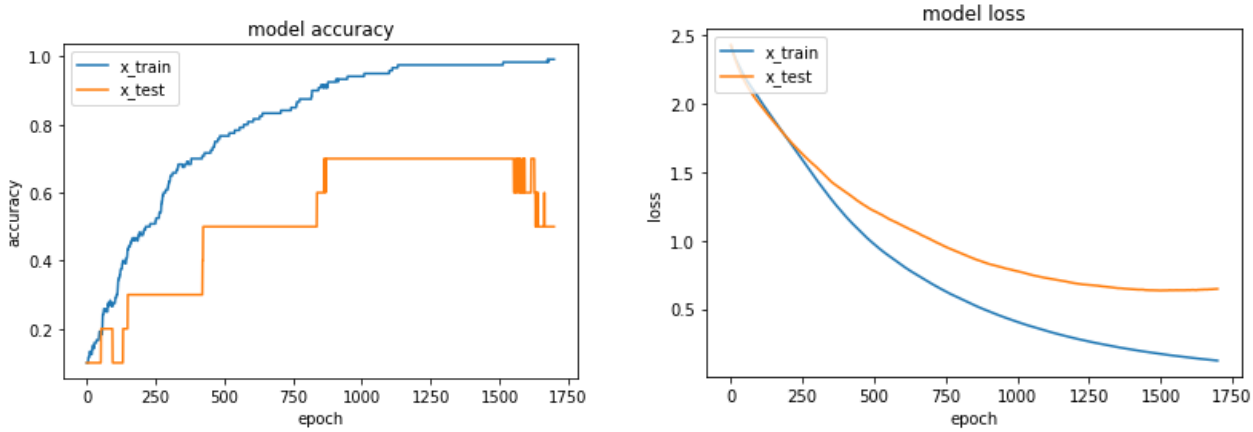


Рис. 6 - Результаты обучения сети, содержащей 2 скрытых слоя

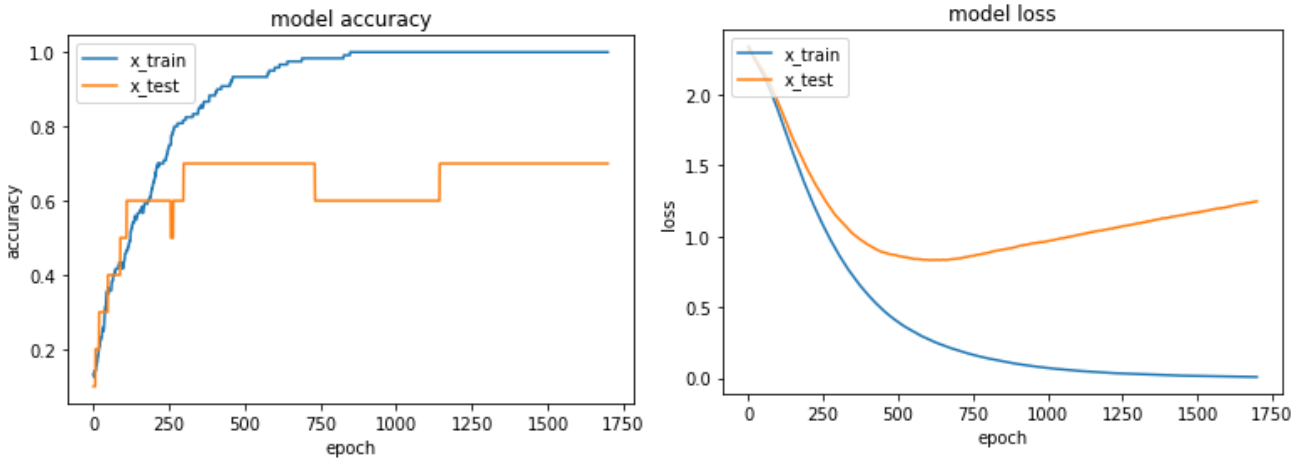


Рис. 7 - Результаты обучения сети, содержащей 3 скрытых слоя

На сновании выбранной структуры была произведено распознавание авторов почерков. Так каждому пользователю был присвоен номер от 0 до 9, и определение конкретного владельца почерка осуществлялось путем вычисления вероятности принадлежности каждого образца конкретному классу. Если сеть посчитает, что автором данного образца является человек с определенным номером с вероятностью более 80%, она выдает номер этого класса (пользователя). Результаты идентификации показаны на рисунке 8.



Рис. 8 - Результаты идентификации

Были оценены значения ошибки первого и второго рода: что ошибка первого рода на обучающей выборке составила 3,3%, ошибка первого рода на тестовой выборке составила 20%, ошибка второго рода - 33%. Поученные результаты позволяют сделать выводы о перспективе использования и усовершенствования данной сети в будущем.

Список литературы

1. J.S.Olynina The use of statistical methods for processing the characteristics of the user's keyboard handwriting. Materials of the International Conference "Scientific research of the SCO countries: synergy and integration" - Reports in English (May 29-30, 2018. Beijing, PRC). – S.236-242
2. Еременко Ю. И., Олюнина Ю.С. Об использовании интеллектуальных и статистических методов обработке данных при анализе клавиатурного почерка. Материалы пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, Том II, 25-26 апреля 2018 г. / редколлегия: Ю.И. Еременко, Е.В. Ильичева, Л.Н. Крахт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, М.С. Демьяненко – Старый Оскол, 2018. – С.192-195
3. Еременко Ю. И., Олюнина Ю.С. Об определении метода обработки потока данных с целью выявления скрытых характеристик клавиатурного почерка // Прикладная математика и вопросы управления. – 2017. – № 3. – с. 69-78

4. Еременко Ю.И., Олюнина Ю.С. Применение метода k-средних для идентификации пользователя по клавиатурному почерку // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2019. Т. 17, № 2. С. 30–38. DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-2-30-38.

5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание: пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. 1104 с.: ил.

УДК 519.876.2

РАЗРАБОТКА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЭКСТРЕМАЛЬНО-НЕЧЁТКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФИЛЬТРАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Ерёменко Ю.И., Халапян С.Ю., Анпилов А.О.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

309516, Россия, Белгородская обл., г. Старый Оскол, мкр. им. Макаренко, 42

erem49@mail.ru, khalapyan@yandex.ru, alexandr7432@rambler.ru, 8-951-763-75-26

DEVELOPMENT OF A MULTIPARAMETRIC EXTREME-FUZZY REGULATOR TO CONTROL IRON ORE CONCENTRATE FILTRATION PROCESS

Eremenko Y.I., Khalapyan S.Y., Anpilov A.O.

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) NUST “MIS&S”

309516, Russia, *Belgorod region, Stary Oskol, district* n.a. *Makarenko, 42*

erem49@mail.ru, khalapyan@yandex.ru, alexandr7432@rambler.ru, 8-951-763-75-26

Аннотация. *Цель данного исследования – повышение производительности процесса фильтрации железорудного концентрата. Проводится построение многопараметрического экстремально-нечёткого регулятора, входящего в состав разработанной системы управления процессом фильтрации.*

Ключевые слова: дисковый вакуум-фильтр; максимизация производительности; фильтрация железорудного концентрата; автоматическая система управления; экстремальное регулирование, нечёткая логика, функция принадлежности, база правил.

Abstract. *The purpose of this study is to increase of the iron ore concentrate filtration process efficiency. The construction of a multiparametric extreme-fuzzy regulator is carrying out. it is part of the developed filtration process control system.*

Keywords: disk vacuum filter; efficiency maximization; iron ore concentrate filtration; automatic control system; extreme control; fuzzy logic, membership function, rule base.

Процесс фильтрации железорудного концентрата с помощью дисковых вакуум-фильтров широко используются на горно-металлургических предприятиях. Он является очень энергозатратным, оказывает непосредственное влияние на производительность передела, качество и себестоимость выходного продукта [1], а также в большинстве

случаев имеет низкую степень автоматизации. В таких условиях исследование, посвящённое повышению производительности вакуум-фильтра при условии стабилизации влажности железорудного концентрата на требуемом технологией уровне, является актуальным.

В работе [2] авторами была предложена система автоматического управления процессом фильтрации железорудного концентрата. В дальнейшем было принято решение дополнить её контуром регулирования разрежения в зоне набора осадка. В результате была получена система управления процессом фильтрации, математическая модель которой представлена на рис. 1. При проведении экспериментов на полученной модели загрязнённость фильтроткани на дисках менялась по линейному закону, а фильтруемость концентрата в пульпе питания фильтра – по гармоническому. В результате удельная производительность дискового вакуум-фильтра снижается и имеет колебательность.

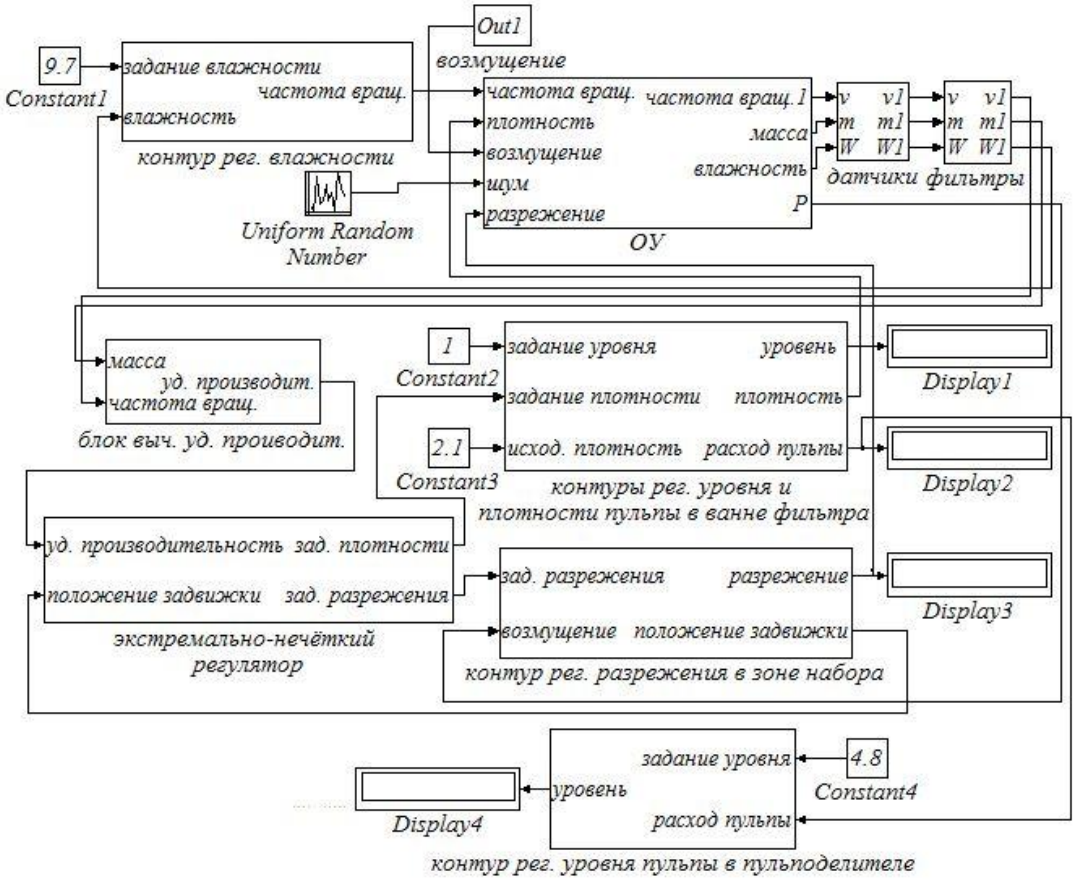


Рис. 1. Математическая модель системы управления процессом фильтрации

С течением времени в пульпе питания фильтра, изменяется крупность частиц концентрата, их форма и плотность [3], влияя на процесс набора и сушки осадка. Также меняются технические характеристики самого вакуум-фильтра. В таких условиях для

повышения производительности целесообразно производить её экстремальное регулирование, определяя оптимальные задания контуров регулирования плотности пульпы в ванне фильтра и разрежения в зоне набора осадка при колебаниях суммарного удельного сопротивлении осадка и фильтроткани, вызванных изменением её загрязнённости и параметров концентрата в пульпе питания фильтра.

Экстремальное регулирование производительности будет производиться с помощью многопараметрического экстремально-нечёткого регулятора, который будет определять направление и величину шага изменения задания для каждого из этих двух контуров регулирования, а также момент переключения между заданиями. В ходе проведённого исследования было установлено, что для функционирования экстремально-нечёткого регулятора необходима информация о следующих параметрах: 1) суммарном удельном сопротивлении осадка и фильтроткани; 2) степени приближения к экстремуму (максимуму) производительности фильтра, которые могут соответственно оцениваться по среднему значению модуля скорости изменения положения задвижки, установленной на трубопроводе разрежения, и по разности текущей удельной производительности и удельной производительности на предыдущем шаге работы экстремального регулятора.

В ходе разработки экстремально-нечёткого регулятора для первого его входа: параметра, характеризующего суммарное удельное сопротивление осадка и фильтроткани были определены следующие термы: ZO - не изменилось; L - немного увеличилась; M - средне увеличилась; H - сильно увеличилась. Также для полученных термов были определены их функции принадлежности (рис. 2).

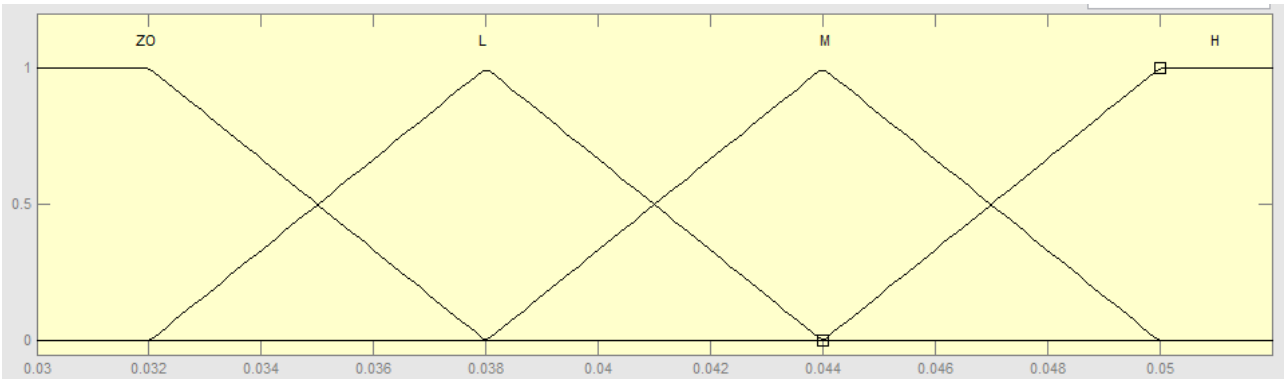


Рис. 2. Функции принадлежности для первого входа регулятора

Для второго входа экстремально-нечёткого регулятора: параметра, характеризующего степень приближения к экстремуму производительности фильтра, были определены следующие термы: NH - сильно отдалился; NL - немного отдалился; ZO - ничего не изменилось; PL - сильно приблизился; PH - немного приблизился. Также для

полученных термов были определены их функции принадлежности (рис. 3).

Для каждого выхода экстремально-нечёткого регулятора (задание плотности пульпы и задание разрежения в зоне набора осадка) были выбраны следующие термы: NH - сильно уменьшить; NL - немного уменьшить; ZO - ничего не менять; PL - немного увеличить; PH - сильно увеличить. Для полученных термов были также определены их функции принадлежности (рис. 4, 5).

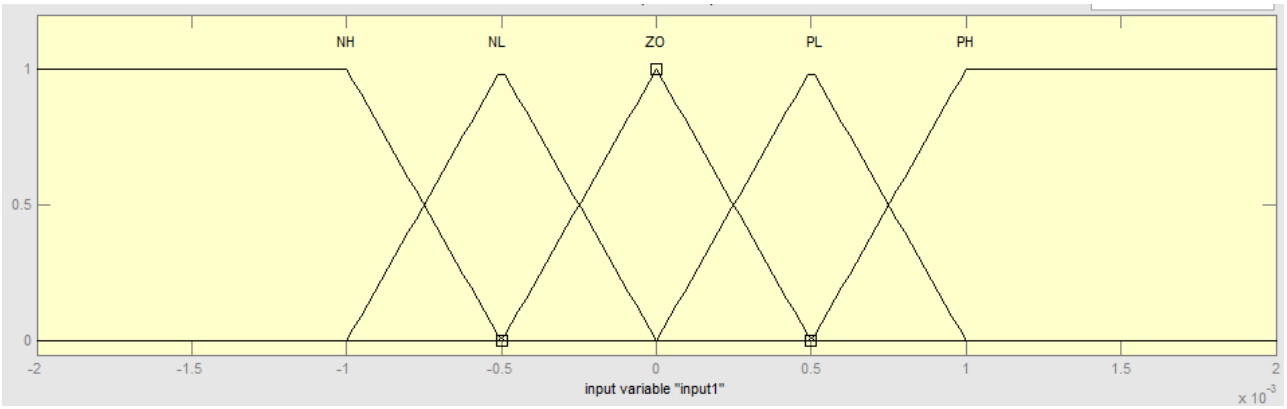


Рис. 3. Функции принадлежности для второго входа регулятора

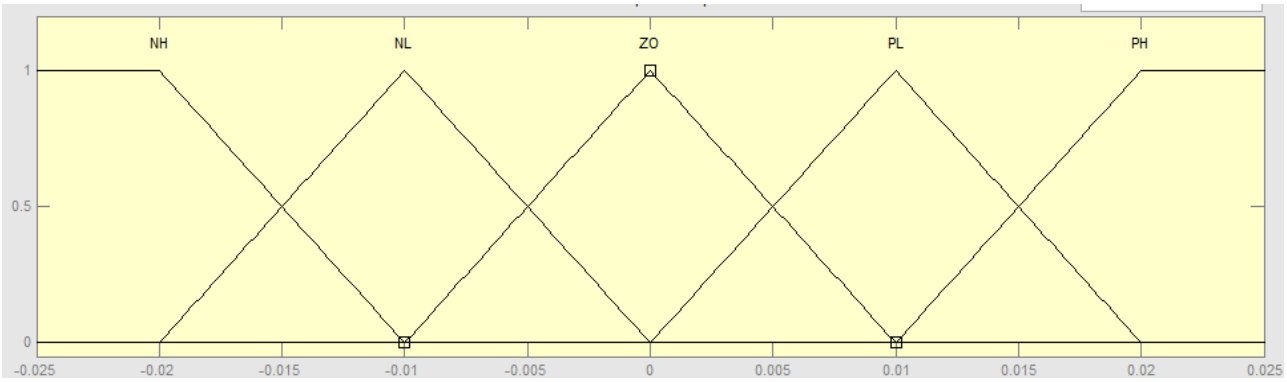


Рис. 4. Функции принадлежности для первого выхода регулятора

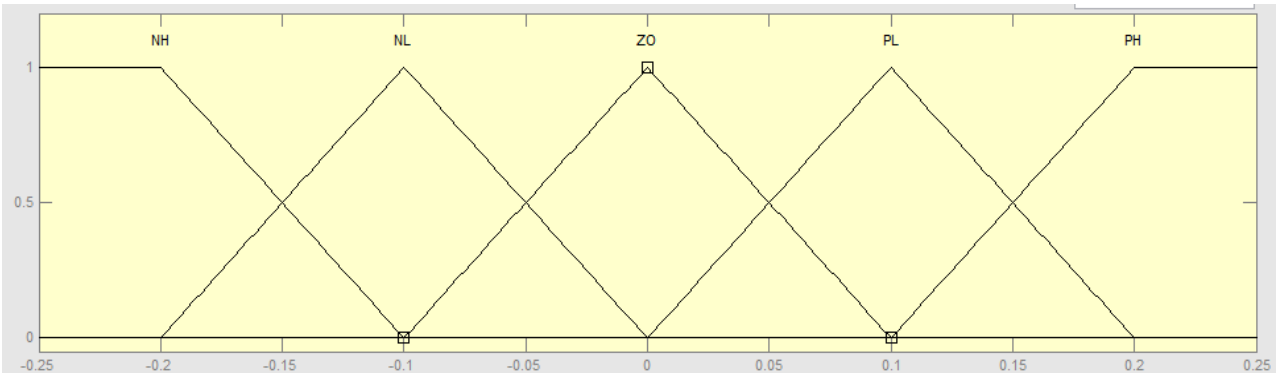


Рис. 5. Функции принадлежности для второго выхода регулятора

Затем в ходе данного исследования была разработана база правил нечёткого логического вывода. Правила, входящие в её состав представлены ниже ($|v|_{ср}$ - параметр, характеризующий суммарное удельное сопротивление осадка и фильтроткани; d_q - параметр, характеризующий степень приближения к экстремуму производительности фильтра; y - один из выходов регулятора).

If $|v|_{ср}$ =ZO and d_q=NH then y=NH
If $|v|_{ср}$ =ZO and d_q =NL then y=NL
if $|v|_{ср}$ =ZO and d_q =ZO then y=ZO
if $|v|_{ср}$ =ZO and d_q =PL then y=PL
if $|v|_{ср}$ = ZO and d_q =PH then y=PH
if $|v|_{ср}$ =M and d_q =NH then y=NH
if $|v|_{ср}$ =M and d_q =NL then y=ZO
if $|v|_{ср}$ =M and d_q =ZO then y=PL
if $|v|_{ср}$ =M and d_q =PL then y=PL
if $|v|_{ср}$ =M and d_q =PH then y=PH

if $|v|_{ср}$ =L and d_q =NH then y=NH
if | $v|_{ср}$ = L and d_q =NL then y=NL
if $|v|_{ср}$ =L and d_q =ZO then y=PL
if $|v|_{ср}$ =L and d_q =PL then y=PL
if $|v|_{ср}$ =L and d_q =PH then y=PH
if $|v|_{ср}$ =H and d_q =NH then y=NH
if $|v|_{ср}$ =H and d_q =NL then y=ZO
if $|v|_{ср}$ =H and d_q =ZO then y=PL
if $|v|_{ср}$ =H and d_q =PL then y=PH
if $|v|_{ср}$ =H and d_q =PH then y=PH

В ходе работы регулятора один из выходов будет изменяться в соответствии с приведенными выше правилами, другой стабилизируется на некотором найденном ранее значении. Моменты переключения между выходами экстремально-нечёткого регулятора будут определяться на основе дополнительного алгоритма.

Разрабатываемый экстремально-нечёткого регулятор предполагается использовать для повышения производительности процесса фильтрации железорудного концентрата.

Список литературы

1. Сафонов Д.Н. Управление процессом разделения технологических пульп медно-никелевого производства в современных фильтр-прессах: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.06. СПб., 2012. 120 с.

2. Еременко Ю.И., Халапян С.Ю., Анпилов А.О. Автоматизация процесса обезвоживания с использованием косвенных измерений на основе нейросетевой модели дискового вакуум-фильтра // Современные сложные системы управления: материалы Двенадцатой международной научно-практической конференции. Липецк. 2017. С. 220-224.

3. Ширяева Е.В. Процессы фильтрования суспензий и обезвоживания осадков на промышленных вакуум-фильтровальных установках непрерывного действия: дис. ... канд. тех. наук : 05.17.08. М., 2011. 130 с.

4. Еременко Ю.И., Халапян С.Ю., Анпилов А.О. К вопросу повышения эффективности управления процессом обезвоживания // XV Всероссийская научно-практическая конференция студентов и аспирантов. Старый Оскол. 2018. Т. II. С. 8 – 10.

УДК 519.2, 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАГОТОВКИ ОТ ИСТОРИИ ЕЁ НАГРЕВА

Жуков П.И., Глущенко А.И.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

strondutt@mail.ru

APPLICATION OF DATA MINING METHODS TO IDENTIFY DEPENDENCE BETWEEN TEMPERATURE OF BILLETS AND HISTORY OF THEIR HEATING.

Glushchenko A.I, Zhukov P.I.

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) NUST "MISIS"

Аннотация. *В статье рассмотрен процесс применения статистических исследований и концепций Data Mining к технологическим данным. Построена модель зависимости температуры заготовки от истории её нагрева с конечной точностью прогноза ~ 10 ^{o}C.*

Ключевые слова: Data Mining**,** разведочный анализ, деревья решений, градиентный бустинг, модели смешенных взаимодействий.

Abstract. *The article discusses the application of statistical analysis and Data Mining concepts to technological data. A model of the dependence of the billets temperature from the history of their heating is developed. Its forecast accuracy is about ~ 10 ^{o}C.*

Keywords: Data Mining, exploration analysis, decision trees, gradient boosting, mixed-effects models.

Введение

Постоянно растущие требования к объемам и качеству выпускаемой продукции приводят к тому, что задачи управления технологическими процессами (ТП) и технологическими объектами (ТО) становятся все более сложными и комплексными. Вместе с ростом требований к управлению ТО растут и требования к АСУ ТП.

Характерной особенностью современных систем управления в сложившейся ситуации является то, что в процессе работы они собирают, архивируют и сохраняют большие объемы полезных данных, которые, как правило, используются только для фиксации нормального технологического режима работы объекта.

Одновременно с этим, в связи с развитием вычислительной техники, стали приобретать популярность методы машинного анализа больших объемов, в том числе и технологических, данных (Data Mining) с целью их формализации и полезного применения (Business Intelligence - BI) [1]. Было принято решение проанализировать эти данные с целью выявления зависимостей, которые были бы полезны в дальнейшем.

В качестве исследуемого объекта предлагается рассмотреть АСУ ТП печей нагрева СПЦ-1 АО ОЭМК. Для данного объекта существует насущная проблема отсутствия формализованной зависимости температуры заготовки на выходе печи от температур внутри печи [2]. Предполагается, что построение подобной модели позволит повысить качество конечного продукта и эффективность конкретного участка технологической цепи [3].

Печи нагрева СПЦ-1 АО ОЭМК представляют собой методические шести-зонные пламенные печи, по технологическому назначению разделенные на три пары зон: 1) зоны №1 и №2 – методические; 2) зоны №3-4 – сварочные; 3) Зоны №5-6 – томильные. В каждой паре зон установлены термоэлектрические преобразователи (термопары) для контроля и регулирования режима нагрева. Выгрузив из АСУ ТП информацию с термопар, можно получить временной ряд температур внутри печи.

В настоящий момент АСУ ТП печей нагрева СПЦ-1 АО ОЭМК не ведет позаготовочное слежение и фиксирует только посад и выдачу заготовки. Однако известно, что транспортировка непрерывно литых заготовок (НЛЗ) через печь осуществляется при помощи шагающего механизма, количество «шагов» которого в каждой из зон строго регламентировано: 1) зоны №1 и №2 – с 1-го по 35-й шаг; 2) зоны №3 и №4 – с 36-го по 58-й шаг; 3) зоны №5-6 – с 59-го по 68-й шаг. Всего заготовка делает 68 шагов с временным интервалом не менее 2-х минут. При условии, что посад новой заготовки сопровождается выгрузкой старой (всего в печи 68 позиций), выгрузив из АСУ ТП такие данные можно получить пространственный набор данных по заготовкам. На основании вышеизложенного было решено разработать концептуальную модель для организации хранилища выгруженных данных с целью их первичной обработки (рис.1).

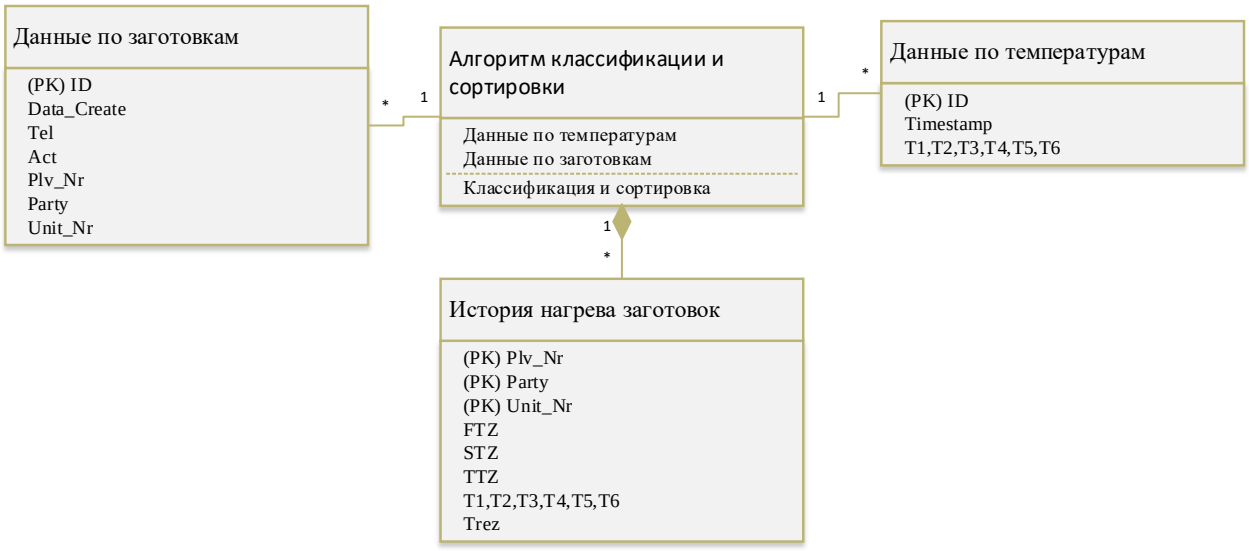


Рис. 1 Концептуальная схема организации хранилища данных

Здесь: 1) ID – первичный ключ в обеих таблицах; 2) Timestamp – временная шкала; 3) T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 и T_6 – температуры в соответствующих зонах; 4) Data_create – временные метки заготовки; 5) Tel – номер телеграммы; 6) Act – телеграмма; 7) Plv_Nr – номер плавки; 8) Party – единица прокатки; 9) Unit_Nr – номер заготовки плавки; 10) FTZ, STZ, TTZ – время заготовки в первой, второй и третьей паре зон; 11) Trez – температура заготовки на стане. Из 17175 записей о посаде и выдачи заготовок в печь была сформирована сводная история нагрева для 8526 заготовок. Предлагается рассмотреть возможность прогнозировать температуру заготовки на стане (Trez), используя историю её нагрева.

Разведочный анализ данных. Построение моделей

Основной целью применение разведочного анализа (РДА) является «углубление» в данные с целью обнаружить аномалии и отклонения, проверить основные гипотезы и найти основные закономерности [4]. Единого алгоритма проведения анализа нет, однако в последнее время набирает популярность протокол статистических исследований (A protocol for data exploration to avoid common statistical problems) [5], в рамках которого определены основные шаги РДА, которым и предлагается следовать.

Результаты оценки выбросов (рис.2) показали, что для всех параметров, том числе и отвечающих за температуры в зонах, характерно большое количество значений выше медианного. Данный факт свидетельствует о необходимости более тщательной настройки моделей и применении средств, повышающих их робастность.

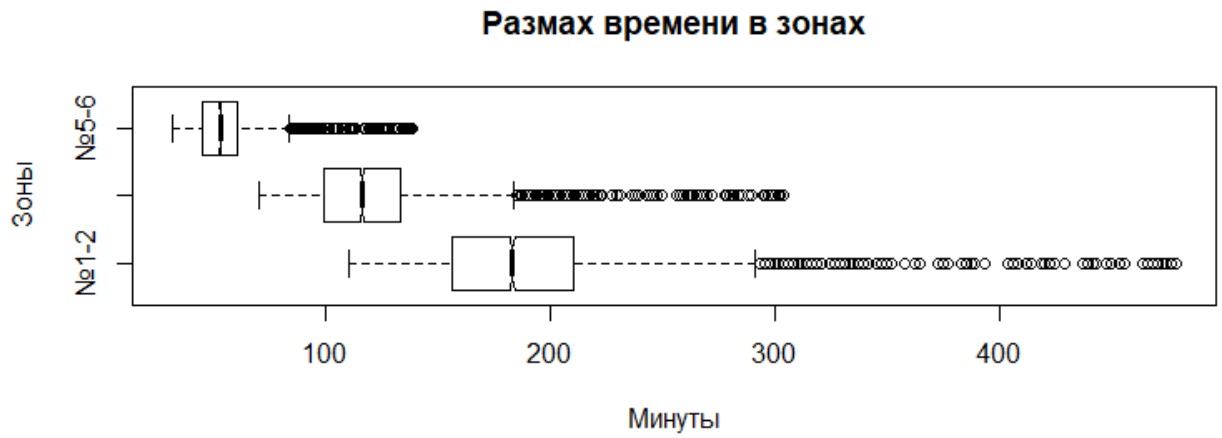


Рис. 2 Оценка выбросов в данных

Проведение формального теста Колмогорова-Смирнова для всей выборки и теста Шапиро-Уилка для равных интервалов показало, что вероятностное распределение исследуемых параметров отлично от нормального.

При поиске коллинеарных переменных необходимо учесть тот факт, что из контекста предметной области известно: 1) зоны регулируются попарно; 2) общее время заготовки в печи является суммарным параметром. Для поиска коллинеарных зависимостей использовался фактор инфляции дисперсии (1), связанный с дисперсией невязок и дисперсией признаков линейной регрессии *j*-й объясняющей переменной на остальные объясняющие переменные через коэффициент детерминации R_j^2

$$VIF_j = 1/(1-R_j^2) \qquad (1)$$

После замены заведомо коллинеарных параметров на их арифметическое среднее, тест VIF не выявил других коллинеарных зависимостей в выборке.

Так как вероятностные распределения параметров выборки отличны от нормальных, применим критерий Спирмана (2) для оценки корреляций, а также оценим уровень значимости с использованием *t*-статистики (3).

$$\rho = 1 - ((6 * \sum d^2) / n * (n^2 - 1)) \qquad (2)$$

где: 1) d – разность каждых значений по рангу; 2) n – размерность выборки. По результатам теста было выяснено: 1) параметры слабо коррелируют с целевой переменной по отдельности; 2) все коэффициенты корреляции являются значимыми.

На основании проведенного РДА с учетом все граничных критериев было решено использовать для построения искомой зависимости модели смешенных взаимодействий

(Mixed-Effects Models) На основе множественных экспериментов с различными взаимодействиями предикторов была получена следующая модель (3).

$$f(y_j) = \beta_{0j} + \sum_{i=1}^{6}\sum_{k=1}^{p}\beta_{ik} * x_{ij}^{k} + \sum_{m=1}^{4}\sum_{k=1}^{p}\beta_{mk} * (x_{1j}^{m} * x_{3j}^{(p+1)-k}) \quad (3)$$

где: 1) p = 4 – степень используемого полинома; 2) m = 4 – коэффициент, позволяющий определить наивысший порядок эффектов для сочетаний выбранных взаимодействий; 3) $x_{1,\,j}$ – это j-е значение параметра *FTZ*, 4) $x_{3,\,j}$ – это *j*-е значение параметра *TTZ*. После апробации модели были оценены следующие показатели: 1) среднеквадратичная ошибка модели – 744; 2) средняя ошибка модели в абсолютных значениях – 23 ^{o}C; 3) средняя ошибка прогноза модели 15 ^{o}C.

Для увеличения точности прогноза было принято решение применить композиционный алгоритм и смоделировать ансамбль из моделей (3) в виде дерева решений, где каждая последующая итерация будет учитывать ошибки предыдущей (Stochastic Gradient Boosting). Чтобы полученная модель была более робастной и менее подверженной к переобучению, применим регуляризатор вида эластичной сети (4).

$$\hat{\beta} = \arg\min\left(\sum_{j=1}^{n}(y_j - f(y_j))^2 + \lambda_1(\beta)^2 + \lambda_2|\beta|\right) \quad (4)$$

где: n – размерность выборки; $\lambda_1 = 0.001$ и $\lambda_2 = 0.5$ – штрафующие коэффициенты; $f(y)$ – регрессионная модель (3); β – параметры этой модели. После применения градиентного дерева решений были повторно оценены показатели качества: 1) среднеквадратичная ошибка – 504; 2) средняя ошибка модели в абсолютных значениях – 18 ^{o}C; 3) средняя ошибка прогноза модели 10 ^{o}C.

Заключение

В процессе разведочного анализа было выявлено, что полученные данные содержат большое количество выбросов, в основном выше своего медианного значения. Предполагается, что данный факт не позволяет считать вероятностное распределения параметров нормальным, ввиду чего невозможно применить более мощные параметрические методы для анализа и построения моделей зависимости. Однако, при этом показатели качества моделей, полученных в результате экспериментов, удовлетворяют допустимым технологической инструкцией температурным интервалам ~20 ^{o}C. Предполагается, что дальнейшее увеличение точности моделей возможно только

при условии уменьшения зашумленности данных, достижимое в результате более точной настройки алгоритмов сортировки и классификации на этапе сбора и предобработки данных.

Список литературы

1. Прокопенко Н.Ю. Применение интеллектуальных информационных систем и методов data mining в промышленности / Н.Ю. Прокопенко, М.С. Прокопенко // Информатика: проблемы, методология, технологии материалы XVIII Международной научно-методической конференции: в 7 т. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2018. – С. 318-323.

2. Сердобинцев Ю.П. Перспективные направления повышения качества функционирования технологического оборудования: монография / Ю. П. Сердобинцев, О. В. Бурлаченко, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ООО «Тонкие наукоемкие технологии», 2010. – 412 с.

3. Андреев С.М. Совершенствование информационного обеспечения энергосберегающих режимов нагрева металла // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2015. – Т. 3. – № 2. – С. 3-10.

4. П. Брюс, Э. Брюс. Разведочный анализ данных // Практическая статистика для специалистов Data Science. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – С. 19-58.

5. Zuur AF, Ieno EN, Elphick CS. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. Methods Ecol Evol 1. – 2010. – P. 3-14.

6. Gałecki A., Burzykowski T. Linear Mixed-Effects Models Using R: A Step-by-Step Approach. – New York: Springer, 2013. – 542 p.

УДК 004.896

О ПРИМЕНЕНИИ СЕТИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ FASTER R-CNN ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КЛЕЙМА ЗАГОТОВОК СПЦ-1 АО «ОЭМК»

Зорин И.С., Полещенко Д.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

e-mail: ivan-12244@yandex.ru, *po-dima@yandex.ru*

ON THE USE OF THE FASTER R-CNN DEEP LEARNING NETWORK FOR IDENTIFICATION OF THE STAMP OF BLANKS SRM-1 JSC «OEMK»

Zorin I.S., Poleshenko D.A.

Stary Oskol technological Institute. A. A. Ugarov (branch) of nust "MISIS»

Аннотация: *В статье проведен анализ эффективности распознавания свёрточной сетью глубокого обучения Faster R-CNN клейма стальной заготовки выбитого клеймовочной машиной. Были выявлены зависимости для качества работы нейронной сети от количества эпох обучения и количества данных участвующих в обучении. Обучение и тестирование нейронной сети проводилось с использованием базы данных созданной на основе реальных изображений клейма взятых с производства.*

Ключевые слова: Нейронная сеть, глубокое обучение, распознавание образов, свёрточная нейронная сеть, глубокое обучение.

Abstract: *The article analyzes the recognition efficiency of the convolutional network of deep training Faster R-CNN brand of steel billets knocked out by a stamping machine. Dependencies were revealed for the quality of neural network performance on the number of training eras and the amount of data involved in training. Training and testing of the neural network was carried out using a database created on the basis of real brand images taken from production.*

Key words: Neural network, deep learning, pattern recognition, convolutional neural network, deep learning.

Сортопрокатный цех АО «ОЭМК» играет важную роль при завершении технологической обработки металла.

В настоящее время на печи нагрева, находящиеся в СПЦ-1, приходят заготовки со склада. На заготовке клеймовочной машинной выбит девятизначный код, содержащий в

себе информацию о ней. Первый пять символов несут в себе информацию о номере плавки, шестой о номере машины литья, в последних трёх цифрах содержится информация о номере заготовки.

Для оператора наиболее информативными являются первые пять символов, так как в них содержится информация о металле и ошибка повлечёт за собой материальный ущерб.

В момент прохода через участок контроля (рисунок 1), оператор считывает код заготовки с монитора, на который посредством аналоговой камеры поступает изображение, и в зависимости от значения кода происходит принятие решения. Существующий уровень автоматизации не способен в должной степени минимизировать возможные риски. Из-за того, что оператор сам считывает код заготовки, возможны негативные ситуации, которые могут повлечь за собой простой и финансовые потери.

Из-за того, что цифры кода заготовки порой трудно читаемы (это вызвано погрешностями клеймовочной машины и окалиной, которая образуется на заготовке) в случаях, когда идёт непрерывная подача заготовок, у оператора есть порядка 5-10 секунд чтобы считать информацию и принять решение по поводу заготовки. Ошибка оператора приведёт к смешиванию марок стали.

Обнаружение ошибки оператора до проката приведёт к вынужденному извлечению заготовки из печи, что приведёт к срыву работы всего цеха из-за простоя.

В случае если ошибка не будет обнаружена на этапе её нахождения в печи, есть риск отправки потребителю продукции с другими свойствами, что повлёчёт за собой финансовые взыскания.



Рис.1. Участок контроля.

В качестве алгоритма идентификации клейма была выбрана архитектура нейронной сети Faster R-CNN. Данная архитектура является одной из самых эффективных

среди прочих архитектур предназначенных распознавания образов и является результатом развития таких архитектур как R-CNN и Fast R-CNN [1].

После улучшений, сделанных в Fast R-CNN, самым узким местом нейросети оказался механизм генерации регионов-кандидатов. В 2015 команда из Microsoft Research смогла сделать этот этап значительно более быстрым. Они предложили вычислять регионы не по изначальному изображению, а опять же по карте признаков, полученных из CNN. Для этого был добавлен модуль под названием Region Proposal Network (RPN). Данная архитектура представлена на рисунке 2.

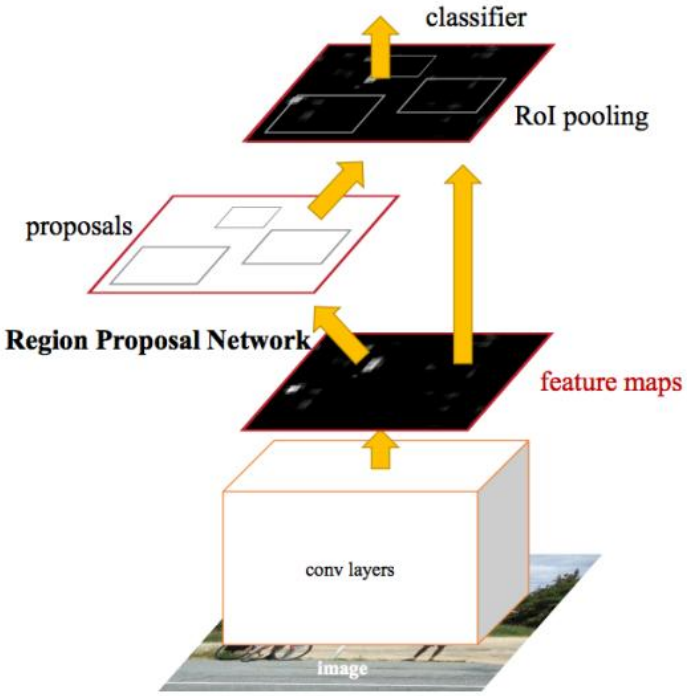


Рис.2. Архитектура Region Proposal Network.

В рамках RPN по извлечённым CNN признакам скользят «мини-нейросетью» с небольшим (3x3) окном. Полученные с её помощью значения передаются в два параллельных полносвязанных слоя: box-regression layer (reg) и box-classification layer (cls). Выходы этих слоёв базируются на так называемых anchor-ах: k рамках для каждого положения скользящего окна, имеющих разные размеры и соотношения сторон [2]. Reg-слой для каждого такого anchor-а выдаёт по 4 координаты, корректирующие положение охватывающей рамки; cls-слой выдаёт по два числа – вероятности того, что рамка содержит хоть какой-то объект, или что не содержит. В документе это иллюстрируется на рисунке 3.

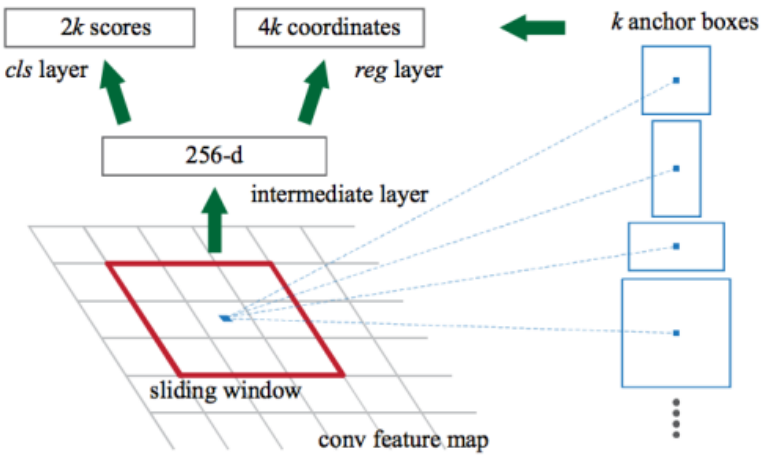


Рис.3. Схема работы Region Proposal Network.

Процесс обучения reg и cls слоёв объединённый; loss-функцию они имеют общую, представляющую собой сумму loss-функций каждого из них, с балансирующим коэффициентом [3,4].

Оба слоя RPN выдают только предложения для регионов-кандидатов. Те из них, которые имеют высокую вероятность содержания какого-либо объекта, передаются дальше в модуль детектирования объектов и уточнения охватывающей рамки, который по-прежнему реализован как Fast R-CNN [5].

Для того, чтобы разделять признаки, получаемые в CNN, между RPN и модулем детектирования, процесс обучения всей сети построен итерационно, с использованием нескольких шагов:

1. Инициализируется и обучается на определение регионов-кандидатов RPN-часть.

2. С использованием предлагаемых RPN регионов заново обучается Fast R-CNN часть.

3. Обученная сеть детектирования используется, чтобы инициализировать веса для RPN. Общие convolution-слои фиксируются и производится донастройка только слоёв, специфичных для RPN.

4. С зафиксированными convolution-слоями окончательно донастраивается Fast R-CNN.

В качестве обучающей и тестовой выборки использовались изображения реальных клейм предоставленных производством. Результат работы нейронной сети представлен на рисунке 4.



Рис.4. результат распознавания

При обучении нейронной сети были использованные разные вариации количества эпох обучения и размера обучающей выборки. Результаты обучения представлены в таблице 1.

В результате тестирования сети на выборке из 1000 контрольных клейм самый лучший результат был достигнут при 600000 эпох с обучающей выборкой 10000 изображений клейм, и он составил 92% правильно распознанных изображений.

Таблица 1

Размер обучающей выборки (количество клейм)	Количество эпох обучения			
	50.000	200.000	400.000	600.000
400	22%	-	-	-
1500	34%	48%	-	-
3000	44%	62%	-	-
5000	-	74%	78%	82%
10000	-	81%	88%	92%

Список литературы

1. Patrice Y. Simard, Dave Steinkraus, John C. Platt, «Best Practices for Convolutional Neural Networks Applied to Visual Document Analysis»(2003).

2. С. Хайкин Нейронные сети: полный курс. 2-е изд., 2006.- 229с.

3. Eder Santana, «Udemy - Deep Learning with Python», *www.udemy.com*

4. Ankit Chadha, Neha Satam, «A Robust Rapid Approach to Image Segmen-tation with Optimal Thresholding and Watershed Transform», 2013.

5. Shilpa Kamdi, R.K.Krishna, «Image Segmentation and Region Growing Al-gorithm», 2012.

УДК 658.7

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РАСКРОЯ

Козырь О.Ф., Кривоносов В.А.
Старооскольский технологический институт им.А.А.Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
kozyr_o@mail.ru, krivonosov_v_a@mail.ru

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMAL CUTTING

Kozyr O.F., Krivonosov V.A.
Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol

Аннотация: *Предлагается вариант математической модели задачи оптимального раскроя листового материала с возможностью поворота прямоугольных заготовок на 90 градусов.*

Ключевые слова: математическая модель, оптимизация, оптимальный раскрой листового материала.

Abstract: *A variant of the mathematical model of the problem of optimal cutting of sheet material with the possibility of rotating rectangular blanks by 90 degrees is proposed.*

Keywords: mathematical model, optimization, optimal cutting of sheet material.

Каждый производитель заинтересован в эффективном расходовании сырья и материалов. Особенно, когда речь идет о недешевых материалах, таких, как стальной лист.

Рассмотрим проблему оптимизации раскроя стального листа на разного вида заготовки, которые должны быть изготовлены в определенном количестве. Последние десятилетия к этой оптимизационной задаче не ослабевает интерес исследователей, и на сегодняшний день предлагается множество ее разновидностей и вариантов решения [1; 2; 3].

Будем рассматривать заготовки, которые близки к форме прямоугольника, поэтому для удобства моделирования вписем заготовки в прямоугольники шириной w и длиной l. Будем считать, что данные размеры учитывают ширину резца металлорежущего оборудования. Тогда задача оптимального раскроя будет заключаться в размещении прямоугольников на стальном листе таким образом, чтобы общая длина используемого материала была наименьшей.

Пусть стальной лист имеет стандартную ширину, которую обозначим через W. Длину листа будем считать бесконечной.

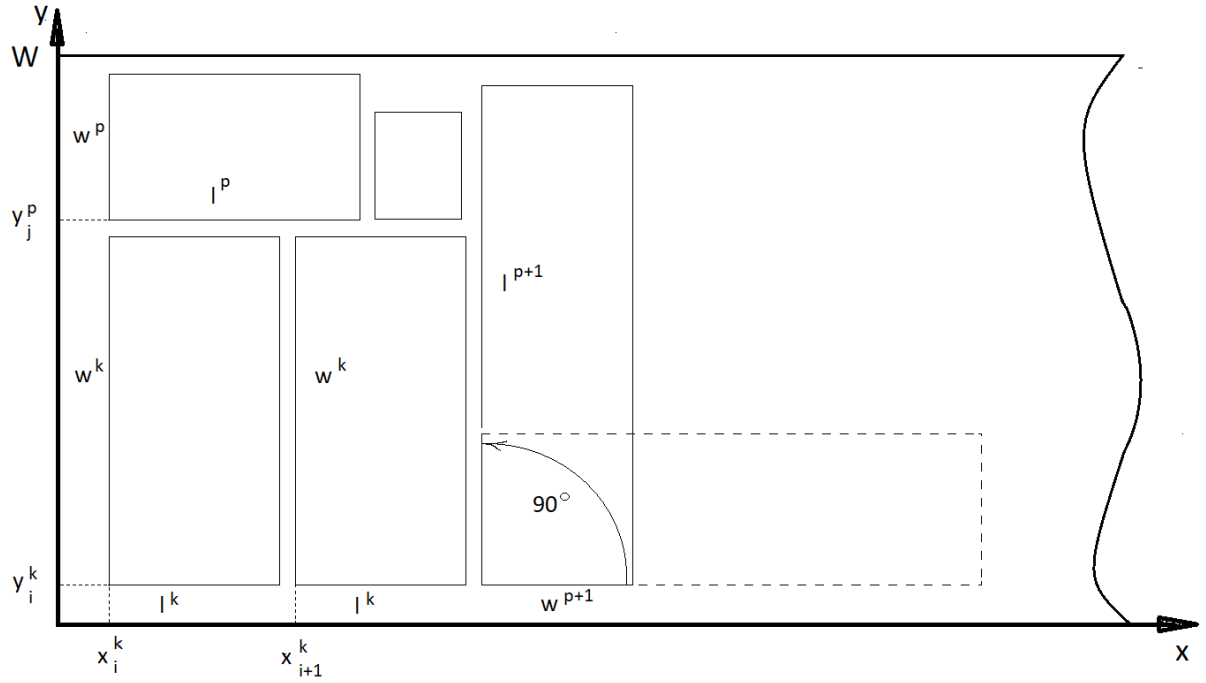


Рис. 1. Графическое изображение параметров математической модели

Введем следующие обозначения:

W – ширина стальной полосы;

k, p – вид заготовки;

K– количество видов заготовок;

i, j – номер заготовки k-го вида;

I^k – заданное количество заготовок k-го вида;

l^k – длина k-го вида заготовки (прямоугольника);

w^k – ширина k-ого вида заготовки (прямоугольника);

$(x_i^k; y_i^k)$ – искомые координаты левого нижнего угла i-ой заготовки k-го вида ;

L – искомая длина отреза;

δ_i^k искомая булева величина, показывающая вертикальное/горизонтальное положение заготовки:

$$\delta_i^k = \begin{cases} 0, \text{если i - ая заготовка k - го вида находится в обычном положении (ггоризонтльном)}, \\ 1, \text{если i - ая заготовка k - го вида повернута на } 90^0 \text{ (ввертикалном положении)} \end{cases}$$

α_{ij}^{kp} - булева величина, показывающая взаимное расположение заготовок по оси *x*:

$$\alpha_{ij}^{kp} = \begin{cases} 0, \text{если i - ая заготовка k - го вида находится правее j - ой заготовки p - го вида,} \\ 1, \text{если i - ая заготовка k - го вида находится ллеве j - ой заготовки p - го вида} \end{cases}$$

β_{ij}^{kp} - булева величина, показывающая взаимное расположение заготовок по оси *y*:

$$\beta_{ij}^{kp} = \begin{cases} 0, \text{если i - ая заготовка k - го вида находится выше j - ой заготовки p - го вида,} \\ 1, \text{если i - ая заготовка k - го вида находится ниже j - ой заготовки p - го вида} \end{cases}$$

Требуется найти такое множество комбинаций $(x_i^k; y_i^k; \delta_i^k)$ $(i = \overline{1; I^k},\ k = \overline{1; K})$ показывающее положение заготовок на стальном листе, чтобы длина общего отреза листа была минимальной, т.е.

$$L = \min \max_{\substack{1 \le i \le I^k \\ 1 \le k \le K}} \left(x_i^k + l^k \left(\frac{w^k}{l^k} \right)^{\delta_i^k} \right) \tag{1}$$

При условиях:

- прямоугольники не должны пересекаться

$$x_j^p + (1 - \alpha_{ij}^{kp}) \cdot l^p \left(\frac{w^p}{l^p} \right)^{\delta_j^p} \le x_i^k + \alpha_{ij}^{kp} \cdot l^k \left(\frac{w^k}{l^k} \right)^{\delta_i^k} \le x_j^p + (1 - \alpha_{ij}^{kp}) \cdot l^p \left(\frac{w^p}{l^p} \right)^{\delta_j^p}$$

$$(i, j = \overline{1; I^k},\ \ k, p = \overline{1; K}) \tag{2}$$

$$y_j^p + (1 - \beta_{ij}^{kp}) \cdot w^p \left(\frac{l^p}{w^p} \right)^{\delta_j^p} \le y_i^k + \beta_{ij}^{kp} \cdot w^k \left(\frac{l^k}{w^k} \right)^{\delta_i^k} \le y_j^p + (1 - \beta_{ij}^{kp}) \cdot w^p \left(\frac{l^p}{w^p} \right)^{\delta_j^p}$$

$$(i, j = \overline{1; I^k},\ \ k, p = \overline{1; K}) \tag{3}$$

$$1 \le \alpha_{ij}^{kp} + \alpha_{ji}^{pk} + \beta_{ij}^{kp} + \beta_{ji}^{pk} \le 2 \tag{4}$$

- прямоугольники не должны пересекать границ листа

$$x_i^k \ge 0 \qquad (i = \overline{1; I^k},\ \ k = \overline{1; K}) \tag{5}$$

$$y_i^k \ge 0 \qquad (i = \overline{1; I^k},\ \ k = \overline{1; K}) \tag{6}$$

$$y_i^k + w^k \left(\frac{l^k}{w^k} \right)^{\delta_i^k} \le W \quad (i = \overline{1; I^k},\ \ k = \overline{1; K}) \tag{7}$$

– целочисленности булевых значений

$$\alpha_{ij}^{kp} \in [0;1],\ \alpha_{ij}^{kp} \in Z \qquad (i, j = \overline{1; I^k},\ k, p = \overline{1; K}) \qquad (8)$$

$$\beta_{ij}^{kp} \in [0;1],\ \beta_{ij}^{kp} \in Z \qquad (i, j = \overline{1; I^k},\ k, p = \overline{1; K}) \qquad (9)$$

$$\delta_i^k \in [0;1],\ \delta_i^k \in Z \qquad (i = \overline{1; I^k},\ k = \overline{1; K}) \qquad (10)$$

где Z - множество целых чисел.

В результате нахождения неизвестных $(x_i^k; y_i^k; \delta_i^k)$ $(i = \overline{1; I^k},\ k = \overline{1; K})$ получаем оптимальную карту раскроя.

Для решения задачи целесообразно использовать различные комбинаторные методы [4], реализованные на основе автономных сценариев [5; 6].

Формализованное описание задачи может быть использовано для оптимального раскроя любого листового материала, в том числе и рулонов ткани.

Список литературы

1. Верхотуров М.А., Мухачева Э.А., Шабрина Л.И. Многообразие задач раскроя и упаковки.// Деп.в ВИНИТИ,-Москва: ВИНИТИ, № 3023-В94- 1994.- 8 с.
2. Марков В.Н., Руденко Е.А., Критерии эффективности методов решения задач раскроя-упаковки плоских материалов // Научные труды КубГТУ – Краснодар: КубГТУ, 2014 г., №6
3. Верхотуров М.А., Петренко С.В. Об одном подходе к нахождению локального экстремума задачи размещения невыпуклых ориентированных многоугольников в полубесконечной полосе// Межвузовский сборник научных трудов - Уфа: УГАТУ - 2005 г. - С. 7-18.
4. Рейнгольд Э., Нивергольд Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы: Теория и практика.- М.: Мир, - 1980 -213с.
5. Козырь О.Ф. Применение автономных сценариев для управления информационными ресурсами горно-металлургических предприятий // В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2014. С. 232-236.
6. Козырь О.Ф. Разработка модели автономного сценария для решения задач управления информационными ресурсами вычислительной системы // Вестник Воронежского государственного технического университета. *2010. Т. 6.* № 4. *С. 28-33*

УДК 681.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ НА ОСНОВЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА И РЕГУЛЯТОРА СОСТОЯНИЯ

Кривоносов В.А., Козырь О.Ф., Криушин Д.В.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», мкр. Макаренко 42, Старый Оскол, Белгородская область, Россия

krivonosov_v_a@mail.ru; kozyr_o@mail.ru; kriushindmitri@yandex.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS FOR A TECHNOLOGICAL OBJECT BASED ON A PID CONTROLLER AND A STATE CONTROLLER

Krivonosov V.A., Kozyr O.F., Kriushin D.V.

Stary Oskol technological Institute A. A. Ugarov (branch) "NUST "MISIS"", district Makarenko 42, Stary Oskol, Belgorod region, Russia

Аннотация. *Проведено сравнение качества управления динамическим объектом второго порядка в системах с ПИД-регулятором и регулятором состояния с наблюдателем в различных режимах. Исследовано влияние погрешности модели, использованной при настройке регуляторов и наблюдателя состояния на качество управления.*

Ключевые слова: регулятор состояния; наблюдатель состояния; ПИД-регулятор; качество управления; погрешность модели.

Abstract. *The quality of control of a second-order dynamic object in systems with a PID controller and a state controller with an observer in different modes is compared. The influence of the model error used in adjusting the controllers and the state observer on the quality of control is investigated.*

Keywords: state controller, state space observer, PID controller; control quality; model error.

Математические модели многих технологических объектов управления описываются апериодическими звеньями второго порядка. В системах автоматического управления (САУ) с такими объектами чаще всего используются ПИД-регуляторы или их частный случай – ПИ-регуляторы, которые могут обеспечить достаточно высокое

качество управления при правильной настройке параметров [1]. Недостатком ПИД-регуляторов является то, что регулятор, настроенный на хорошую отработку задающего воздействия (уставки), может значительно хуже подавлять возмущающие воздействия или быть слишком чувствительным к высокочастотным помехам измерения.

Одним из вариантов систем управления, альтернативных САУ с ПИД-регуляторами, являются системы с наблюдателями и регуляторами состояния [2,3], которые способны обеспечить оптимальное качество управления в различных режимах как при отработке уставки, так и при подавлении низкочастотных возмущений и сглаживании высокочастотных помех. Однако для построения наблюдателей и регуляторов состояния необходима математическая модель объекта, от точности которой существенно зависит качество функционирования САУ.

В данной статье на примере систем управления с объектом второго порядка приведены результаты сравнительного анализа качества управления в различных режимах для САУ с ПИД-регулятором, а также САУ с наблюдателем и регулятором состояния. Кроме того, проведено исследование влияния погрешностей модели объекта на качество управления в альтернативных САУ.

Структурная схема САУ с наблюдателем и регулятором состояния в среде Simulink Matlab приведена на рисунке 1.

Математическая модель объекта управления в пространстве состояний имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= A \cdot X + B \cdot u; \\ y &= C \cdot X, \end{aligned} \qquad (1)$$

где $X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$ - расширенный вектор состояния, координатами которого являются x_1 = y – выход объекта; $x_2 = \frac{dy}{dt}$; x_3 = f – возмущающее воздействие;

$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -\frac{1}{6} & -\frac{5}{6} & \frac{1}{6} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ – собственная матрица объекта. Равенство нулю всех элементов последней строки матрицы А обусловлено тем, что при построении модели возмущение f предполагается постоянным.

$B = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{6} \\ 0 \end{bmatrix}$ – вектор управляющих воздействий; y – выход объекта; $C = [1 \quad 0 \quad 0]$ – вектор состава измерений.

Наблюдатель состояний описывается векторным уравнением

$$\frac{d\hat{X}}{dt} = (A - K \cdot C) \cdot \hat{X} + B \cdot u, \qquad (2)$$

где $\hat{X}$ – вектор оценок наблюдателем координат состояния; $K = \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8{,}17 \\ 20{,}03 \\ 162 \end{bmatrix}$ – матрица коррекции движения наблюдателя, при которой все корни его характеристического уравнения равны -3, что обеспечивает устойчивость и высокое быстродействие процесса наблюдения. В САУ с ПИД-регулятором объект управления, возмущающее воздействие и помеха измерения аналогичны приведенным на рисунке 1. Настройка параметров регуляторов каждой САУ выполнялась в режиме отработки ступенчатого изменения уставки без возмущающего воздействия f. Желаемый переходный процесс – монотонный выход на уставку за минимальное время.

В процессе исследования качество управления в альтернативных САУ оценивалось при различных комбинациях задающего воздействия y^* и возмущения f. Во всех режимах при постоянных значениях y^* и f обе САУ обеспечивали в установившемся режиме выход на заданное значение y^*. Показателями качества переходных процессов при y^*=1 были время регулирования $t_р$ и перерегулирование σ. При y^* = 0 – время регулирования $t_р$ и максимальное отклонение выхода от уставки y_{max}. Проведено исследование влияния отклонения коэффициента усиления модели объекта $К_{мод}$ от истинного значения коэффициента усиления объекта $К_{об}$. Результаты исследования приведены в таблице 1.

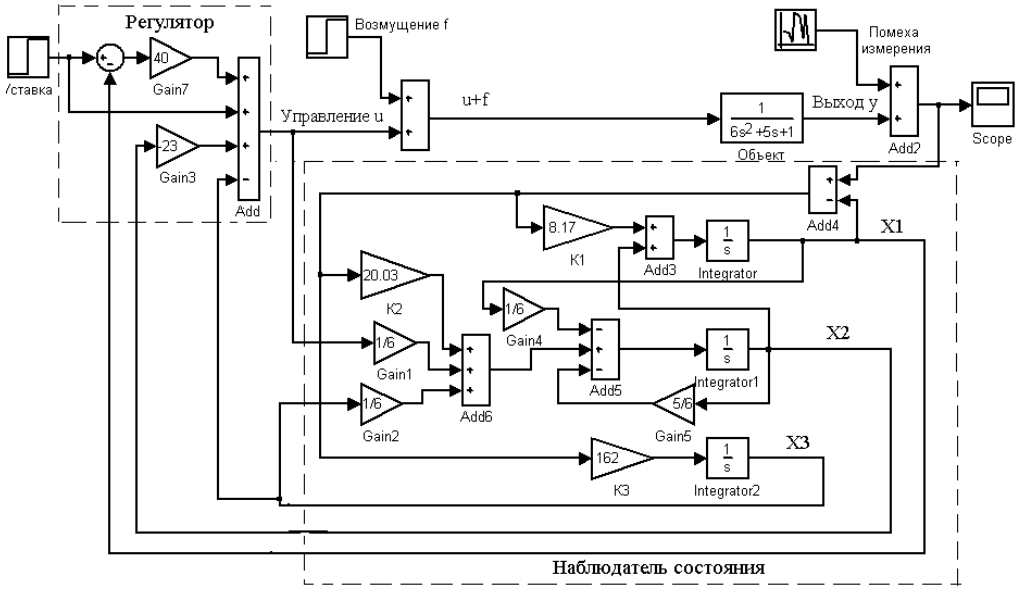


Рис. 1. САУ с наблюдателем и регулятором состояния

Проведено также сравнение качества управления в рассматриваемых САУ при f = sin (t). В этом режиме критерием качества работы САУ была амплитуда колебаний A_y выхода объекта вокруг заданного значения в установившемся режиме, вызванная гармоническим возмущающим воздействием f. Для САУ с ПИД-регулятором A_y = 0,094, для САУ с наблюдателем и регулятором состояния A_y = 0,045.

Таблица 1 – Сравнение качества управления САУ с двумя альтернативными регуляторами в различных режимах.

$K_{об}$ и $K_{мод}$	Тип регулятора	y^*=1; f=0	y^*=1; f=1	y^*=1; f=-1	y^*=0; f=1
$K_{об} = K_{мод}$=1	ПИД	t_p = 2,2 с; σ = 0	t_p =12 с; σ = 9 %	t_p =12 с; σ = 0	t_p =12 с; y_{max} =0,085
	Регулятор состояния	t_p = 2,0 с; σ = 0	t_p = 1,7 с; σ = 0	t_p = 2,5 с; σ = 0	t_p =2,5 с; y_{max} =0,032
$K_{об}$ = 1,2 $K_{мод}$=1	ПИД	t_p = 1,5 с; σ = 0	t_p =11,5 с; σ = 8,5 %	t_p =11 с; σ = 0	t_p =12 с; y_{max} =0,085
	Регулятор состояния	t_p = 2,5 с; σ = 0	t_p = 2,3 с; σ = 0	t_p = 2,75 с; σ = 0	t_p =2,75 с; y_{max} =0,033
$K_{об}$ = 0,8 $K_{мод}$=1	ПИД	t_p = 2,8 с; σ = 0	t_p =12 с; σ = 8,5 %	t_p =11 с; σ = 0	t_p =12 с; y_{max} =0,085
	Регулятор состояния	t_p = 3,2 с; σ = 4 %	t_p = 3,2 с; σ = 5 %	t_p = 3,2 с; σ = 2 %	t_p =2,7 с; y_{max} =0,032

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

– в режиме, в котором проводилась настройка параметров регуляторов (y^*=1; f=0), обе САУ показали практически одинаковое качество управления;

– появление возмущающего воздействия f существенно ухудшает качество управления в САУ с ПИД-регулятором и мало влияет на качество работы САУ с регулятором состояния;

– погрешности модели в оценке коэффициента усиления объекта сильнее сказываются на ухудшении качества работы САУ с регулятором состояния;

– наблюдатель состояния, рассчитанный на оценку постоянного возмущения, хорошо справляется и с оценкой и подавлением низкочастотных гармонических колебаний f.

Список литературы

1. Ротач В.Я. Уточнение концепции синтеза систем автоматического управления // Автоматизация в промышленности – 2009. – № 3. – С.3-10
2. Кривоносов В.А., Тараненко М.Е. Управление процессом измельчения руды на основе регулятора состояния с наблюдателем Луенбергера // Вестник Воронежского государственного технического университета – 2008. – Т.4. № 8. – С.132-135
3. Кривоносов В.А., Криушин Д.В., Остряков Д.С. Система автоматического управления на основе наблюдателя и регулятора состояния // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции. – Старый Оскол, 2015. – С.196.

УДК 681.51 + 66.011

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА НА ОСНОВЕ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ И РЕГУЛЯТОРОВ СОСТОЯНИЯ

Кривоносов В.А., Криушин Д.В.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», мкр. Макаренко 42, Старый Оскол, Белгородская область, Россия

krivonosov_v_a@mail.ru; kriushindmitri@yandex.ru

IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF MONITORING AND CONTROL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF AMMOPHOS BASED ON OBSERVERS AND STATE REGULATORS

Krivonosov V.A., Kriushin D.V.

Stary Oskol technological Institute A. A. Ugarov (branch) "NUST "MISIS"", district Makarenko 42, Stary Oskol, Belgorod region, Russia

Аннотация. *В данной статье рассмотрен технологический процесс производства аммофоса, включающий в себя три стадии: приготовление аммофосной пульпы, грануляции и абсорбции. Рассмотрены основные технологические параметры, а также их взаимное влияние на каждый этап производства гранулированных минеральных удобрений.*

Ключевые слова: автоматизация; аммофос; наблюдатель состояния; система управления; качество управления; контроль технологических параметров.

Abstract. *The article describes the technological process of production of ammophos. It consists of three stages: production of ammophose pulp, granulation and absorption. The main technological parameters and their mutual influence on each stage of production of fertilizers are considered.*

Keywords: automation; ammophos; observer of state space; control system; control quality; control of technological parameters.

Аммофос – концентрированное азотно-фосфорное *растворимое* удобрение, основной компонент моноаммонийфосфат – сокращенно МАФ. Технологический процесс

производства аммофоса можно разделить на три этапа: первый этап – приготовление аммофосной пульпы, второй – процесс грануляции и третий – абсорбция (рис. 1).

Получение аммофосной пульпы осуществляется путем нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) аммиаком в скоростном аммонизаторе испарителе (САИ) и трубчатых смесителях (ТС). В системе абсорбции парогазовые и газопылевые потоки, образующиеся в САИ, в трубчатом смесителе (ТС), в барабанном грануляторе-сушилке (БГС), над грохотами узла классификации аммофоса и дробилками крупной фракции, взаимодействуют с фосфорной кислотой.

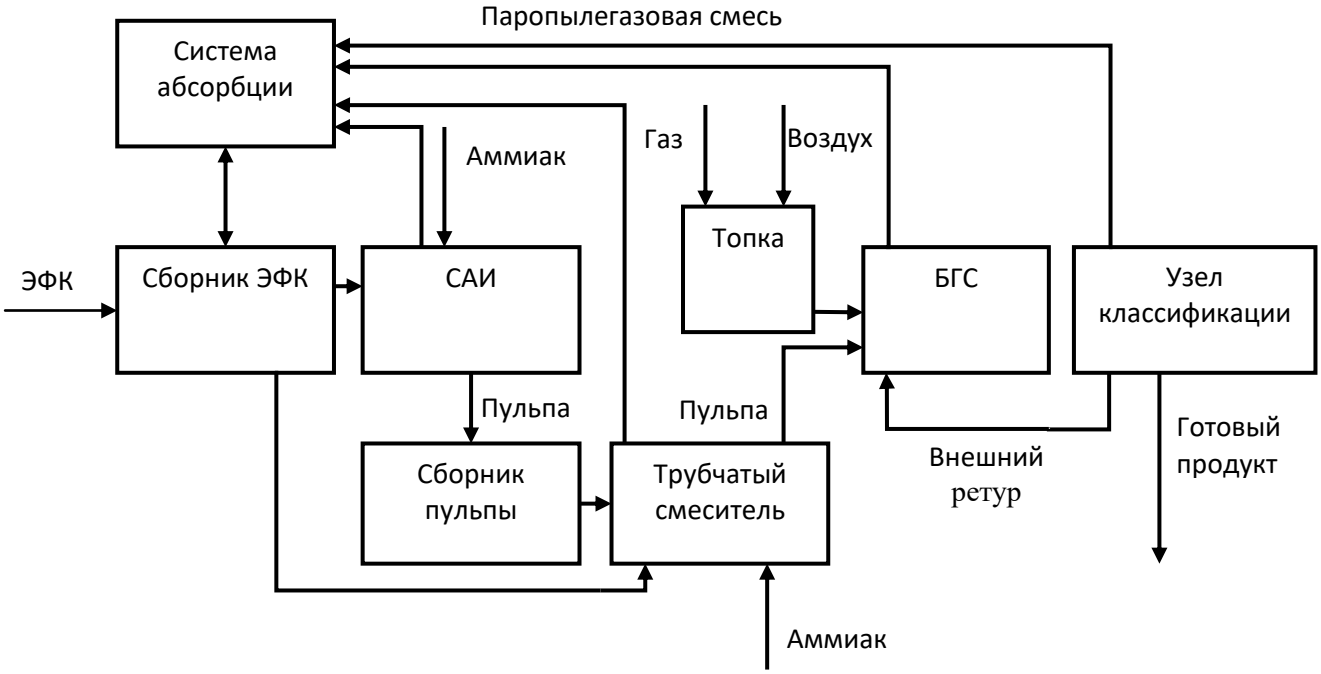


Рис. 1. Структурная схема производства аммофоса

Состав абсорбционного раствора обновляется за счет подачи дополнительной фосфорной кислоты и откачки части циркулирующего потока в сборник ЭФК, откуда кислота поступает в САИ и в трубчатый смеситель [1].

Основные реакции нейтрализации протекают с большим выделением тепла, поэтому пульпа разогревается до температуры 110 ºС с повышением концентрации P_2O_5 в результате испарения части воды, введенной с кислотой.

В процессе производства аммофосной пульпы контроль основных технологических параметров, таких как плотность пульпы, концентрация P_2O_5 и мольное соотношение, осуществляется периодически, один раз в четыре часа, в результате лабораторного анализа отобранных проб из технологических сборников. Расходы основных материальных потоков, а именно ЭФК, аммиака и пульпы непрерывно измеряются

расходомерами. Для данного технологического участка важно обеспечить регламентное значение мольного отношения NH_3:P_2O_5. что обусловлено следующими факторами:

1. Мольное отношение определяет состав аммофоса, который должен удовлетворять требованиями ГОСТов, ТУ, контрактов.

2. Нарушение оптимального значения мольного отношения может приводить к увеличению удельных затрат дорогостоящего сырья на производство аммофоса.

3. Мольное отношение в пульпе оказывает существенное влияние на процесс грануляции в БГС, вызывает изменение гранулометрического состава аммофоса.

Кроме того, на процесс нейтрализации оказывает влияние возмущающее воздействие, которое нарушает нормальное функционирование объекта управления. Возмущение обусловлено подачей в сборник ЭФК избытков абсорбционного раствора, который вызывает изменение мольного соотношения в пульпе. Также необходимо отметить, что процесс приготовления пульпы и процесс грануляции взаимосвязаны. Изменение мольного отношения в пульпе, приводит к изменению вязкости пульпы, что нарушает режим работы БГС.

Таким образом, для улучшения качества управления процессом подготовки пульпы нужно как можно точнее знать все входные и выходные параметры объектов. Увеличение частоты отбора проб и анализа этих проб в лаборатории, для повышения качества аналитического контроля, не представляется возможным. Связано это с тем, что отбор проб необходимо выполнять не только для данного участка производства, но и для других технологических этапов.

Процесс гранулообразования минеральных удобрений состоит из двух основных стадий: пульпообразования, грануляции и сушки. Сущность процесса гранулирования заключается в том, что при вращении БГС в зоне загрузки создается завеса из ретура, на которую напыляется пульпа. Ретур – поток циркулирующих гранул, возвращаемых на вход агрегата с его середины (внутренний ретур) и с выхода (внешний ретур). Внешний ретур включает в себя:

– гранулы аммофоса, диаметр которых меньше регламентного значения;

– гранулы аммофоса регламентного и большего диаметров, измельченные в дробилках.

При этом мелкие частицы ретура укрупняются и при вращении барабана окатываются и подсушиваются [2].

Процесс гранулирования является одним из ключевых в производстве минеральных удобрений. В работе рассматривается БГС в технологическом процессе производства аммофоса. БГС представляет собой цилиндрический барабан диаметром 4,5 м и длиной 35 м, наклоненный под углом 3^{o} к горизонтали в сторону выгрузки. В головную часть гранулятора подается аммофосная пульпа, а также ретур.

В процессе управления гранулятором необходимо обеспечить регламентный гранулометрический состав на выходе при ограничениях на производительность установки и влажность готовой продукции. Основными факторами, оказывающими существенное влияние на режим грануляции, являются:

– мольное отношение пульпы, от чего зависит вязкость и характер распыления пульпы;

– температура теплоносителя;

– гранулометрический состав и расход внешнего ретура [3].

Несоблюдение оптимального режима работы БГС приводит к отклонениям влажности готового продукта от нормы, а также колебаниям гранулометрического состава. Это, в свою очередь, приводит к необходимости дробления большого числа гранул. Увеличение степени дробления влияет на режим работы системы абсорбции, меняет состав абсорбционных стоков, что в конечном итоге приводит к увеличению мольного соотношения в сборнике ЭФК.

Таким образом, в условиях взаимного влияния технологических участков важно своевременно распознать отклонение параметров от оптимальных значений, для компенсации отклонений за счет изменения управляющих воздействий. Однако, контроль основных технологических параметров осуществляется редко, один раз в четыре часа, в результате лабораторного анализа проб, отобранных из технологических сборников. В данном случае, необходимо осуществлять альтернативный способ контроля.

Одним из возможных путей повышения эффективности контроля параметров процесса производства аммофосной пульпы является применение в системах управления непрерывно-дискретных наблюдателей состояния, которые на основании математической модели способны давать непрерывную оценку состояния технологических агрегатов, а также производить их корректировку в дискретные моменты времени [4].

Отбор проб для проведения лабораторного анализа производится с достаточно большим периодом. В связи с этим, для управления процессом приготовления аммофосной пульпы необходимо разработать математическую модель, которая описывает

формирование значения мольного отношения. На основе математической модели, построить наблюдатель, который формирует непрерывную оценку состояния САИ и ТС, а также возмущающих воздействий. Для корректировки координат состояния используются данные расходомеров материальных потоков и данные лабораторного анализа.

Благодаря оценкам возмущающего воздействия и мольного отношения, можно повысить качество продукции и эффективность использования сырья, а также обеспечить стабильность последующих технологических этапов.

Для повышения качества управления процессом гранулообразования, предотвращения нежелательных колебаний выходных характеристик продукта разработана математическая модель аппарата БГС [5]. Модель включает нелинейное статическое звено (НСЗ), которое описывает формирование установившегося значения эквивалентного диаметра гранул на выходе БГС после завершения переходных процессов при постоянных значениях всех входных сигналов объекта, а также динамические звенья, моделирующие процесс перемещения гранул по пространству барабана БГС. На основе полученной математической модели необходимо разработать систему управления процессом гранулирования. Управляющими воздействиями являются:

– изменение подачи готового продукта на дробилки;

– изменение температуры теплоносителя в топке БГС;

– изменение мольного соотношения в пульпе.

Полученная модель позволит спрогнозировать изменение гранулометрического состава и влажности аммофоса на выходе из барабана, расхода и состава внешнего ретура.

Таким образом, проведен анализ технологического процесса производства аммофоса. Выделены основные факторы, влияющие на каждый производственный участок технологического процесса. Для повышения эффективности контроля и управления технологическим процессом предложено использование непрерывно-дискретных наблюдателей и регуляторов состояния в системе управления.

Список литературы

1. Кочетков В. Н., Гранулирование минеральных удобрений. – М., «Химия», 1975. – С.117.

2. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – М., Химия, 1982. – С.210.

3. Дудка С.В., Тошинский В.И. Исследование процесса грануляции и сушки в технологии удобрений марки «Суперагро N:P 10:40» // Восточно-Европейский журнал передовых технологий (ISSN 1729-3774) – 2012. – Том 4, №6(58). – С. 7 – 10.

4. Кривоносов В.А., Бабенков В.А., Непрерывно-дискретный наблюдатель состояния химико-технологического процесса // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии – 2014. – № 1 (303). – С. 128-135.

5. Криушин Д.В., Математическая модель процесса грануляции аммофоса для системы стабилизации гранулометрического состава // Материалы Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, 24-25 апреля 2019 г. / редколлегия: Ю.И. Еременко, Е.В. Ильичева, Л.Н. Крахт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, С.Н. Востокова – Старый Оскол, 2019. – С.332-334.

УДК 681.5

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ НА КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ БАЛАНСИРУЮЩИМ РОБОТОМ

Ласточкин К.А., Еременко Ю.И., Петров В.А., Глущенко А.И.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО НИТУ «МИСиС», Старый Оскол

EVALUATION OF NON-LINEARITIES INFLUENCE ON BALANCING ROBOT CONTROL QUALITY

Lastochkin K.A., Eremenko Y.I., Petrov V.A., Glushchenko A.I.

Stary Oskol technological institute n.a. A.A.Ugarov (branch) NUST "MISIS", Stary Oskol

Аннотация. *Разработка автоматических систем управления обычно проводится по линеаризованным дифференциальным уравнениям, которые адекватно описывают реальный нелинейный объект управления только в малой окрестности точки линеаризации. Отсутствие учета влияния нелинейностей при практическом применении полученных систем управления часто приводит к невозможности эффективного управления в режимах работы и состояниях реального объекта, в которых наиболее существенное влияние на динамику оказывают нелинейности. В этой связи в данной работе проводится оценка влияния нелинейностей на качество управления балансирующим роботом, выделены классы вхождения нелинейностей в математическое описание робота и выбраны подходы к формированию закона управления, способного учитывать и компенсировать влияние нелинейностей.*

Ключевые слова: балансирующий робот, нелинейные объекты, моделирование, управление.

Abstract. *Automatic control systems are usually developed using linearized differential equations, which adequately describe a real nonlinear control object only in a small neighborhood of a linearization point. Considering practical application of the obtained control systems, unconsidered nonlinearities contribution often leads to impossibility of the plant effective control in such functioning modes and states, which are mostly influenced by such nonlinearities. In this regard, this paper scope is to evaluate the influence of the nonlinearities on the control quality of the balancing robot. Nonlinearities in the mathematical description of*

the robot are classified. Methods to calculate the control law, which is able to take into account and compensate the influence of the nonlinearities, are chosen.
Keywords: balancing robot, nonlinear plants, modeling, control.

В качестве объекта управления в работе рассматривается двухколесный робот на платформе LEGO EV3, его общий вид и кинематическая схема представлены на Рис.1.

Математическое описание балансирующего робота (1) было выведено с использованием второго метода Эйлера-Лагранжа в работах [1, 2], однако в этих работах рассматривалась упрощенная модель робота, полученная из исходной путем её линеаризации в точке неустойчивого равновесия.

$$\begin{cases} \left[2J_к + \left(2m_к + M_p\right)R^2\right]\ddot{\theta} + \left[M_p LR\cos\left(\psi\right)\right]\ddot{\psi} - M_p LR\dot{\psi}^2 \sin\left(\psi\right) = M; \\ \left[M_p LR\cos\left(\psi\right)\right]\ddot{\theta} + \left[J_p + M_p L^2\right]\ddot{\psi} - M_p gL\sin\left(\psi\right) = -M. \end{cases} \quad (1)$$

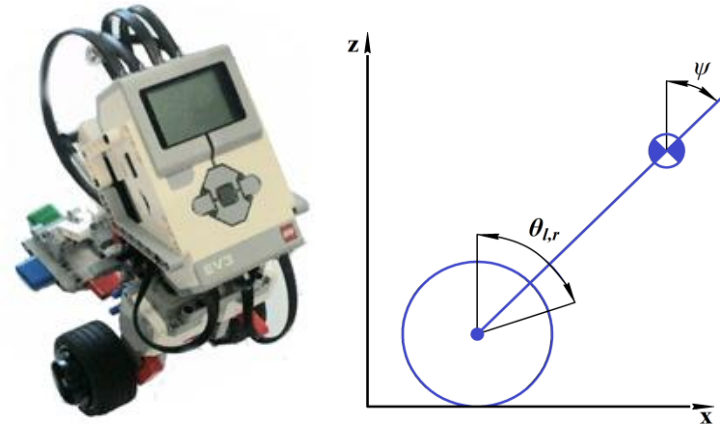


Рис.1. Общий вид и кинематическая схема балансирующего робота

Здесь $J_к$ – момент инерции колеса, $m_к$ – масса колеса, M_p – масса робота, R – радиус колеса, L – расстояние от центра масс до оси колеса, J_p – момент инерции тела робота, g – ускорение свободного падения. Координатами состояния, которыми описывается балансирующий робот, являются θ (theta) – средний угол поворота колёс ($\theta = 0.5(\theta_l+\theta_r)$), θ' (theta dot) – скорость поворота колёс, ψ (psi) – угол отклонения тела робота от нормали, ψ' (psi dot) – скорость отклонения тела робота от нормали. Стабилизация балансирующего робота производится с помощью результирующего динамического момента M, вырабатываемого, в данном случае, с помощью двух двигателей постоянного тока.

Запишем дифференциальное уравнение баланса напряжений (2) для обмотки якоря для одного из двигателей постоянного тока.

$$L_я \frac{di_l}{dt} = u_l + c_1\left(\dot{\psi} - \dot{\theta}\right) - R_я i_l \qquad (2)$$

Здесь, $L_я$ – индуктивность обмотки якоря, u_l – напряжение питания якорной цепи, c_1 – постоянная противо-ЭДС, $R_я$ – сопротивление якорной цепи. Принимая $L_я \approx 0$ Гн, выразим из уравнения (2) ток якорной цепи и подставим его в формулу (3) для вычисления результирующего момента. Для второго двигателя постоянного тока вычисления аналогичны.

$$M = M_l + M_r = \frac{c_2}{R_я}\left(u_l + u_r\right) + 2\frac{c_2 c_1}{R_я}\left(\dot{\psi} - \dot{\theta}\right) \qquad (3)$$

Здесь, c_2 – постоянная момента двигателя постоянного тока. Таким образом, задача управления балансирующим роботом заключается в стабилизации неустойчивой динамики по координатам ψ и ψ' при одновременной организации слежения за заданиями по координатам θ, θ'.

Для стабилизации балансирующего робота был использован классический LQ-оптимальный регулятор состояния. Расчет матричного коэффициента усиления LQ регулятора произведен на основе линеаризованной модели объекта (1), записанной в пространстве координат состояний [1, 2]. Расчет выполнен с помощью аналитического решения уравнения Риккати.

Целью первого эксперимента, проведенного в работе, являлась проверка адекватности нелинейной модели балансирующего робота (1) реальному объекту. Для этого в эксперименте к разомкнутой системе управления роботом (с отсутствием управления) было приложено возмущение – начальное отклонение робота от положения равновесия на 0,01 радиан. Графики переходных процессов, полученные в этом эксперименте, приведены на рис.2.

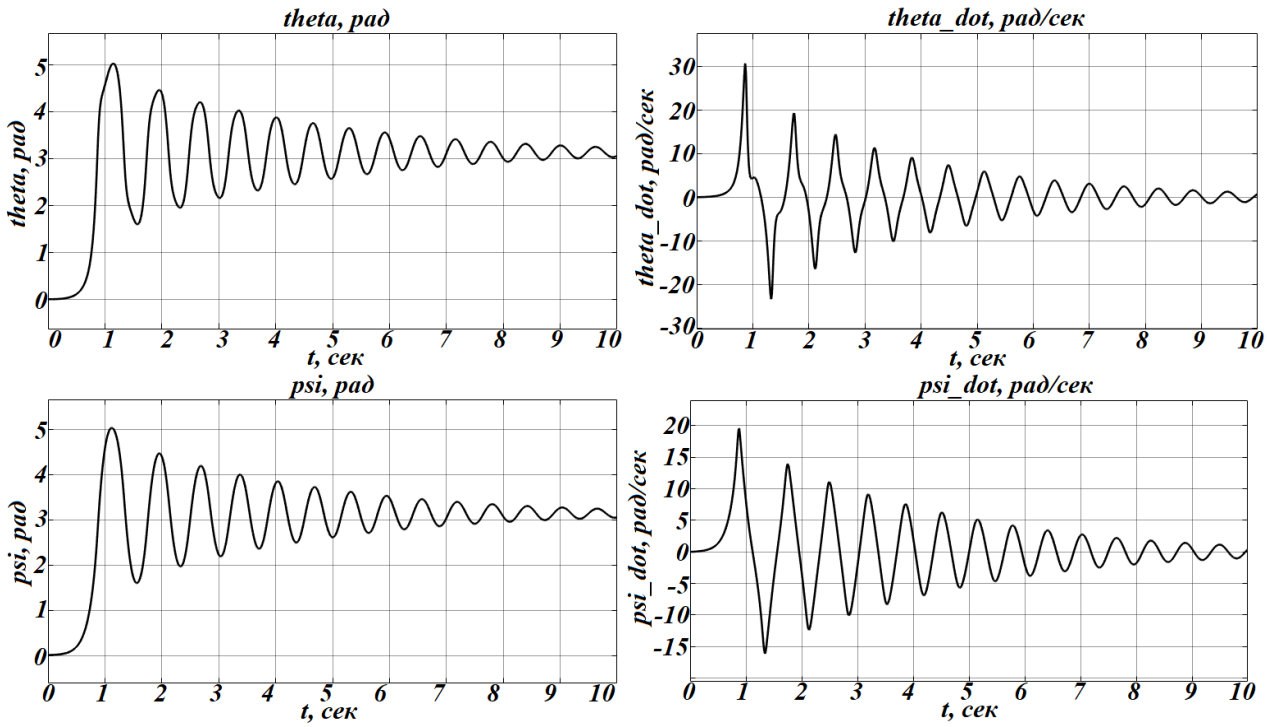


Рис.2 Сравнение переходных процессов балансирующего робота по координатам состояния с разомкнутой системой управления

Из переходных процессов балансирующего робота видна потеря им устойчивости вследствие воздействия начального возмущения и отсутствия необходимого стабилизирующего управления. Установившееся значение, после завершения колебательного переходного процесса робота, по координате *psi* составляет π радиан. Этот результат соответствует физике реального объекта и демонстрирует фазовый переход робота из верхнего неустойчивого положения (неустойчивый фокус) в нижнее устойчивое положение равновесия (устойчивый фокус). Таким образом, полученная нелинейная модель робота (1) является пригодной для построения на её основе системы управления, так как отражает все необходимые свойства реального объекта управления.

Целью второго эксперимента являлось исследование влияния нелинейностей робота на качество управления им LQ-оптимальным регулятором состояния, рассчитанным по линеаризованной модели. Для этого было проведено сравнение переходных процессов нелинейной и линеаризованной в точке неустойчивого равновесия моделей робота под управлением LQ-оптимального регулятора состояния. В таких экспериментах значение начального отклонения наращивалось от 0,01 радиан до 0,5 радиан. При 0,5 радиан качество управления нелинейной моделью стало наиболее

значительно отличаться от качества управления линеаризованным объектом. Сравнение переходных процессов робота, полученных при его начальном отклонении на 0,5 радиан представлено на рис.3.

Таким образом, влияние нелинейностей на качество управления роботом оказывается значительным при его отклонении от нормали примерно на 0,5 радиана (28,5 градуса). Полученные результаты показывают, что LQ оптимальный регулятор состояния обеспечивает заданное на линеаризованной модели объекта качество управления при отклонении робота от нормали на [-0,5;0,5] радиан. Этот диапазон может быть расширен путем перерасчета LQ оптимального регулятора.

Из анализа дифференциальных уравнений (1) видно, что нелинейности входят в динамику робота и параметрически, и аддитивно. Для компенсации первого класса нелинейностей перспективными являются подходы к формированию нелинейного управления с помощью линеаризации обратной связью [3] или оперативной настройки LQ-оптимального закона управления с помощью алгоритмов параметрической адаптации [4].

Для компенсации влияния второго класса нелинейностей аддитивно входящих в уравнение динамики робота необходимо использование нелинейных аппроксиматоров, которыми, в частности, могут выступать нейронные сети. Целью дальнейших исследований является построение адаптивной нелинейной системы управления балансирующим роботом для компенсации влияния нелинейностей на основе комбинирования двух описанных подходов – линеаризации обратной связью и применения нейронных сетей.

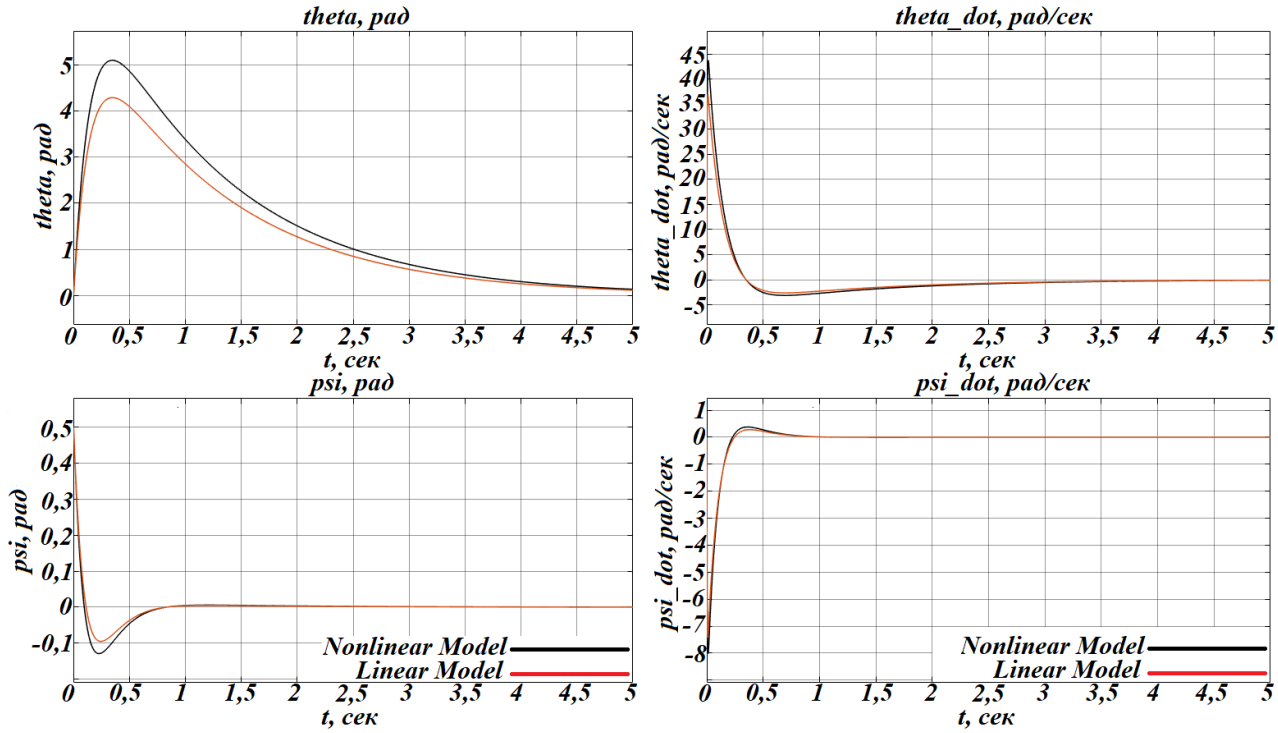


Рис.3. Сравнение переходных процессов линейной и нелинейной модели робота при его начальном отклонении на 0,5 радиан

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 18-47-310003-р_а).

Список литературы

1. Y. Yamamoto, NXTway-GS Model-Based Design-Control of self-balancing two-wheeled robot built with LEGO Mindstorms NXT. Cybernet Systems Co., Ltd, 2008.
2. Glushchenko A. I., Petrov V. A., Lastochkin K. A. On Development of Neural Network Controller with Online Training to Control Two-Wheeled Balancing Robot // 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – IEEE, 2018. – P. 1-6.
3. Sastry S., Nonlinear systems: analysis, stability, and control. – Springer Science & Business Media. – 2013. – Vol. 10.
4. Глущенко А.И., Петров В.А., Ласточкин К.А., Синтез системы управления балансирующим роботом на основе второго метода Ляпунова с адаптивным к величине уставки шагом // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XXI Международной конференции. – 2019. – Т.2. – С.74-79.

УДК 681.5

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Моторина Н.П.[1], Тетеревлева Е.В.[2]

[1] *Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Старый Оскол*

[2]*Ухтинский государственный технический университет (УГТУ), г.Ухта*

motorina_np@mail.ru eteterevleva@ugtu.net

ON THE ISSUE OF IMPROVING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF ELECTRIC DRIVE

Motorina N.P.[1], Teterevleva E.V.[2]

[1]*Stary Oskol Technological Institute n.a. A.A. Ugarov (branch) NUST "MIS&S", Stary Oskol*

[2]*Ukhta State Technical University (USTU), Ukhta*

motorina_np@mail.ru eteterevleva@ugtu.net

Аннотация. *Рассмотрены аварийные режимы работы неуправляемых электроприводов. Отмечено одно из основных направлений повышения эксплуатационной надежности электродвигателей. Предложены пути улучшения состояния проблемы.*

Ключевые слова: электрический двигатель; аппараты защиты; надежность при эксплуатации; структура электродвигатель–аппарат защиты.

Abstract. *Emergency operation modes of uncontrolled electric drives are considered. One of the main directions of increasing the operational reliability of electric motors is noted. Ways to improve the condition of the problem are proposed.*

Keywords: electric motor; protection devices; reliability during operation; motor-protection device structure.

Выход из строя электродвигателей нерегулируемых электроприводов продолжает оставаться весьма высоким, несмотря на то, что электрические машины имеют высокую надежность, вероятность безотказной работы составляет 0,9 ….0,92 при наработке на отказ 20000 часов. Чаще это: необеспеченность эффективными средствами защиты от аварийных режимов, нарушениями сроков проведения и состава операций планово-предупредительных мероприятий, отсутствие средств измерения и контроля параметров асинхронных двигателей в процессе эксплуатации. Кроме того, длинные линии с малой

пропускной способностью, высокие значения коэффициентов несимметрии, отклонениями и колебаниями напряжений, а также другие низкие значения показателей качества электрической энергии еще более усугубляют дело.

На практике различают конструктивную и эксплуатационную надежность. Первая из них характеризует свойства объекта, заложенные при его проектировании и изготовлении, определяет способность к стабильному функционированию в типовых условиях эксплуатации. Эксплуатационная надежность наблюдается с учетом всей совокупности воздействий окружающей среды, реальных режимов использования, качества технического обслуживания и ремонтов. Задачи эксплуатационной надежности приобрели большую актуальность в связи с тем, что многие виды электрооборудования, имея достаточно высокие показатели конструктивной надежности, по эксплуатационным показателям не отвечают требованиям производства.

Силовое электрооборудование часто попадает в экстремальные условия, аппараты защиты или не срабатывают вследствие загрубления обслуживающим персоналом пороговых параметров, или прерывают технологический процесс. Значительное количество отключений защит, реагирующих на несимметрии напряжений фаз сети, оказываются ложными, т.к. отклонения параметров сети не превышали 50….150 мс, которых достаточно для самоустранения аварии. Для обеспечения течения технологического процесса обслуживающий персонал отключает аппарат, приписывая неработоспособность и оставляя электродвигатель без защиты. Анализ аварийности, проведенный исследователями электродвигателей некоторых регионов, показывает, что 80…90% электродвигателей можно было сохранить, если бы они были оборудованы аппаратами защиты при условии своевременного технического обслуживания последних [3]. Все аппараты защиты должны отвечать общим техническим требованиям, обеспечивающим эффективность их функционирования.

Высокий уровень аварийности электродвигателей указывает на неполное решение проблемы их защиты от аварийных режимов и потребности в научном обосновании рациональных структур системы «двигатель–аппарат защиты», обеспечивающих повышение эксплуатационной надежности. Температурные защиты относятся к наиболее эффективным средствам защиты электродвигателей, т.к. учитывают реальную температуру обмоток статора двигателя, которая зависит от наибольшего количества причин возникновения аварий (перегрузки, несимметрии напряжения фаз сети, обрыва фазы сети, нарушений в системе охлаждения и заклинивания вала двигателя

или рабочей машины). Доля аварийности двигателей вследствие обрыва фазы около 30 %, с учетом несимметрии напряжений фаз сети –40 %, а в некоторых случаях –50 %. Анализ причин выхода из строя электродвигателей и защитных качеств аппаратов позволяет сделать заключение, что целесообразнее применить комбинированные защиты. Дальнейшее повышение эксплуатационной надежности электродвигателей путем создания эффективных средств защиты и электродвигателя, включающего в свою структуру электронный блок защиты, является важным научным направлением. В трудах профессора Г.П. Ерошенко [1] применен системный подход к решению проблемы повышение эксплуатации надежности электрооборудования, что позволило ему разработать рациональную систему, в которой ставилась задача управления эксплуатационными свойствами электрооборудования за счет оптимизации его загрузки и обслуживания. Для защиты электродвигателей выбирались типовые аппараты защиты, характеристики которых принимались по паспортным данным. Уровень эксплуатационной надежности электродвигателей влияет на эффективность функционирования технологического объекта и всей системы в целом. Отказ электродвигателя может привести к ущербу, размеры, которого в сотни тысяч раз превышают его стоимость. Одним из основных способов повышение эксплуатационной надежности электродвигателя являются осуществление его защиты от аварийных режимов работы. Для качественного использования энергооборудования, эксплуатационный персонал должен проверить правильность его комплектования и при необходимости подобрать другие типоразмеры или режимы работы, наиболее подходящие для данных условий труда.

Многообразие факторов, от которых зависит эксплуатационная надежность электродвигателей, обуславливает необходимость системного подхода к исследованию. Решение сложной проблемы сводится к взаимосвязанному и целенаправленному решению менее сложных задач: повышению конструкционной надежности электродвигателей и зашит, повышению эксплуатационной надежности каждого из этих элементов по отдельности и системы в целом. При этом удается не только выполнить анализ элементов объекта, но и осуществить синтез наиболее эффективной и реально достижимой системы.

Для выбора наиболее эффективного варианта защиты вводится целевая функция. Она характеризует достижение системой максимального экономического эффекта и является критерием целесообразности применения и разработки нового средства защиты, и замены базового варианта на новый.

$$Э = f(И_с, Б_с, \Delta\lambda_{дв}, \Delta Y) \rightarrow max, \quad (1)$$

где $И_с$- прямые эксплуатационные затраты системы, р; $Б_с$- балансовая стоимость системы, р.; $\Delta\lambda_{дв}$-оценивает ожидаемое снижение количества Δn вышедших из строя электродвигателей; ΔY- снижение технологического ущерба, в результате применения нового аппарата взамен базового, р.

Для конкретных классов и типов защит эти показатели являются постоянными величинами. С учетом (1) для случая, когда за базовый вариант принят электропривод без защиты (т.е. $\lambda_б = \lambda_{дв=} \lambda_a$ $И_б=0$; $Б_б=0$), получаем функцию цели в виде:

$$Э = \lambda_a \cdot y - C \cdot D \cdot \beta - \lambda_a \cdot y / D - Б \rightarrow \max \quad (2)$$

Экстремальный характер функции цели свидетельствует о том, что проблема повышения эксплуатационной надежности двигателя путем применения защит состоит в разработке оптимального по добротности аппарата. Исследование на максимум (2) дает уравнение максимальной добротности защит:

$$D_{опт}=\lambda_a * y/C \quad (3)$$

Таким образом, значения оптимальных характеристик защит зависят от интенсивности возникновения аварийных ситуаций, размера технологического ущерба объекта и удельных эксплуатационных издержек. Балансовая стоимость защит и коммуникационных мероприятий оказывают значительное влияние. Поэтому наиболее эффективный аппарат, предназначенный для защиты конкретного двигателя, работающего на конкретном объекте, не должен обладать максимальным количеством функции защиты и самоконтроля и иметь очень высокую долю G предотвращаемых аварий.

Методическая сложность такого исследования состоит в том, что нельзя найти единое количественное описание функционирования и эффективности для всего парка защит. Такая дискретность привела к необходимости вести сопоставительное знание технико-экономических показателей по классам самих аппаратов. Оптимальной будет защита на данном объекте, защищающая электродвигатель от всех его аварийных режимов. Однако создать такой аппарат весьма сложно, поэтому для защиты двигателей выбирают аппараты, реагирующие на один или несколько основных аварийных режимов, дающих максимальную аварийность.

Список литературы

1. Ерошенко Г.П. О комплексной защите электродвигателей /Г.П. Ерошенко. Промышленная электроника, 1981, №7.

2. Беркович М.А. Основы автоматики энергосистем / М.А. Беркович, В.А.Семенов. –М.: Энергия, 1988.

3. Андреев М.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения /В.А. Андреев.–М.:Высшая школа, 1991.

УДК 51 (09)

РАЗВИТИЕ ЭНТРОПИЙНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ЭРГОДИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Мухин Р.Р.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС». 309516 г. Старый Оскол Белгородской обл.,мкр. Макаренко 42.

E-mail: mukhiny@mail.ru, тел. (4725) 42 68 21

THE DEVELOPMENT OF THE ENTROPY DIRECTION OF ERGODIC THEORY

Mukhin R.R.

Stary Oskol Institute of Technology named afrer. A.A. Ugarov, branch of the National Research Technological University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 Stary Oskol Belgorod region, Russia

Аннотация. *Работа посвящена развитию понятия метрической энтропии, которая служит мерой экспоненциального сближения и разбегания траекторий при сложных движениях динамических систем. Метрическая энтропия связана с другой количественной характеристикой неустойчивости траекторий – показателями Ляпунова, в основе использования которых лежит мультипликативная эргодическая теорема. В основе данной области лежат классические результаты отечественных математиков.*

Ключевые слова: динамическая система, метрическая энтропия, К-системы, показатели Ляпунова, мультипликативная эргодическая теорема.

Abstract. *The paper is devoted to the development of the concept of metric entropy, which serves as a measure of exponential convergence and the divergence of trajectories during complex movements of dynamical systems. Metric entropy is associated with another quantitative characteristic of the instability of trajectories - Lyapunov exponents, which are based on the multiplicative ergodic theorem. This area is based on the classical results of Russian mathematicians.*

Keywords: dynamical system, metric entropy, K-systems, Lyapunov exponents, multiplicative ergodic theorem.

Эргодическая теория в абстрактной форме изучает преобразования с инвариантной мерой. Центральной проблемой эргодической теории является классификация

преобразований, что выводит на первый план вопросы изоморфизма: при каких условиях можно считать, что два преобразования с инвариантной мерой относятся к одному метрическому типу? В эргодической теории центральное место занимает класс преобразований, называемых автоморфизмами Бернулли (*B*-системы) [1,2]. Для решения новых задач А.Н. Колмогоров привлек совершенно новые для эргодической теории идеи и методы теории информации.

Колмогоров ввел важное и плодотворное понятие "квазирегулярных систем", названных позже К-системами (в честь Колмогорова) и определил для них понятие энтропии [3,4]. К-системы соответствуют процессам с наиболее слабыми свойствами регулярности. Я.Г. Синай стал изучать вопрос, как можно применить энтропию к общим динамическим системам и предложил несколько другое определение энтропии, применимое к любым динамическим системам [5]. В дальнейшем было показано, что оба определения эквивалентны [6].

Энтропия измеримого разбиения A пространства M с мерой μ на конечное или счетное число множеств A_1, A_2, … дается выражением

$$H(A) = -\sum_k \mu(A_k) log \mu(A_k),$$

где сумма берется по всем элементам разбиения, имеющим положительную меру. Далее рассматриваются разбиения $\xi_T^n = V_{k=0}^n T^k A$, где ξVη представляет разбиение, элементами которого являются пересечения разбиений ξ и η; T – автоморфизм пространства M. Для любого конечного разбиения существует (конечный или бесконечный) предел

$$H(T,\xi) = \lim_{n \to \infty} \frac{1}{n} H(\xi_T^n)$$

(1)

Синай предложил определить энтропию h(T) как верхнюю грань h(Tξ) на множестве измеримых разбиений [73]

$$h(T) = \sup h(T\xi)$$

Если выбрать в качестве энтропии функцию h(Tξ), то возникают сложности с проблемой изоморфизма, т.е. имеет место зависимость от разбиения ξ. При определении (1) энтропия является инвариантом, но появляются трудности с ее вычислением. Положительность энтропии, в противоположность системам с нулевой энтропией, отражает разделение динамических систем на стохастические и регулярные. Таким образом, КС-энтропия привела к пониманию того, что случайные явления и классические динамические системы можно описывать *на одном и том же языке.*

Характеристические показатели Ляпунова решения линейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений рассматривают как количественную меру степени стохастичности. В основе использования показателей Ляпунова лежит мультипликативная эргодическая теорема о существовании и конечности множества возможных значений показателей, которую доказали ученик Синая В.И. Оселедец и ученик Колмогорова М.Д. Миллионщиков [7,8]. Энтропийное направление изучения динамических систем исследует характеристики, имеющих экспоненциальный рост. Ясно, что должна существовать связь энтропии со средней скоростью экспоненциальной расходимости близких траекторий, описываемых показателями Ляпунова. Через несколько лет после появления работ Колмогорова и Синая, определивших энтропийное направление эргодической теории, Я.Б. Песиным была выдвинута гипотеза о равенстве энтропии интегралу суммы положительных характеристических показателей Ляпунова. Эта гипотеза обсуждалась на Школе по эргодической теории в Хумсане (около Ташкента, 1965). Г.А. Маргулисом была получена точная оценка сверху, а Я.Б. Песиным и А.Б. Катком - точная оценка снизу. В основополагающей работе Песина [9] был получен главный результат: для диффеоморфизма f многообразия M, сохраняющего меру ν, энтропия h(f) равна

$$h(f) = -\int \int \sum_{i=1}^{k(x)} q_i(x)\chi_i d\nu(x) \qquad (2)$$

где $q_i(x)$ - кратность соответствующего значения χ_i, k(x) - число различных отрицательных значений показателя. Энтропия динамической системы гораздо труднее вычислима, чем показатели Ляпунова. Выражение (2) дает возможность рассчитывать энтропию, исходя из показателей Ляпунова.

Список литературы

1. *Орнстейн Д.* Эргодическая теория, случайность и динамические системы. М.: Мир, 1978. 168 с.

2. *Корнфельд И.П., Синай Я.Г., Фомин С.В.* Эргодическая теория. – М.: Наука, 1980. – 383 с.

3. *Колмогоров А.Н.* Новый метрический инвариант транзитивных динамических систем и автоморфизмов пространств Лебега // ДАН СССР. 1958. Т. 119. № 5. С. 861-864.

4.. *Колмогоров А.Н.* Об энтропии на единицу времени как метрическом инварианте автоморфизмов // ДАН СССР. 1959. Т. 124. № 4. С. 754-755.

5. *Синай Я.Г.* О понятии энтропии динамических систем // ДАН СССР. 1959. Т. 124. № 4. С. 768-771.

6. *Рохлин В.А.* Лекции по энтропийной теории преобразований с инвариантной мерой // УМН. 1967. Т. 22. В. 5. С. 3-56.

7. *Оселедец В.И.* Мультипликативная эргодическая теорема. Характеристические показатели Ляпунова динамических систем // Тр. Моск. мат. общества. 1968. Т.19. С.179-210.

8. *Миллионщиков М.Д.* Критерий устойчивости вероятностного спектра линейных систем дифференциальных уравнений с рекуррентными коэффициентами и критерий почти приводимости систем с почти периодическими коэффициентами // Мат. сб. 1969. Т. 78. № 2. С. 179-202.

9. *Песин Я.Б.* Характеристические показатели Ляпунова и гладкая эргодическая теория // УМН. 1977. Т. 32. В. 4. С. 55-112.

УДК 51 (09)

О КЛАССИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Мухин Р.Р.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС». 309516 г. Старый Оскол Белгородской обл.,мкр. Макаренко 42.

E-mail: mukhiny@mail.ru, тел. (4725) 42 68 21

ON THE CLASSIFICATION OF DYNAMICAL SYSTEMS

Mukhin R.R.

Stary Oskol Institute of Technology named afrer. A.A. Ugarov, branch of the National Research Technological University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 Stary Oskol Belgorod region, Russia

Аннотация. *В работе рассматривается развитие представлений о классификации динамических систем, что позволяет понять их устройство в целом. К концу 1950-х гг. сложилась иерархия консервативных динамических систем. В диссипативном случае выделяли аналоги интегрируемых консервативных систем и системы со сложным, нерегулярным движением. С появлением гиперболической теории была выдвинута гипотеза о существовании структурно устойчивых систем в многомерном случае. Но в многомерном случае типичны системы с гомоклинической структурой. Реальные системы неоднородны, в них сосуществуют области с регулярным и нерегулярным движением. Формы сосуществования упорядоченности и хаоса очень многообразны. Имеются системы со «смешанной» динамикой. В системах с гомоклиническим касанием в общем невозможен даже полный качественный анализ. Проблема классификации может быть решена лишь для отдельных групп динамических систем, что обусловлено бесконечным разнообразием внешнего мира.*

Ключевые слова: динамическая система, классификация, регулярные и нерегулярные движения, интегрируемые системы, системы Морса-Смейла, гомоклинческие структуры, гомоклинческие касания.

Abstract. *The paper considers the development of ideas about the classification of dynamic systems, which allows us to understand their structure as a whole. By the end of the 1950s a hierarchy of conservative dynamical systems has developed. In the dissipative case, analogues of integrable conservative systems and systems with complex, irregular movements were*

distinguished. With the advent of the hyperbolic theory, a hypothesis was put forward on the existence of structurally stable systems in the multidimensional case. But in a multidimensional case, systems with a homoclinic structure are typical. Real systems are heterogeneous; regions with regular and irregular motion coexist in them. The forms of coexistence of order and chaos are very diverse. There are systems with "mixed" dynamics. In systems with homoclinic touch, in general, even a complete qualitative analysis is impossible. The classification problem can be solved only for individual groups of dynamical systems, which is due to the infinite diversity of the external world.

Keywords: dynamical system, classification, regular and irregular motions, integrable systems, Morse-Smale systems, homoclinic structures, homoclinic touches.

Фундамент современной теории динамических систем был заложен в работах Пуанкаре. Синтез его идей и методов и их дальнейшее развитие был проведен Биркгофом [1]. У Биркгофа основным объектом исследования становится *динамическая система*, являющаяся фундаментальным понятием современной математики. Классификация открывает новые возможности для изучения системы, и первый самый важный шаг был сделан Пуанкаре. Он предложил подход, основанной на изучении функций, определяемых дифференциальными уравнениями, самих по себе, основное внимание уделяется решениям как единого целого, а не индивидуальному решению, выражаемого конкретными функциями. Биркгоф поставил задачу в более общей форме, применительно уже к общим динамическим системам.

Биркгоф классифицирует динамических систем по характеру сложности их движения, разделяя динамические системы на эргодические и неэргодические. Следующий класс динамических систем – системы с *перемешиванием* – были введены Дж. Гиббсом (1902) при анализе основ статистической механики [2]. Следующий важнейший шаг был сделан А.Н. Колмогоровым, создавшего энтропийную теорию динамических систем и предложившего понятие К-системы [3,4]. Таким образом, можно предложить иерархию динамических систем, которая начинается от систем с выраженным простым поведением, далее идут эргодические системы, затем системы по мере дальнейшего усиления нерегулярности, сложности поведения: системы с перемешиванием, перемешиванием n-го порядка, К-системы, системы Бернулли. Для диссипативных систем также можно в определенной степени выделить системы с усложняющимся поведением.

Возможен другой принцип классификации, в основе лежит понятие грубости или структурной устойчивости [5,6]. Смейл выдвинул гипотезу о том, что существуют структурно устойчивые системы в пространстве многомерных динамических систем ($n \geq 3$) [7]. Такие системы известны под названием систем Морса-Смейла. Но Смейл обнаружил, что в многомерном случае системы Морса-Смейла не являются типичными, они не составляют плотного множества [8]. Указанная работа явилась поворотным пунктом, в многомерном случае существуют более сложно устроенные структурно устойчивые системы. Первый такой пример с бесконечным множеством периодических траекторий дал сам Смейл на основе своей «подковы» [9]. Для многомерных систем ключевым понятием являются гомоклинические структуры [10].

В сложно устроенных многомерных динамических системах определяющую роль играют гиперболические множества. Понятие гиперболичности является одним из способов выражения на математическом языке свойства локальной неустойчивости траекторий. Наиболее сильный вариант гиперболичности. проявляется в системах Аносова [11], которые являются обобщением классической динамической системы – геодезических потоков на многообразия отрицательной кривизны. Гиперболическая теория на другой основе позволила выделить системы с регулярным и сложным поведением.

Однако такую классификацию следует рассматривать лишь в качестве грубого приближения. При большем разрешении картина значительно усложняется. Само пространство систем Морса-Смейла имеет сложное строение, и их классификация представляет нетривиальную и неоднозначную задачу [12]. Даже интегрируемые гамильтоновы системы представляют сложно устроенные множества. Положение отнюдь не проще и в диссипативных системах. Имеются объекты, обладающие всеми свойствами “истинного” странного аттрактора, и в то же время имели устойчивые периодические орбиты. На основании этого В.С. Афраймович и Л.П. Шильников ввели понятие *квазиаттракторов* (1983) – притягивающих предельных множеств, содержащих как нетривиальные гиперболические множества, так и устойчивые периодические движения [13]. Существуют системы со «смешанной динамикой», когда устойчивые элементы (например, устойчивые периодические траектории) сосуществуют с неустойчивыми, и они неотделимы друг от друга [14]. Ситуация является еще более затруднительной. Было показано, что в системах с гомоклиническими касаниями невозможно полное описание динамики. Другими словами, иллюзию возможности полного качественного анализа динамических систем в общем случае следует отбросить[15,16].

Классификация динамических систем представляет своеобразный ракурс, под которым можно рассматривать всю теорию динамических систем. При этом неразрешимость задачи исчерпывающей классификации не следует воспринимать как обескураживающий фактор. Неразрешимость подобных задач обнаруживается и в других разделах математики, например, в топологии и в теории групп. Невозможность классификации свидетельствует о неисчерпаемости математических теорий. Возвращаясь к динамическим системам, если справедливо, что каждой динамической системе так или иначе найдется соответствие в какой-то физической, механической, биологической, экономической, социальной модели, то невозможность полной классификации динамических систем является отражением факта бесконечного разнообразия природы.

Список литературы

1. *Birkhoff G.D.* Dynamical Systems. - Providence, Rhod Island: AMS, 1927. – IX + 295 p. / Рус. пер.: Дж. Биркгоф. Динамические системы / Пер. с англ. - Ижевск: РХД, 1999. – 408 с.

2. Gibbs J.W. Elementary principles of statistical mechanics. N.Y.: Charles Shribner's Sons, L.; Edward Arnold, 1902.

3. *Колмогоров А.Н.* Новый метрический инвариант транзитивных динамических систем и автоморфизмов пространств Лебега // ДАН СССР. – 1958. – Т. 119. - № 5. – С. 861-864.

4. *Колмогоров А.Н.* Об энтропии на единицу времени как метрическом инварианте автоморфизмов // ДАН СССР. – 1959. – Т. 124. - № 4. – С. 754-755.

5. *Андронов А.А., Понтрягин Л.С.* Грубые системы // ДАН СССР. - 1937. - Т. 14. - № 5. - С. 247-252.

6. *Peixoto M.* Structural stability on two-dimensional manifolds // Topology. – 1962. – V. 1. – N 2. – P. 101-120.

7. *Smale S.* On gradient dynamical systems // Ann. Math. 1961. V. 74. Pp. 199-206.

8. *Smale S.* Structurally stable systems are not dense // Am. J. Math. -1966. - V. 73. - P. 747-817 / Рус. пер. в сб.: Математика. - 1967. - Т. 11. - № 4. - С. 107-112.

9. *Smale S.* Structurally stable systems are not dense // Am. J. Math.-1966.-V.73. - P. 747-817.

10. *Smale S.* A structurally stable differential homomorphysm with an infinite number of periodic points // Тр. Межд. симпоз. по нелин. колебаниям. – Киев – 1961. – Киев: АН УССР, 1963. – С. 365-366.

11. *Аносов Д.В. и др.* Динамические системы с гиперболическим поведением. // Итоги науки и техники. Совр. пробл. мат. Фундам. направления. Динамические системы – 9. / ВИНИТИ, 1985. – Т. 66. – 248 с.

12. *Гринес В.З., Жужома Е.В., Починка О.В.* Системы Морса-Смейла и топологическая структура несущих многообразий// Совр. Математика. Фунд. Направления. 2016. Т. 61. С. 5-40.

13. *Afraimovich V.A., Shilnikov L.P.* On strange attractors and quasiattractors // Nonlinear dynamics and turbulence. – Boston-London-Melbourn: Pitman, 1983. – P. 1-34.

14. Гонченко С.В., Тураев Д.В., Шильников Л.П. Об областях Ньюхауса двумерных диффеоморфизмов, близких к диффеоморфизму с негрубым гетероклиническим контуром // Труды МИАН. 1997. Т. 216. С. 76–125.

15. *Гаврилов Н.К., Шильников Л.П.* О трехмерных динамических системах, близких к системам с негрубой гомоклинической кривой I, II // Матем. сб. – 1972. - Т. 88. - № 4. – С. 475-492; - 1973. – Т. 90. - № 1. – С. 139-156.

16. *Шильников Л.П.* Гомоклинические траектории: от Пуанкаре до наших дней // Математические события XX века. – М.: Фазис, 2003. – С. 465-489.

УДК 51 (09)

ЗАМЕТКИ О СОЗДАНИИ ТЕОРЕМЫ АДО

Мухин Р.Р.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС». 309516 г. Старый Оскол Белгородской обл.,мкр. Макаренко 42.

E-mail: mukhiny@mail.ru, тел. (4725) 42 68 21

NOTES ON THE CREATION OF THE ADO THEOREM

Mukhin R.R.

Stary Oskol Institute of Technology named afrer. A.A. Ugarov, branch of the National Research Technological University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 Stary Oskol Belgorod region, Russia

Аннотация. *В работе прослеживается появление теоремы Адо – одного из важнейших результатов в теории непрерывных групп. Теория групп Ли занимает ключевое место в математике, ей в значительной степени обязана своими успехами вся фундаментальная физика XX в. Еще со времен Ли возник вопрос об изоморфности группы Ли какой-либо линейной группе. В течение нескольких десятилетий задача не поддавалась усилиям крупнейших математиков. Задачу удалось решить казанскому математику ИД. Адо в 1934 г. Затем А.И. Мальцев доказал условие, когда возможно изоморфное матричное представление группы Ли. Эти важнейшие результаты входят в фундамент теории непрерывных групп.*

Ключевые слова: группа Ли, изоморфизм, представление, линейное представление, алгебра Ли.

Abstract. *The work traces the appearance of the Ado theorem, one of the most important results in the theory of continuous groups. The theory of Lie groups occupies a key place in mathematics, to a large extent successes of all fundamental physics of the 20th century owes to it. From the time of Lie, the question arose of the isomorphism of a Lie group to any linear group. For several decades, the task did not succumb to the efforts of major mathematicians. The problem was solved by Kazan mathematician I.D. Ado in 1934. Then A.I. Malcev proved the condition when an isomorphic matrix representation of a Lie group is possible. These most important results enter in the foundation of the theory of continuous groups.*

Keywords: Lie group, isomorphism, representation, linear representation, Lie algebra.

Основы теории непрерывных групп были заложены Софусом Ли, для конечного числа параметров они называются группами Ли. Изучение структуры группы неизбежно приводит к понятию представления группы, что еще очень важно для приложений. Теории представлений в значительной степени обязана своими успехами вся фундаментальная физика XX в.

В широком смысле представление означает гомоморфизм группы G в группу преобразований некоторого множества X. Особое место среди представлений групп занимают линейные представления. Представление T называется *линейным*, если X – линейное пространство, а преобразования T(g) – линейные операторы. Для сложно устроенных групп теория представлений может оказаться единственным доступным способом их описания. Ли в своих работах оставался на позициях инфинитозимальных преобразований, рассматривая непрерывные группы в окрестности тождественного преобразования, т.е. изучение группы «в малом», на локальном уровне. В основе теории Ли лежат три классические теоремы, носящие его имя. Эти теоремы устанавливают связь локальной группы Ли с ее алгеброй Ли.

Глобальная картина и локальное рассмотрение непосредственно связаны с соотношениями между произвольными непрерывными группами и линейными непрерывными группами. Любая конечная непрерывная линейная группа является группой Ли. Еще со времен Ли возник вопрос о том, можно ли утверждать, что любая группа Ли изоморфна (хотя бы локально) какой-либо линейной группе? Актуальность этого вопроса отчетливо проявляется в контексте строения непрерывных групп в целом. Такая проблема с разных сторон изучалась А. Пуанкаре, Э. Картаном], В. Киллингом, Э. Леви. Несмотря на все предпринятые усилия в течение нескольких десятилетий, проблема не находила разрешения. Наконец, задача была решена в 1934 г. казанским математиком И.Д. Адо, учеником Н.Г. Чеботарева [1].

Для групп нулевого ранга теорию, развитую Картаном [2,3] и Киллингом [4] применить не удается. Адо нашел общий подход для групп нулевого ранга, что дает возможность рассмотреть с общих позиций все группы этого типа [1]. Его подход основывается на построении *полных центров* для таких групп. Адо определил полный центр конечной группы Ли G как группу G_1 с фактор-группой G_1/Z относительно центра Z, изоморфную G, и порядок группы G_1 должен быть возможно большим. Для группы G Адо построил групповой ряд G, G_1, G_2, … , где каждая последующая группа является полным центром предыдущей. В случае, когда группа G является абелевой или группой нулевого ранга, все группы G_1, G_2, … также будут группами нулевого ранга. Адо

показал, что любая группа нулевого ранга будет фактор-группой одной из групп такого группового ряда, который начинается с абелевой группы. Вопрос о представлении конечных непрерывных групп с помощью линейных подстановок сталкивается с трудностью следующего характера. Для любой конечной группы Ли существует в качестве представления присоединенная группа. Однако здесь возникает сложность с изоморфизмом, поскольку присоединенная группа изоморфна не исходной группе G, а ее фактор-группе относительно центра. Отсюда появляется идея о полном центре G_1 группы G , чтобы фактор-группа G_1/Z была изоморфна G. Но это не всегда удается сделать, как показал Адо на ряде примеров. Путь разрешения возникших трудностей лежал в построении ряда последующих полных центров группы. Главный результат Адо:
Теорема. Всякая непрерывная конечная группа допускает представление линейными подстановками [1].

Чеботарев и Адо полагали, что данная теорема имеет самый общий характер, и устанавливает изоморфность групп Ли и линейных групп в глобальном смысле. В 1936 г. Гаррет Биркгоф привел контрпример, показывающий, что вопрос об изоморфности «в целом» решается отрицательно [5]. В последующем, в работе 1947 г. Адо формулирует свою теорему уже не для групп, а для алгебр Ли: *Основная теорема.* Для всякой алгебры Ли существует изоморфная ей матричная алгебра Ли [29].

После появления работ Адо [12] и Биркгофа [11], когда стало ясно, что линейные представления конечных непрерывных групп в общем случае возможно только локально, сразу возник вопрос: при каких условиях линейное представление возможно для групп «в целом»? Полностью задача была решена А.И. Мальцевым [30-32]:
Для того, чтобы связная группа Ли допускала изоморфное матричное представление, необходимо и достаточно, чтобы полное представление допускало в отдельности ее радикал и максимальная полупростая подгруппа.

Все эти результаты составили неотъемлемую часть фундамента теории групп Ли, значение их невозможно переоценить.

Список литературы

1. *Адо И.Д.* О представлении конечных непрерывных групп с помощью линейных подстановок // Изв. физ.-мат. общества при Казан. ун-те. 1934-1935. Т. 7. Сер. 3. С. 3-43.
2. *Cartan E.* Sur la structure des groupes finis et continus // Comp. Ren. 1893. T. 116. Pp. 784-786.
3. *Cartan E.* Sur la structure des groupes transformations finis et continus.These.Paris, None, 1894.

4. *Killing W.* Die Zusammenzetzung der steigen endlichen Transformationgruppen // Math. Ann. 1888. Bd. 31. S. 252-390; 1889. Bd. 33. S. 1-48; 1889. Bd. 34. S. 57-122; 1890. Bd. 36. S. 161-189.

5. *Birkhoff G.* Representability of Lie algebras and Lie groups by matrices // Ann. Math. 1937. V. 38. N 2. Pp. 526-532.

6. *Адо И.Д.* Представление алгебр Ли матрицами // УМН. 1947. Т. 2. В. 6 (22). С. 159-173.

7. *Malcev A.I.* On the decomposition of an algebra in direct sum of their radical and semi-simple subalgebra // ДАН СССР. 1942. Т. 36. № 2. Pp. 46-50.

8. *Мальцев А.И.* О линейно связных локально замкнутых группах // ДАН СССР. 1943. Т. 40. № 3. С. 108-110.

9. *Malcev A.I.* On the theory of Lie groups in the large // Мат. сб. 1945. Т. 16. № 2. С. 163-190.

УДК 004.89

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ IT-ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Основина О.Н., Степнова А.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)

ФГАОУ ВО НИТУ «МИСиС»

osnovin72@mail.ru; sad.anast@yandex.ru

FUNCTIONAL APPROACH TO MODELING THE ACTIVITIES OF THE IT-DEPARTMENT

Osnovina O.N., Stepnova A.A.

Starooskolsky Technological Institute. A.A. Ugarova (branch) NUST "MISiS"

Аннотация: *В статье рассматривается функциональный подход к моделированию деятельности IT-подразделения, основанный на построении иерархических IDEF0 моделей , что позволит обеспечить поддержку эксплуатации программного обеспечения, оптимизировать деятельность персонала предприятия и повысить эффективность принятия решений в процессе идентификации и устранения причин нарушения работоспособности.*

Ключевые слова: инцидент; программное обеспечение; IT-подразделение; функциональная модель; информационный поток; база данных

Abstract*: The article discusses the functional approach to modeling the activities of the IT department, based on the construction of hierarchical IDEF0 models, which will provide support for the operation of the software, optimize the activities of enterprise personnel and increase decision-making efficiency in the process of identifying and eliminating the causes of malfunctions.*

Key words: incident; software; IT department; functional model; information flow; database

В состав современного автоматизированного предприятия должна входить специализированная группа, деятельностью которой является сопровождение и контроль эксплуатируемого на предприятии программного обеспечения (ПО), реализация ИТ-

проектов, поддержка и развитие бизнес-приложений и систем, обработка Инцидентов, а так же консультация и координация сотрудников, использующих в рамках профессиональной деятельности прикладное ПО.

Одним из приоритетных видов деятельности IT-подразделения является процесс разрешения всех зарегистрированных Инцидентов. С целью функционального моделирования предлагается применить международный стандарт IDEF0 [1], в рамках которого описание процессов представляет собой базу данных о материальных и информационных потоках, ресурсах. Разработку функциональных моделей для каждого из этапов следует выполнять с учетом точек зрения их конкретных исполнителей. Процесс разрешения Инцидентов должен быть описан в терминах входов, выходов, управлений и механизмов реализации функций и задач, т.е. представлен функциональными схемами стандарта IDEF0.

Здесь изображена (рис. 1) диаграмма А–0 – специальный вид диаграммы IDEF0 (контекстной), состоящий из одного блока, описывающий функцию верхнего уровня.

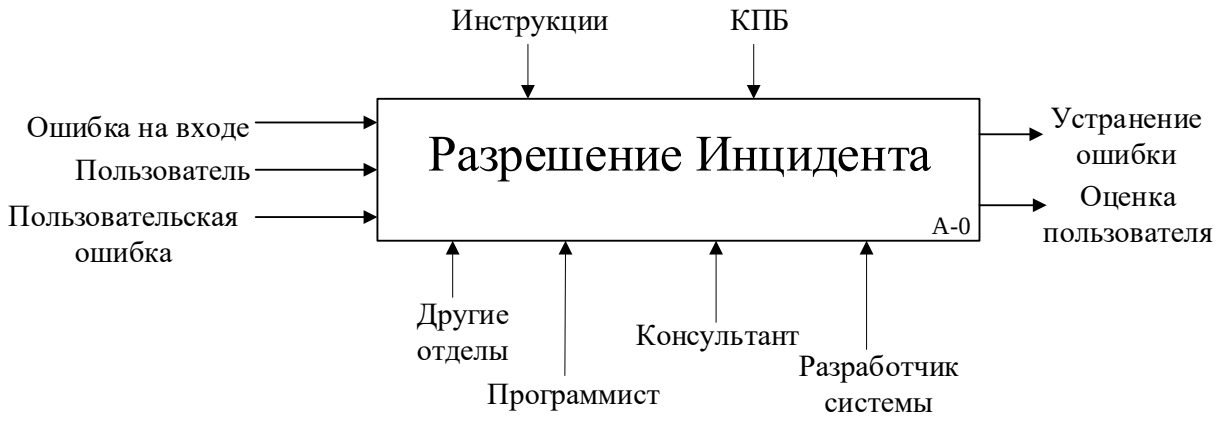


Рис. 3 Контекстная диаграмма

При идентификации нарушения работоспособности пользователь формирует и отправляет Инцидент, далее консультант классифицирует его по определенным параметрам описания ошибки [2]. Классификации инцидентов делится на три вида: сервисный (консультация), запрос на обслуживание и проблема, которая решается обходным путем. Последний тип разделяется ещё на два подтипа: ошибка программы и остановка системы. Каждый тип решается соответствующим способом.

Далее в соответствии с вышеперечисленной классификации Инцидентов, представлены функциональные диаграммы процесса разрешения Инцидента (рис. 2, 3, 4),

являющимися одновременно дочерними диаграммами для А-0. Эти диаграммы имеют наименование А1, А2, А3 в соответствии с блоком контекстной диаграммы А-0 [3].

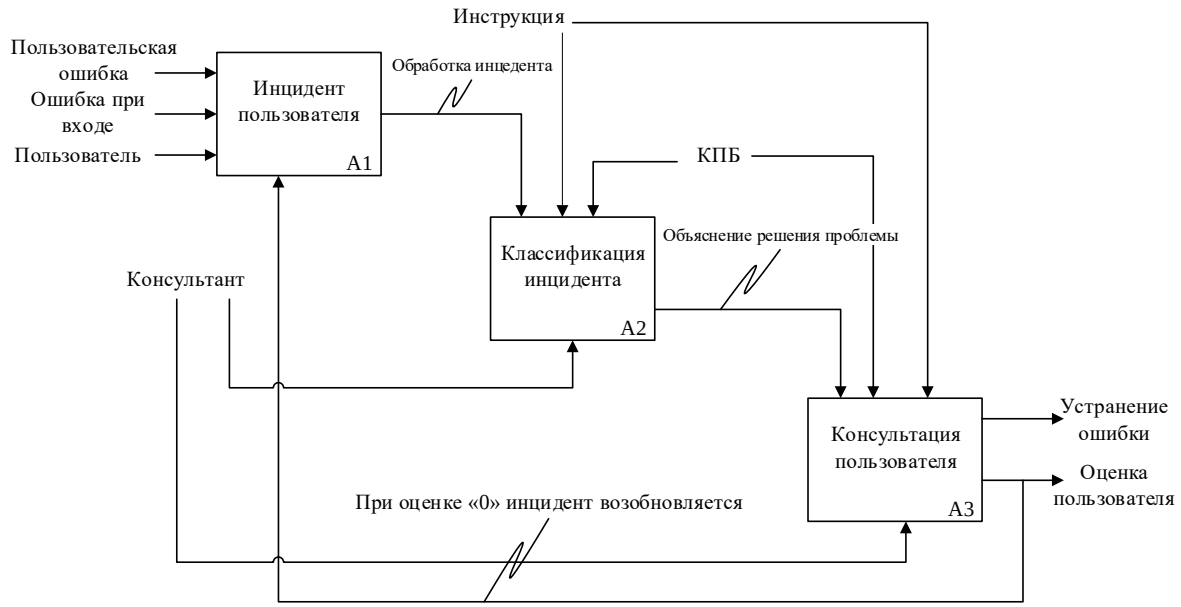


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции блока А-0 (консультация)

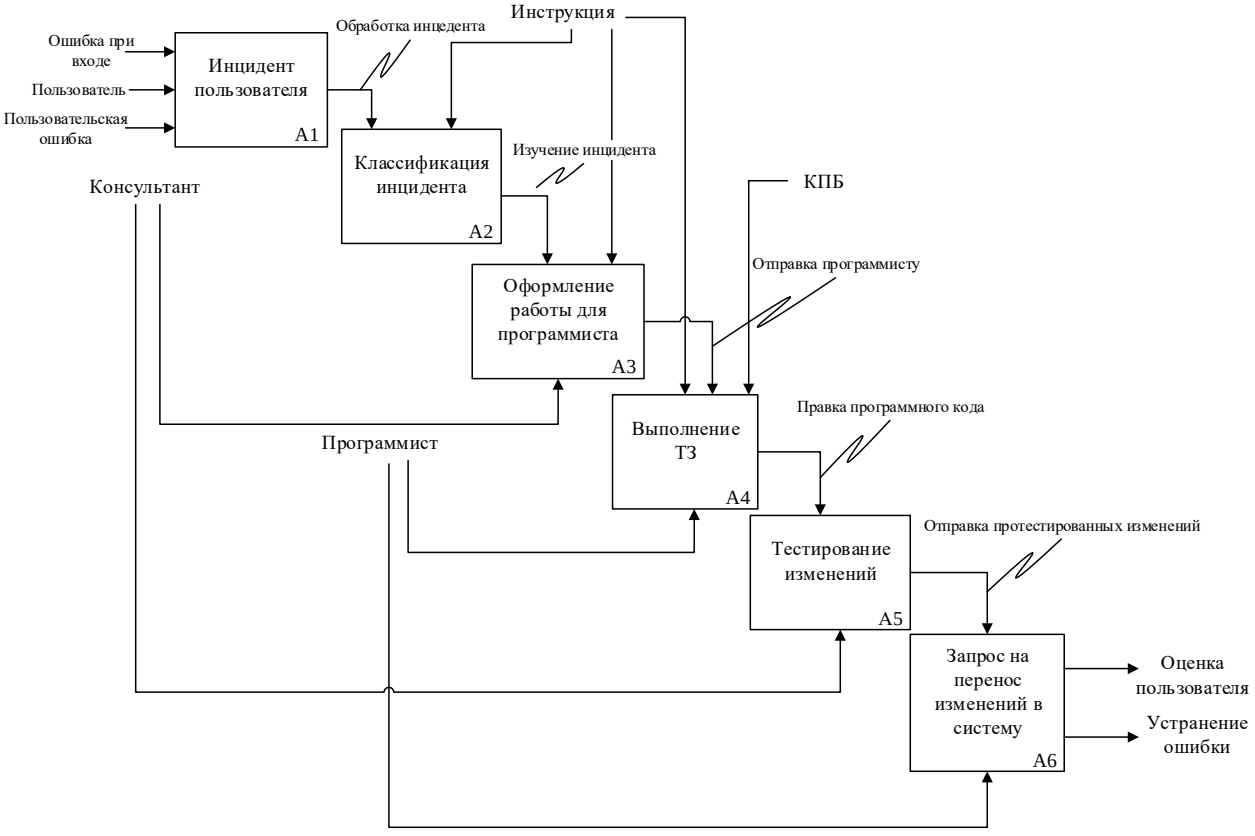


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции блока А-0 (запрос на обслуживание)

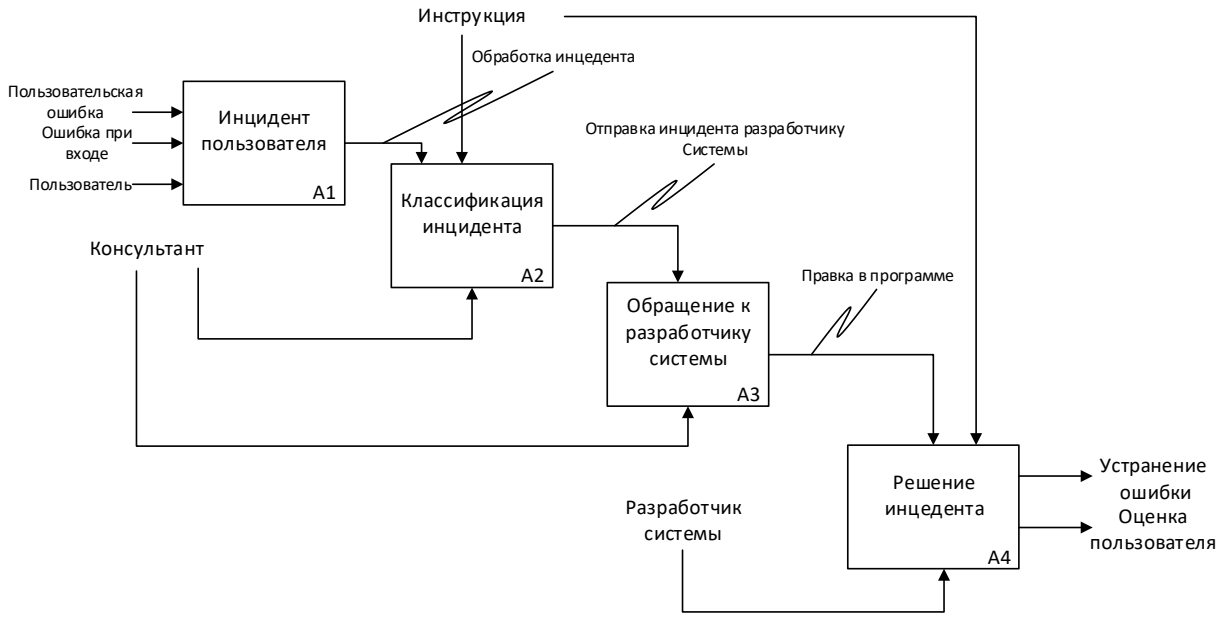


Рис.4. Диаграмма декомпозиции блока A-0 (остановка системы)

Моделирование деятельности IT-подразделения с точки зрения системного анализа может быть представлено следующими семью компонентами:

IT-pod ={ Met_ IT-pod, L_ IT-pod, P_ IT-pod, T_ IT-pod, I_ IT-pod, O_ IT-pod }, (1)

где Met_IT-pod – методическое обеспечение: совокупность документов, регламентирующих деятельность подразделения;

L_IT-pod – лингвистическое обеспечение: совокупность используемых языковых средств, а также правил формализации естественного языка в целях повышения эффективности обработки информации;

P_IT-pod – программное обеспечение: совокупность программ, обеспечивающих информационную поддержку;

T_ IT-pod – техническое обеспечение: совокупность всех технических средств (ЭВМ и периферийное оборудование, включая устройства связи человека и ЭВМ, устройства для изготовления технической документации, аппаратуру передачи данных между удаленными техническими средствами);

I_ IT-pod – информационное обеспечение: совокупность сведений содержащихся в БД, необходимых для выполнения разработки;

O_IT-pod – организационное обеспечение: совокупность документов, устанавливающих организационную структуру, права и обязанности пользователей и эксплуатационного персонала.

Таким образом, функциональный анализ и моделирование деятельности IT-подразделения предприятия связан с объективной необходимостью формирования функциональной модели процесса разрешения Инцидента посредством бизнес-моделирования, что, в свою очередь, требует решить следующие задачи:

– описать функциональные задачи для формирования единого понимания предлагаемой структуры IT-подразделения;

– спроектировать функциональную модель как иерархию диаграмм;

– установить требования к функциональной модели.

На основе детального анализа и изучения функций IT-подразделения, должна быть сформирована функциональная модель процесса разрешения Инцидента и других функций, выполняемых сотрудниками этого подразделения.

Список литературы

1. Р 50.1.028-2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования [Текст]. – Введ. впервые; действует с 02-072001. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 49 с.

2. Автоматизация управления предприятием / В. В. Баронов, Г. Н. Калянов, Ю. И. Попов и др. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 239 с.

3. Методология функционального моделирования IDEF0: Руководящий документ (РД IDEF0 – 2000) [Текст]. – М. : Госстандарт России, 2000. – 75 с.

УДК 004.89

РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО НОСИМОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНЕШНИХ ВРЕДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧЕГО НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Симонова А.Г., Тынянских М.И.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)

ФГАОУ ВО НИТУ «МИСиС»

anna_simonova@list.ru, Mosish1@yandex.ru

DEVELOPMENT OF AN INDIVIDUAL WEARABLE DEVICE TO ASSESS THE EXTERNAL HARMFUL EFFECTS AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE WORKER AT THE PRODUCTION SITE

Simonova A.G., Tynianskikh M.I.

Stary Oskol Institute of Technology named afrer. A.A. Ugarov, branch of the National Research Technological University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 Stary Oskol Belgorod region, Russia

Аннотация: *в статье рассмотрены теоретические основы производственного травматизма на предприятии. Изучена статистика производственных травм на предприятии в России, и предложены решения по снижению несчастных случаев на промышленном производстве.*

Ключевые слова: производственный травматизм, условия труда, информационные технологии, производство, несчастные случаи, устройство.

Abstract: *the article discusses the theoretical foundations of industrial injuries at the enterprise. We studied the statistics of industrial injuries at an enterprise in Russia, and proposed solutions to reduce accidents in industrial production.*

Key words: industrial injuries, working conditions, information technology, production, accidents, device.

Обеспечение безопасных условий труда является одной из важных проблем, к решению которых стремится государство и общество. Состояние условий труда -это важнейший социально-экономический показатель, который характеризует уровень научно-технических достижений [1]. Стоит отметить, что отношение государства к

сохранению жизни и здоровья своих граждан, продолжает оставаться на низком уровне в нашей стране.

Прямым следствием неудовлетворительных условий труда работников и охраны труда на предприятиях стала профессиональная заболеваемость и производственный травматизм.

Согласно федеральному закону № 426 «О специальной оценке условий труда» вредными условиями труда являются те условия труда, при которых уровни воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда [2]. Иными словами, это такие условия труда при которых увеличивается риск повреждения здоровья человека.

Стоит также отметить, что производственный травматизм продолжает оставаться одной из самых значимых социально-трудовых проблем, как следствие неудовлетворительного состояния условий и охраны труда. Самое страшное то, что на производстве продолжает иметь место не только травматизм, но и присутствует риск летального исхода. Именно поэтому эта тема является актуальной в наши дни. Объектом исследования может выступать любое промышленное предприятие.

Целью данной разработки является совершенствование способов повышения безопасности условий труда работников предприятий производственной отрасли. Необходимо решить следующие *задачи*:

1. Изучить теоретические основы травматизма на предприятии;
2. Проанализировать количество несчастных случаев в РФ;
3. На основе анализа интерпретировать полученные результаты и разработать рекомендации на основе которых будет разработано устройство по снижению риска производственных травм на промышленных предприятиях;

Производственная травма (трудовое увечье) – это следствие действия на организм различных внешних, опасных производственных факторов. Чаще производственная травма – это результат механического воздействия при наездах, падениях или контакте с механическим оборудованием. Обобщены статистические данные о профтравматизме в России, предоставлены Федеральной службой государственной статистики. Для наглядности сведем эти данные в таблицу 1 [3].

Анализ показал, что в рассмотренный период времени наблюдается положительная тенденция снижения производственного травматизма, в том числе снижения количества погибших в результате несчастных случаев на производстве. Таким образом, количество

пострадавших в результате несчастного случая на производстве в период с 2016 по 2018г снизилось на 10% или на 2,8 тыс. чел.

Несмотря на положительную динамику снижения несчастных случаев на производстве, они все равно имеют место быть. Анализ производственного травматизма в зависимости от вида экономической деятельности показал, что в число видов экономической деятельности с наибольшей численностью травмированных вошли такие виды деятельности как обрабатывающее производство, транспорт, сельское хозяйство, строительство, добыча полезных ископаемых.

Таблица 1 - Статистика производственного травматизма в Российской Федерации

Годы	2016	2017	2018
Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве, тыс.чел.	28,2	26,7	25,4
Мужчины	19,7	18,6	17,6
Женщины	8,5	8,1	7,8
Из них со смертельным исходом	1,29	1,29	1,14
Мужчины	1,20	1,21	1,07
Женщины	0,09	0,08	0.07

Основными видами несчастных случаев согласно статистике [3] являются (рисунок 1):

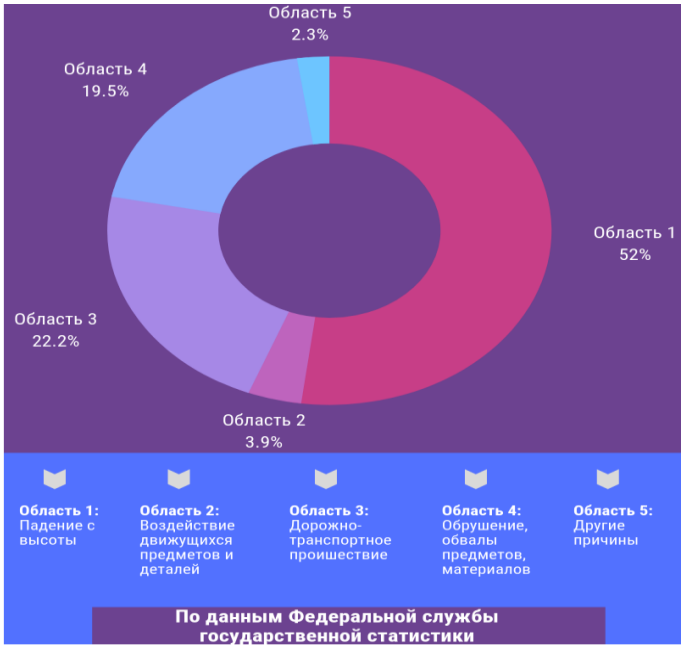


Рис. 1 - Основные виды несчастных случаев

Многое в возникновении травм зависит от характера технологического процесса и организации труда. Эти взаимосвязанные факторы не всегда рассматриваются с позиций профилактики травматизма при их разработке, в результате чего иногда допускаются излишние манипуляции, встречные или перекрещивающиеся потоки транспортных коммуникаций, нерациональное или даже опасное складирование сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, опасные приемы работы и т. п. Нерациональное или неприспособленное технологическое оборудование и инструменты, и тем более их неисправность также являются причиной травм [4].

Все вышеперечисленные факторы являются общими причинами, порождающими травматизм. Непосредственными же причинами травмирования на производстве могут быть разные моменты. Наиболее частыми из них являются: падение рабочего с высоты, падение тяжестей, отлетание деталей, осколков или инструментов, попадание рукой или другими частями тела в механизмы или другое движущееся оборудование, удары инструментом по руке, ноге или другим частям тела, попадание в глаза пыли, мелких осколков и т. п., отлетание горячих искр, соприкосновение с горячими поверхностями или жидкостями, проводниками, находящимися под током, едкими жидкостями и другими веществами.

Разрабатываемое устройство должно оценивать не только состояние здоровья, но и внешние воздействия в режиме реального времени, то есть измерять температуру, частоту сердечных сокращений, уровень шума, вибрации и других внешних факторов. Устройство должно синхронизироваться с сервером с последующим преобразованием и анализом полученных данных. В результате анализа должна быть реализована возможность уведомления о критических ситуациях и нахождении работника в опасной зоне.

Также к данному устройству подразумевается разработка информационной системы с web интерфейсом, которая предоставляет возможность автоматизированного удаленного контроля за состоянием работника. Среди преимуществ можно отметить максимальное удобство работников при наилучшем согласовании датчиков с их телом, а также: обеспечение малого потребления энергии, обеспечение доступности прибора за счет недорогой цены и достижение наилучших метрологических характеристик. Из всего вышенаписанного можно сделать вывод, что применение данного устройства позволит сократить риск производственных травм в результате несчастных случаев на предприятии.

Список литературы

1. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://wikipedia.org. - (дата обращения: 21.09.2019)

2. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 27.12.2018) "О специальной оценке условий труда" — [Электронный ресурс]— Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 28.09.2019).

3. Федеральная служба государственной статистики / [Электронный ресурс] - Режим доступа: *http://www.gks.ru/* – (дата обращения 21.09.2019)

4. Янчий С. В., Дегтярев Н. Д. Анализ причин производственного травматизма в организации на основе применения статистического метода // Молодой ученый. — 2017. Режим доступа: https://moluch.ru/archive/138/38850/ (дата обращения: 30.09.2019).

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА ПРОГРАММЫ ТРЕНИРОВОК

Симонова А.Г.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)

ФГАОУ ВО НИТУ «МИСиС»

anna_simonova@list.ru

DEVELOPMENT OF THE EXPERT TRAINING PROGRAM SELECTION MODULE

Simonova A.G.

Stary Oskol Institute of Technology named afrer. A.A. Ugarov, branch of the National Research Technological University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 Stary Oskol Belgorod region, Russia

Аннотация: *В статье рассматривается подбор программы тренировок при помощи экспертной системы.*

Ключевые слова: информационная система, разработка, экспертная система, модель представления знаний

Abstract: *In article was considered one of methods of assessment of quality of teaching with helping of students.*

Keywords*:* information system, development, education, quality of study.

В настоящее время спортивная индустрия занимает одну из лидирующих позиций в сфере услуг. Все больше людей уделяют внимание своему здоровью и физической форме, посещая специализированные заведения: тренажерные залы и фитнес-клубы.

У посетителей тренажерного зала, не имеющих опыта занятий и желающих заниматься без тренера могут возникнуть проблемы с подбором необходимых упражнений и созданием на его основании программы тренировок. Неправильное составление тренировочного плана может привести не только к недостижению цели, но и к получению результата, обратного желаемому. Для решения данной проблемы предлагается разработать экспертную систему подбора программы тренировок.

Экспертная система (ЭС) – это информационная система, основанная на знаниях эксперта и позволяющая частично заменить его при решении конкретной задачи. Пользователем ЭС является человек, который хочет получить совет в результате ответов на вопросы, задаваемые системой [1].

Модели представления знаний, используемые в экспертных системах:

– продукционная модель – совокупность правил вида «ЕСЛИ ‘условие’, то ‘следствие'»;

– сетевая модель или семантическая сеть – граф, вершинам которого соответствуют понятия предметной области, а дугам – отношения между ними;

– использовании фреймов (минимально возможных описаний некоторых сущностей);

– логическая модель – модель представления знаний, основанная на логике высказываний и предикатов.

После изучения существующих моделей представления знаний было решено использовать продукционную модель. Она является наиболее подходящей в тех случаях, когда правил немного, как в нашей экспертной системе, кроме этого она проста в составлении и модификации, понятна и удобна, что делает ее идеальным вариантом.

Для составления базы правил определим параметры экспертной системы и их возможные значения:

1. Пол:
– Мужской;
– Женский.
2. Возраст:
– До 27;
– 28-45;
– От 46.
3. Желаемое количество тренировок:
– Одна тренировка в неделю;
– Две тренировки в неделю;
– Три тренировки в неделю;
– Четыре тренировки в неделю.
4. Уровень физической активности:
– Низкий (сидячая работа, минимальная физическая активность в течение дня);
– Средний (работа, связанная с небольшим физическим трудом, активная ходьба, дополнительная физическая активность в виде танцев, плавания и т.д.);

– Высокий (работа, связанная с высокими физическими нагрузками, ежедневная физическая активность в виде занятий спортом).

5. Цель тренировок:

– Сбросить вес;

– Набрать мышечную массу;

– Укрепить здоровье.

6. Стаж тренировок:

– Новичок;

– До двух лет;

– Более двух лет.

На основании данных параметров составим базу правил экспертной системы:

1) ЕСЛИ (Пол = ‘Мужской’) И (Возраст = ‘До 27’) И (Желаемое количество тренировок = ‘Одна тренировка в неделю’) И (Уровень физической активности = ‘Низкий’) И (Цель тренировок = ‘Сбросить вес’) И (Стаж тренировок = ‘Новичок’), ТО ‘Программа тренировок №1’.

2) ЕСЛИ (Пол = ‘Мужской’) И (Возраст = ‘До 27’) И (Желаемое количество тренировок = ‘Одна тренировка в неделю’) И (Уровень физической активности = ‘Низкий’) И (Цель тренировок = ‘Сбросить вес’) И (Стаж тренировок = ‘До двух лет’), ТО ‘Программа тренировок №2’.

3) ЕСЛИ (Пол = ‘Мужской’) И (Возраст = ‘До 27’) И (Желаемое количество тренировок = ‘Одна тренировка в неделю’) И (Уровень физической активности = ‘Низкий’) И (Цель тренировок = ‘Сбросить вес’) И (Стаж тренировок = ‘Более двух лет’), ТО ‘Программа тренировок №3’.

4) ЕСЛИ (Пол = ‘Мужской’) И (Возраст = ‘До 27’) И (Желаемое количество тренировок = ‘Одна тренировка в неделю’) И (Уровень физической активности = ‘Низкий’) И (Цель тренировок = ‘Набрать мышечную массу’) И (Стаж тренировок = ‘Новичок’), ТО ‘Программа тренировок №4’.

5) ЕСЛИ (Пол = ‘Мужской’) И (Возраст = ‘До 27’) И (Желаемое количество тренировок = ‘Одна тренировка в неделю’) И (Уровень физической активности = ‘Средний’) И (Цель тренировок = ‘Набрать мышечную массу’) И (Стаж тренировок = ‘До двух лет’), ТО ‘Программа тренировок №5’. И так далее.

Работа с экспертной системой строится следующим образом: выбранные пользователем параметры сравниваются с базой правил, в результате совпадения пользователь получает подходящую программу тренировок. Алгоритм работы модуля экспертной системы представлен на рис. 7.

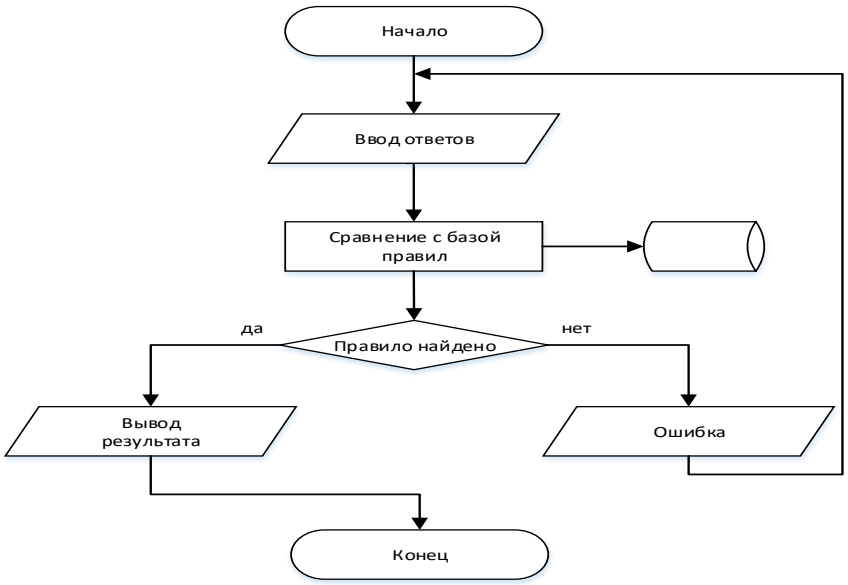


Рис. 1. Алгоритм работы модуля экспертной системы

База знаний представлена в виде таблицы, в которой каждому правилу соответствует строка, содержащая условие и ответ, выдаваемый при его совершении. Структура базы данных экспертной системы представлена на рис. 2 [2].

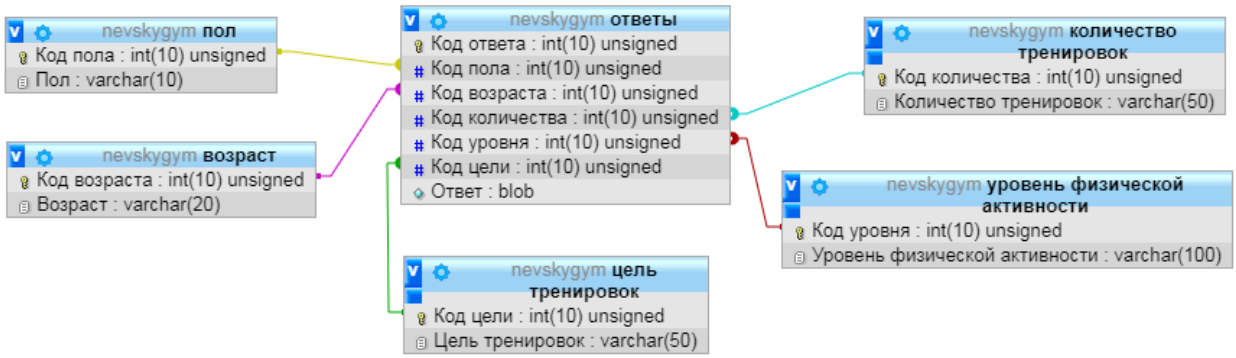


Рис. 2. Структура базы данных экспертной системы

Список литературы

1. Каталог CMS [Электронный ресурс]: https://cmsmagazine.ru/catalogue/

2. ГОСТ 34.003 – 90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-34-003-90/

УДК 004.7

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА НА КРУПНОМ И ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ АО «ЛГОК»

Соловьев А.Ю., Манюшко А.М.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Старый Оскол

solovyov.anton@gmail.com, gams2@bk.ru

NETWORK TRAFFIC OPTIMIZATION AT A LARGE AND GEOGRAPHICALLY DISTRIBUTED ENTERPRISE OF JSC LGOK

Solovyov A.Y., Manushko A.M.

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology "MISiS", Stary Oskol

solovyov.anton@gmail.com, gams2@bk.ru

Аннотация: *В статье приводится проблема по оптимизации сетевого трафика на крупном предприятии. Проблема рассматривается как с позиции безопасности сетевого трафика, так и с позиции его сжатия, с целью увеличения пропускной способности каналов передачи. Приводятся типовые решения по устранению данной проблемы.*

Ключевые слова: сетевой трафик, безопасность данных, сжатие трафика, оптимизация трафика.

Abstract: *The article presents the problem of optimizing network traffic in a large enterprise. The problem is considered both from the security position of network traffic, and from the position of its compression, in order to increase the throughput of transmission channels. Typical solutions to resolve this problem are provided.*

Key words: network traffic, data security, traffic compression, traffic optimization.

Крайне важным аспектом стабильного развития крупной компании является обмен информацией между его отдельными субъектами. Линии связи – это артерии предприятия, по которым течет трафик, несущий в себе крайне важную для функционирования информацию. Быстрый обмен данными, поддержание целостности переданной

информации и защита ее от изменения или хищения – актуальная и важная задача в текущий век информационных технологий.

Особенно, данные проблемы важны для крупных и территориально распределенных компаний, в которых кроме локального трафика, защищаемого местными структурами, имеется и внешний трафик, передающийся в другие города или страны по общим линиям связи. Одним из таких предприятий является АО «ЛГОК».

И если локальный, внутренний трафик возможно обезопасить, проводя профилактику корпоративного шпионажа, то передаваемые данные по общим сетям оказываются в крайне серьезной опасности изменения или хищения, а даже самое малейшее вмешательство в данные крупного предприятия может стоить огромный сумм денег.

Также, кроме задач по защите информации, перед информационными специалистами предприятия всегда стоит задача по оптимизации трафика, его возможному сжатию для увеличения пропускной способности и скорости передачи данных.

С ростом и территориальной распределенностью предприятия, пропорционально растет и передаваемый по сетям объем информации. И когда пропускной способности текущей сети организации начинает нахватать, появляется два пути решения появившейся проблемы – или увеличивать пропускную способность канала, что крайне дорогой, сложный и долгий процесс, или оптимизация трафика, что в любом случае более благоприятно скажется на всей сети.

В крупных компаниях чаще всего прибегают к такому способу решения проблем снижения нагрузки на сетевое оборудование, как покупка более мощных аппаратных средств.

Данный способ решения поставленной задачи крайне неэффективен, по причине того, что ведет к большим временным, трудовым и денежным затратам. Кроме этого, потребуется закупка и монтаж нового оборудования, что в рамках крупного и территориально распределенного предприятия режимного типа может сильно затянуть проект.

Помимо того, что банальная замена сетевого оборудования это крайне дорого решение проблемы, оно еще и имеет временный эффект. Замена оборудования будет проводиться в основных (узловых) точках, где проходит основная часть сетевого трафика. Увеличится скорость обработки сетевых пакетов сетевым оборудованием, но объем

сетевого трафика не изменится и все опять упрется в максимальный размер канала передачи данных.

Кроме проблемы разгрузки сетевого оборудования и канала передачи данных имеется задача по повышению безопасности передачи данных по локальной и глобальной сети.

Внутренняя и внешняя сети передачи данных - одно из важнейших деталей в механизме современного предприятия. Обмен данными внутри и между предприятиями осуществляется круглосуточно и не только рабочим и управляющим персоналом, но и автоматизированными системами, системами мониторинга и наблюдения, а также различными вспомогательными программно-аппаратными комплексами. И надежная, быстрая и безопасная передача данных - залог успешного функционирования и развития крупного предприятия.

Существующая проблема в сети комбината АО «ЛГОК» заключается сразу в нескольких аспектах:

- большой объем передаваемого трафика, что в свою очередь создает проблемы перегрузки канала передачи данных, снижению скорости передачи информации, а также к перегрузке и раннему выходу из строя сетевого оборудования;
- пики нагрузки разных типов трафика в зависимости от времени рабочего дня, что приводит к полному заполнению канала передачи данных и сильной просадке общей скорости передачи данных на узле и в сети в целом;
- низкая защищенность передаваемого трафика по внешним сетям между компаниями холдинга, а также внутри самого предприятия.

Все вышеперечисленные проблемы не позволяют компании достаточно развиваться в информационном плане, что плохо сказывается на эффективности функционирования предприятия как единого организма, ведь именно сети передачи данных объединяют все цеха и управления всего холдинга.

Все существующие на текущий момент способы решения описанных проблем заключаются в увеличении мощности сетевого оборудования и в уменьшении объема передаваемого трафика путем вырезания ненужных сетевых функций из ПО. Данный подход имеет низкую эффективность и высокие денежные и временные затраты.

Для решения описанных выше проблем наиболее эффективным решением может оказаться применение программно-аппаратного комплекса по оптимизации WAN/LAN – локальной и глобальной сетей предприятия. Данное решение позволяет без детального

исследования сети, в короткие сроки и за не большой бюджет повысить производительность сетевых приложения, снизить нагрузку на сетевой канал передачи данных и повысить защищенность передаваемой информации.

Чтобы ускорить сетевой трафик, в ЦОД и филиалах компании устанавливают специальные устройства. Их называют контроллерами оптимизации WAN (WAN Optimization Controller, WOC).

Оборудование WOC обычно подключается к маршрутизаторам глобальной сети со стороны локальной сети (см. Рисунок 1), или между узловыми точками в локальной сети предприятия.

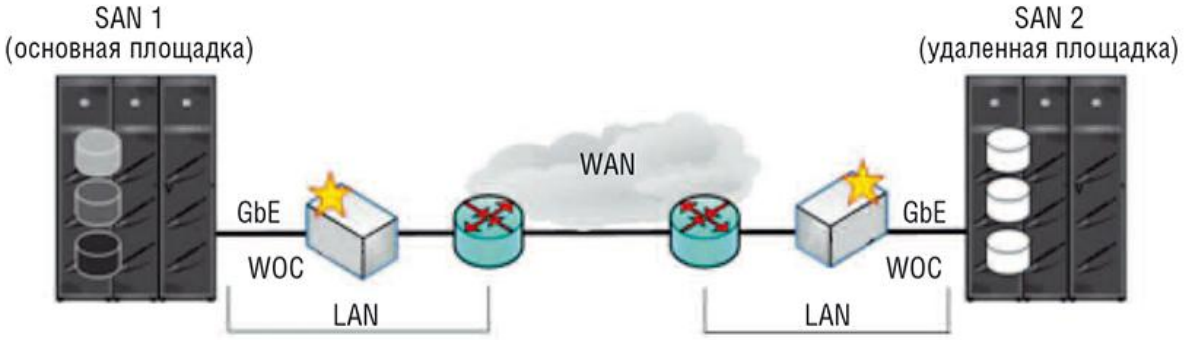


Рис 1. Контроллеры оптимизации обычно устанавливаются за маршрутизаторами на обоих концах канала WAN

В контроллере оптимизации сети используются самые различные способы и алгоритмы оптимизации трафика:

- компрессия,
- шифрование,
- приоритизация,
- кэширование, и т.д.

Обычно WOC используют алгоритмы потокового сжатия LZ, эффективность которого зависит от типа трафика. Данные страниц HTML сжимаются достаточно хорошо, в то время как с зашифрованными данными это сделать невозможно. Дедупликация позволяет сократить объем передаваемой по сети информации на 65–95% [1].

С методами аппаратного сжатия комбинируется кэширование данных при доступе к файловым и другим ресурсам. Кэширование означает, что, когда сотрудник филиала загружает файл с центрального сервера, WOC сохраняет локальную копию файла и применяет к ней изменения, синхронизируя их с файлом на сервере. Устройства могут

кэшировать уже переданные данные и в дальнейшем передавать только ссылки на них [1].

Список литературы

1. Сергей Орлов. Оптимизация сетевого трафика OSP.RU [Электронный ресурс] URL:https://www.osp.ru/lan/2014/11/13043730/ (Дата обращения 08.10.2019)

УДК 519.2

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СИНГУЛЯРНО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ОКАТЫШИ КОМПАНИИ «МЕТАЛЛОИНВЕСТ»

Соловьев А.Ю., Псарев А.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Старый Оскол

ООО "Джи Эс Эй Групп"

solovyov.anton@gmail.com

APPLICATION OF THE SINGULAR-SPECTRAL ANALYSIS METHOD FOR FORECASTING DEMAND FOR PELLETS OF METALLOINVEST COMPANY

Solovyov A.Y., Psarev A.A.

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology "MISiS", Stary Oskol

LTD JSA Group

solovyov.anton@gmail.com

Аннотация: *В статье рассматривается возможность применения метода сингулярно-спектрального анализа для прогнозирования спроса на металлизированные окатыши. Оценивается точность прогнозирования, в частности угадывание направление движения временного ряда.*

Ключевые слова: прогнозирование, сингулярно-спектральный анализ, металлизированные окатыши.

Abstract: *The article discusses the possibility of using the method of singular-spectral analysis to predict the demand for metallized pellets. The accuracy of forecasting is estimated, in particular, guessing the direction of movement of the time series.*

Key words: orecasting, singular-spectral analysis, metallized pellets.

Введение

Каждая успешная компания, например, «Металлоинвест» – один из самых успешных горно-металлургических холдингов в России часто прибегает к составлению

прогнозов спроса на их производимую продукцию, т.к. правильно составленный прогноз может помочь избежать дефицита или избытка запасов на складе, простоя или перегрузку рабочих мест, сбоев в составлении расписания сбыта и закупок, и т.д.[1]

Для исследований возможности прогнозирования на металлургическую продукцию были выбраны металлизированные окатыши. В качестве метода прогнозирования был выбран метод сингулярно-спектрального анализа.

Сингулярный спектральный анализ (англ. singular spectrum analysis, SSA) – это метод раскладывающий одномерный временный ряд в многомерный с последующим преобразованием, т.е. выделения шума и основных составляющих временного ряда. Данный метод, в отличии от классических моделей, не зависит от стационарности временного ряда, наличия сезонности, тренда и других периодических компонентов. SSA применяется во многих сферах деятельности человека, от физики и биологии до финансов и экономики [2]. Метод позволяет отделять шум от данных, находить скрытые закономерности и периодичности, а также проводить прогноз возможного поведения данных.

Экспериментальные исследования

На рис.1. изображен временной ряд, отражающий объем продаж металлизованных окатышей производства АО «ОЭМК», за период с января 2010 года по март 2018. При этом реальные данные были изменены (данные были до множены на коэффициент), исходя из экономической безопасности предприятия. Данное преобразование никак не отразится на точности составления прогноза.



Рис. 1. График продажи металлизованных окатышей за с января 2010 по март 2018

На данном графике визуально видно, что данные не имеют явные сезонность, цикличность или какой-либо общий тренда развития.

Далее, для построения прогноза спроса, воспользуемся сингулярно-спектральным анализом (SSA). Прогнозирование было проведено с помощью специально разработанной программы «CaterpillarSSA 3.40», которая содержит в себе механизм последовательно выполняющий алгоритм SSA-метода:

1) Вложение;

2) Сингулярное разложение (SVD);

3) Группировка;

4) Диагональное усреднение (восстановление одномерного ряда).

Программная реализация алгоритма работы сингулярно-спектрального анализа:

1) Вложение:

Исходными данными является временной ряд проданного объема металлизованных окатышей. Объем проданных окатышей представлен на рис.2.

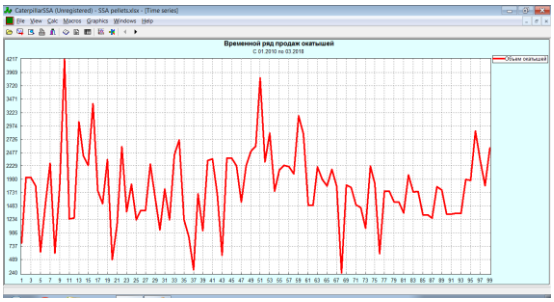


Рис. 2. График продаж построенный в программе CaterpillarSSA

Начальное количество точек (N) составило 99, длина окна (L) была взята произвольно и составила 50 точек, а количество элементов в строке траекторной матрицы (K) составило 50 (рис.3.). По значениям N, L, K была построена матрица, размерностью L x K:

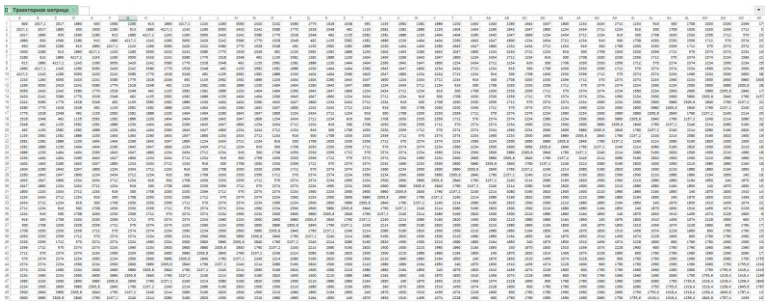


Рис. 3. Траекторная матрица L x K

Видно, что данная матрица является ганкелевой, т.е. на всех диаганалях матрицы стоят равные элементы. Далее, после получения траекторной матрицы, было произведено ее сингулярное разложение

2) Сингулярное разложение:

Для удобного представления значимости сосбственных троек, представим их значения в процентном соотношении.

Исходя из полученного графика, можно составить мнение, что наиболее значимая собственная тройка – первое, т.к. ее значимость в равна 88%.

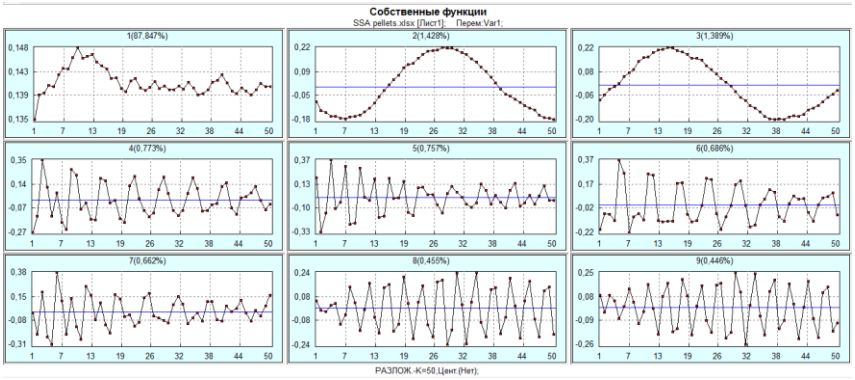


Рис. 4. Сосбственные числа и собственные тройки в процентах

Матрица собственных векторов представляет из себя матрицу перехода к главным компонентам исходного ряда, при этом собственные тройки рассматривают как вклад главных компонент в общее информационное содержание исходных данных. Исходя из полученных значений матриц P и V, были программно вычислены графики главных компонентов.

Визуальное изучение собственных троек позволяет сделать следующие выводы:

– Первая функция относится к тренду;

– Вторая и третья функции – периодические компоненты;

– С четвертой по последнюю функции – шум.

3) Группировка:

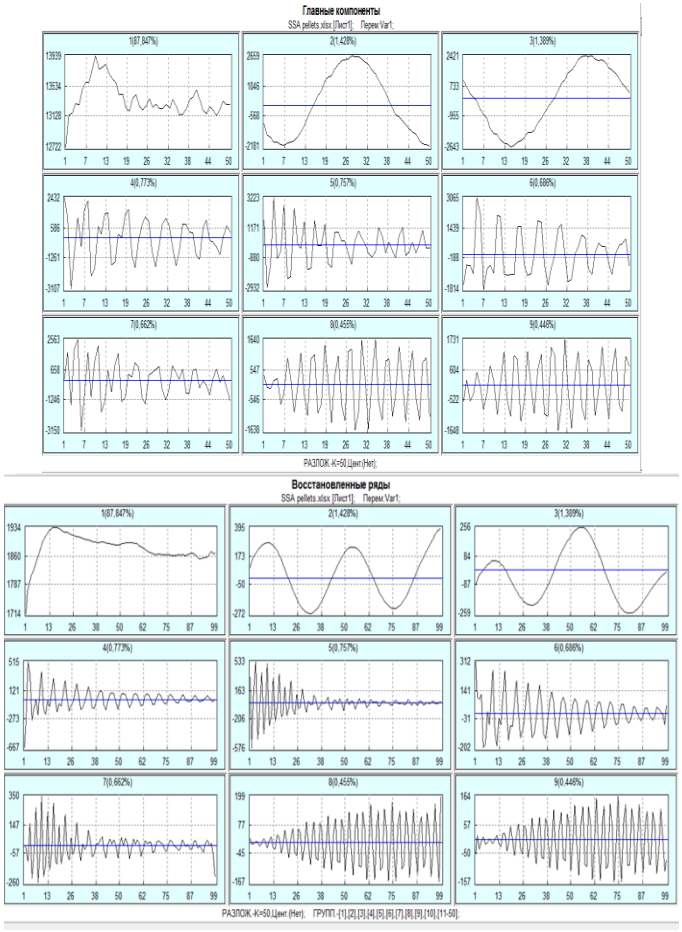


Рис. 5. Графики главных компонент и восстановленных рядов

Далее происходит этап группировки, т.е. выделение из главных компонентов значимых значений, выделяющие тренд и периодику, при этом убирая шум (избыточные данные). Для этого отдельно сгруппируем значения компонент с 1-ой по 10-ю, а остальные будем учитывать как шум:

Для восстановление одномерного ряда будут использованы первая, вторая и третья компоненты, т.к. их графики имеют тренд и периодику и не являются шумом.

4) Диагональное усреднение:

Ключевым элементом метода SSA – диагональное усреднение или восстановление одномерного ряда. Выбрав главные компоненты и убрав весь шум, производится восстановление значений исходного ряда. Далее, аппроксимация исходного ряда, используя реккурентный метод аппроксимации

Далее, выбираем метод прогноза на 3 точек вперед. Метод прогнозирования рекуррентный, базовый ряд прогноза – исходный

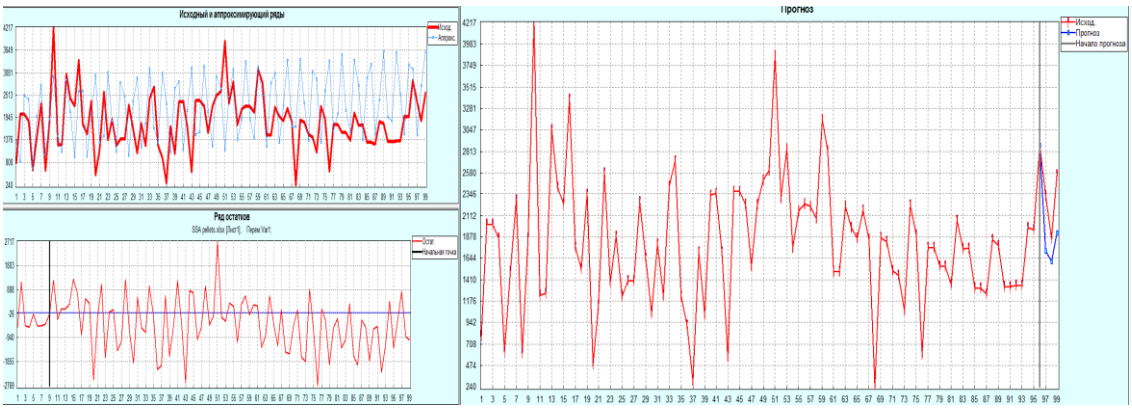


Рис. 6. График соотношения начальных данных и аппроксимированных спрогнозированный временной ряд

Сравнение полученных данных с фактом в таблице 1:

Таблица 1. Движения трендов SSA

Точки на графике	Факт	Прогноз SSA
97	2331↓	1725,42↓
98	1866↓	1607,55↓
99	2560↑	1917,96↑

Среднеквадратичная ошибка составила 530,95. Полученные результаты – 1725,42; 1607,55; 1917,96. Исходя из полученных графика и таблицы видно, что прогноз получился достаточно точным и угадывает линии тренда (3 из 3), имеющиеся в реальных данных.

Список литературы

1. Металлоинвест — горно-металлургическая компания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.metalloinvest.com/about/company-profile// (Дата обращения: 10.10.2019).

2. Голяндина Н.Э. Метод «Гусеница»-SSA: прогноз временных рядов: учеб. пособие / Н.Э. Голяндина. – Санкт-Петербург: Пресском, 2003. – 55 с.

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА КОНТУРА УПРАВЛЕНИЯ КАМЕРНОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА

Уварова Л.В.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Старый Оскол

e-mail: uva1865@mail.ru

DEVELOPMENT OF A CONTROL CIRCUIT FOR A CHAMBER ELECTRIC FURNACE USING A THYRISTOR REGULATOR

Uvarova L.V.

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology "MISiS", Stary Oskol

uva1865@mail.ru

Аннотация: *В статье рассматривается камерная электропечь типа СНЗ, плавильно-термического отделения УРЭЭО ЭЭРЦ ОЭМК, предназначенная для термической обработки металла для дальнейшей обработки. Для повышения надежности работы системы управления разработан контур регулирования температуры в печи с использованием тиристорного регулятора, что в свою очередь приводит к стабилизации температурного режима при уменьшении затрат на потребление электроэнергии.*

Ключевые слова: система управления; электропечь; контур регулирования; надежность.

Abstract: *The article discusses a chamber electric furnace of the SNZ type, melting and thermal separation of the UREEO EERC OEMK, intended for heat treatment of metal for further processing. To increase the reliability of the control system, a temperature control circuit in the furnace was developed using a thyristor controller, which in turn leads to stabilization of the temperature regime while reducing the cost of electricity consumption.*

Key words: control system; electric furnace; regulation loop; reliability.

Введение

Камерные электропечи сопротивления находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Электропечи типа СН3 предназначены для нагрева изделий в защитной атмосфере до температуры 1000 ^{O}С и 1200 ^{O}С. В электропечах СН3 при температуре 1200 ^{O}С можно обрабатывать изделия из высоколегированных марок стали. Электропечь СНЗ-8 16 5-12И4, предназначенная для термической обработки металла для дальнейшей обработки, располагается в плавильно-термическом отделении управления по ремонту электро-энергетического оборудования электроэнергоремонтного цеха (УРЭЭО ЭЭРЦ) ОЭМК на участке механизации технологических процессов. Материал, находящийся на складе металлов, поступает на участок подготовки производства. Затем поступает на участок механизации технологических процессов, где обрабатывается и идет после всей обработке в плавильно-термическое отделение на закалку в электропечь СНЗ-8 16 5-12И4 или идёт сразу на обработку в плавильно-термическое отделение в электропечь СНЗ-8 16 5-12И4 и после возвращается на участок механизации технологических процессов для дальнейшей обработки. Существующая система управления оборудованием печи выполнена на приборах локальной автоматики и релейной логики.

Управление исполнительными механизмами выполняет оператор с помощью кнопок и переключателей, установленных на дверце шкафа управления. При существующей системе автоматизации, регулирования температуры, посредством включения – отключения нагревательных элементов приводит к повышенному расходу электроэнергии, обладает низкой надёжностью, что приводит к частым отказам оборудования и связанными с ними простоями, а также повышенное влияние человеческого фактора, приводящее к необоснованным ошибкам в управлении технологическим процессом.

В связи с этим возникла необходимость внедрения системы управления регулирования температуры с использованием тиристорного регулятора. Тиристорный регулятор напряжения (ТРН-3) предназначен для плавного регулирования напряжения на активной нагрузке в стандартной сети 380 В, 50 Гц. Управление силовыми тиристорами может осуществляться, как фазоимпульсным методом, так и числоимпульсным. При выборе фазоимпульсного метода, регулирование осуществляется изменением угла

включения тиристора, а при числоимпульсном, изменением, количества импульсов включения при неизменном угле управления [4].

Моделирование системы.

Задача контура управления – обеспечить стабильность температуры в печи, что в свою очередь приводит к стабилизации температурного режима при уменьшении затрат на потребление электроэнергии.

Структурная блок- схема данного контура представлена на рис. 1[1, 2].

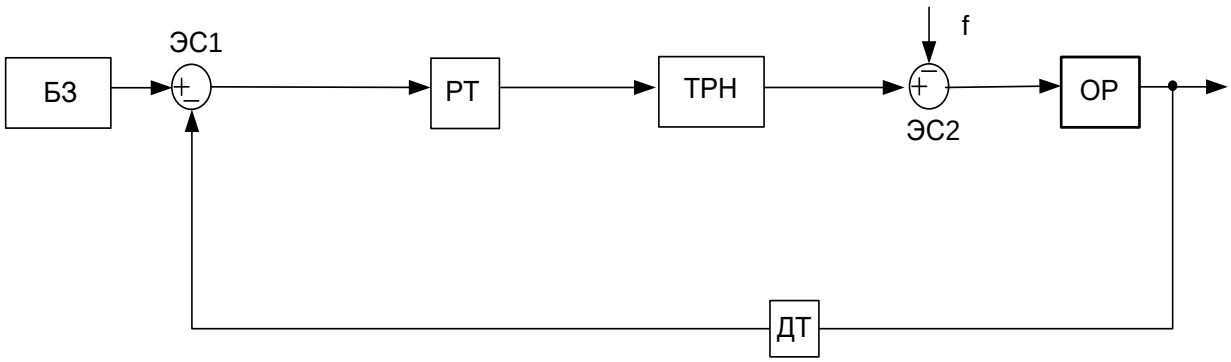


Рис. 1 Блок-схема

БЗ – блок задания; ЭС1,ЭС2 – элементы сравнения; РТ – регулятор температуры; ДТ – датчик температуры; ТРН - тиристорный регулятор напряжения; ОР-объект регулирования.

На основании расчетных данных параметров звеньев системы схемы в MatLab – Simulink создана математическая модель контура управления температурой в печи рис. 2 [2, 3].

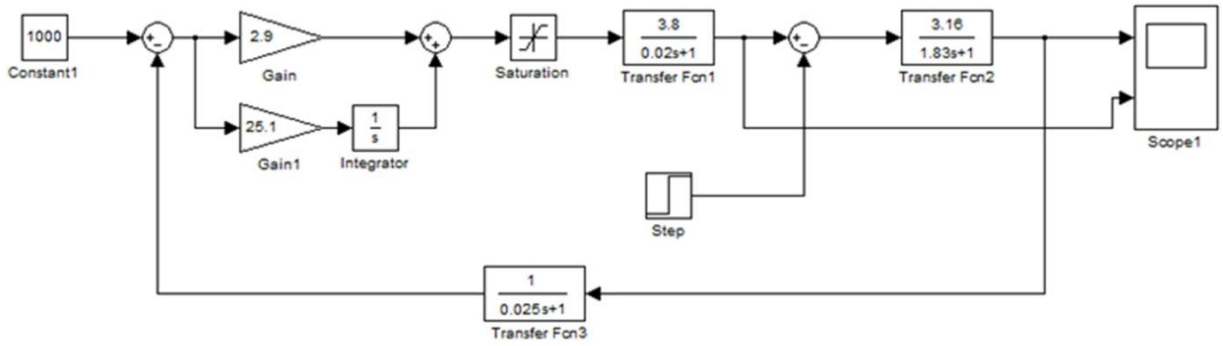


Рис. 2

Результаты моделирования представлены на рис. 3.

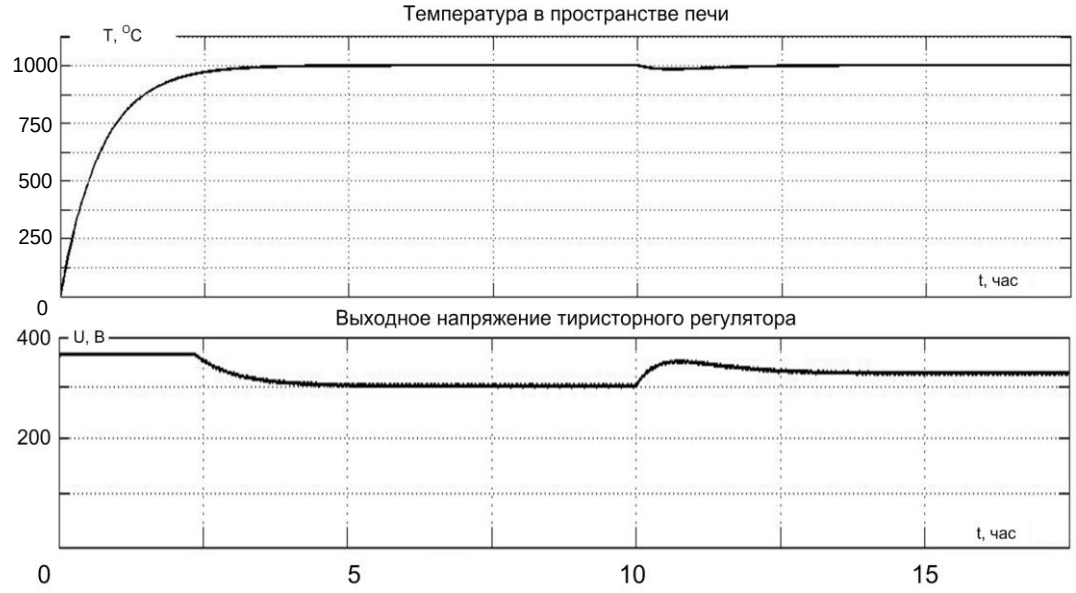


Рис. 3 График переходного процесса изменения температуры

Заключение

Система управления регулирования температуры с использованием тиристорного регулятора позволит обеспечить повышение стабильности работы системы автоматизации и как следствие, улучшение технико-экономических показателей работы плавильно-термического отделения УРЭЭО ЭЭРЦ ОЭМК и уменьшение вероятности возникновения аварийных ситуаций.

Список литературы

1. Техническая документация печи сопротивления СНЗ-8.16.5, 2015. - 33 с.
2. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств [Text]: учебное пособие/ А, А. Иванов — М.: Форум, 2011.-224 с.
3. Дьяконов В., Круглов В., MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. - Санкт-Петербург.: Питер. 2009.-448с.
4. Шандров Б.В., Чудаков А.Д. Технические средства автоматизации. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 368 с.

УДК 519.876.2

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОПЕРАТОРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ШАХТНОЙ ПЕЧЬЮ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Халапян С.Ю.[1], Ансимов М.Ю.[1]

[1]*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г. Старый Оскол*

APPLICATION OF INTELLIGENT SYSTEMS TO ENSURE THE REQUIRED QUALITY INDICATORS OF OPERATOR CONTROL OF THE MINE METALLIZATION FURNACE

Khalapyan S.Y.[1] , Anisimov M.Y,[1]

[1]*Stary Oskol's Technological Institute n.a. A. A. Ugarov (branch) of National University of Science and Technology "MISiS", Stary Oskol*

В современных автоматизированных системах управления сложными техническими объектами роль оперативного персонала зачастую не сводится лишь к наблюдению за ходом технологического процесса. В таких системах для обеспечения режимов функционирования объекта, близких к оптимальным, оператор активно участвует в управлении, формируя в реальном времени задания для локальных контуров регулирования. При этом велика вероятность совершения ошибки неопытным или низкоквалифицированным оператором. Также необходимо учитывать человеческий фактор, а именно усталость персонала к концу смены, рассеянность внимания, состояние здоровья, эмоциональное состояние. В данной статье произведен анализ работы оператора установки металлизации, предложено построение интеллектуальной СППР.

Ключевые слова: шахтная печь металлизации; автоматизированная система управления; операторское управление; интеллектуальные технологии.

Abstract. *The role of the operating personnel in the modern automated control systems of complex technical objects is often not limited to monitoring the progress of the technological process. In such systems, to ensure the operating modes of an object are close to the optimal ones, the operator is actively involved in the control, forming tasks for the local control loops in*

real time. At the same time, there is a high probability of making a mistake by an inexperienced or low-skilled operator. It is also necessary to take into account the human factor, namely the fatigue of the staff at the end of the shift, distraction, health, emotional state. This paper discusses the prospects of solving these problems by developing a decision support system based on intelligent technologies.
Key words: mine metallization furnace; automated control system; operator's control; intelligent technologies

В большинстве современных АСУ реального времени в стереотипных, типовых ситуациях управление процессом может осуществляться автоматически, без участия оперативного персонала, который осуществляет непрерывный контроль и активно включается в управление только при возникновении нештатных (конфликтных) ситуаций. Конфликтные ситуации связаны с высоким уровнем ответственности, характеризуются нестереотипностью и острым дефицитом времени на принятие решения.

В то же время, оператор шахтной печи металлизации АО «ОЭМК» постоянно участвует в процессе управления, что объясняется сложностью адекватного математического описания этого технологического объекта [1].

При этом оператор, решая задачу управления, часто руководствуется собственными интуитивными представлениями об объекте, о взаимосвязи технологических параметров. Особенно велика вероятность совершения ошибки неопытным или низкоквалифицированным операторским персоналом. Также нельзя не учитывать человеческий фактор, а именно усталость оператора к концу смены, рассеянность внимания, состояние его здоровья [2]. В таких условиях особую актуальность приобретает задача обеспечения требуемых показателей качества операторского управления технологическим процессом.

Оператор установки металлизации в процессе работы сталкивается со множеством технологических параметров и аварийных сообщений. При этом персоналу необходимо задавать уставки контуров регулирования с целью достижения необходимых показателей производства. Существенная инерционность объектов, задействованных в данном процессе, осложняет выбор правильных действий при управлении технологическим процессом. Действия, предпринятые работниками одной смены, могут дать результат уже при работе следующей смены.

Одним из важнейших агрегатов установки металлизации, реализующей процесс

Мидрекс, является реформер, в котором осуществляется конверсия природного газов. Проведенное исследование позволило разработать нечеткологическую модель реформера (рис. 1), по которой можно проследить основные технологические зависимости и понять, как изменение одного параметра могут повлиять на величины других. Так, расход природного газа, расход и температура топливного газа влияют на отопление реформера и, следовательно, на его температуру.

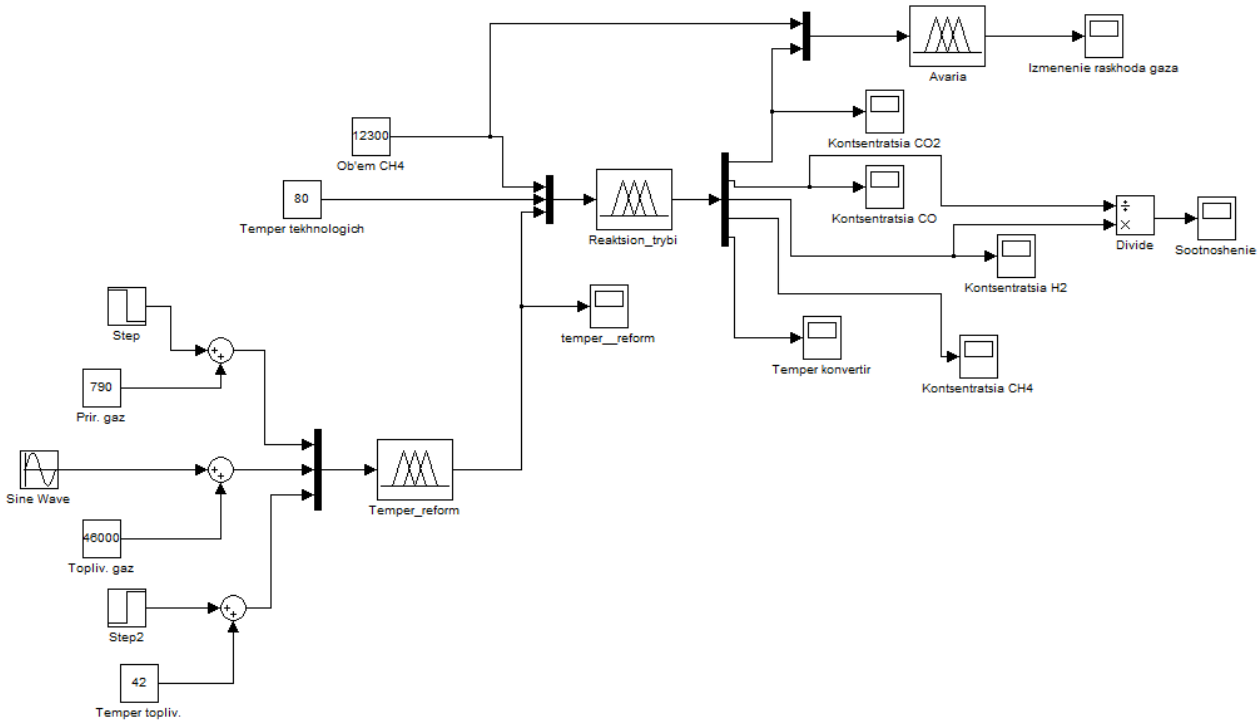


Рис.1. Нечеткологическая модель реформера

В реакционных трубах реформера происходит конверсия природного газа, то есть образование газа-восстановителя, содержащего в своем составе монооксид углерода и водород, необходимые для процесса металлизации железа. На объем и состав конвертированного газа влияют объем технологического и природного газов, вступающих в реакцию при необходимой температуре. Так как реакция является эндотермической, снижение температуры реформера может привести к уменьшению концентрации необходимых веществ на выходе. Превышение удельной доли метана после конверсии свидетельствует о неполном прохождении реакции. Данное явление может произойти вследствие недостаточного количества тепла, подводимого к трубам, низкой температурой технологического газа, либо большого объема CH_4, участвующнго в конверсии. Для должного восстановления железа необходимо соблюдать соотношение CO

и H_2 на выходе реформера. Температура конвертированного газа также должна соответствовать регламенту, так как она влияет на прохождение реакции восстановления железа в шахтной печи.

В момент времени 500 с смоделировано ступенчатое снижение расхода природного газа, подаваемого на вспомогательные горелки реформера. В момент времени 600 с происходит изменение температуры топливного газа. Расход топливного газа изменяется синусоидально. Эти изменения отражаются на температуре реформера (рис.2). В свою очередь температура реформера влияет на температуру конвертированного газа (рис.3), который производится в реакционных трубах в результате конверсии природного газа, и на концентрации восстановительных веществ (CO и H_2). По рис. 4, 5 можно оценить влияние температуры реформера, расхода природного газа и температуры технологического газа, подаваемых в реакционные трубы, на содержание необходимых веществ в выходящем из реформера газе.

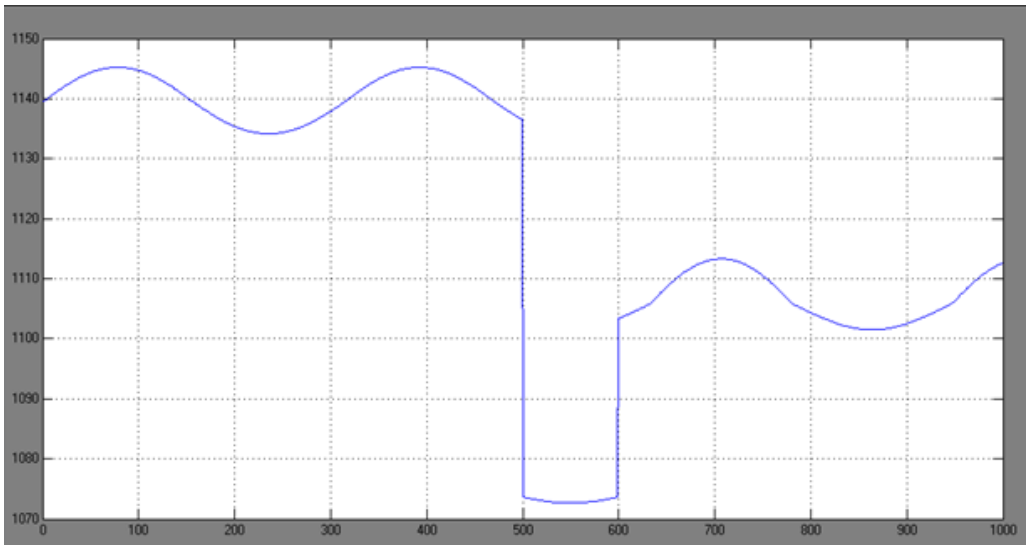


Рис.2 – Изменение температуры реформера

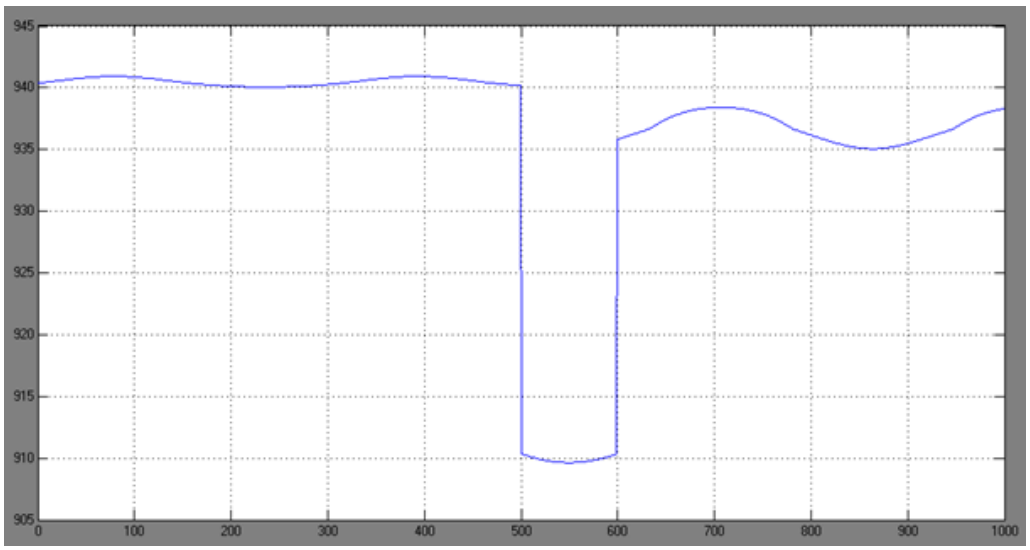


Рис.3 – Изменение температуры конвертированного газа

Модель также позволяет проверить возникновение аварийной ситуации: низкое содержание углекислого газа на выходе реформера является признаком процесса, в результате которого происходит разрушение никелевого катализатора, который участвует в процесс конверсии газа, благодаря ему происходит реакция реформинга.

Разработка интеллектуальной модели реформера проводится с целью создания СППР оператора установки металлизации либо тренажера, позволяющего неопытному оператору изучить взаимозависимости параметров объекта без риска для реального производства, что в конечном итоге приведет к улучшению качества операторского управления.

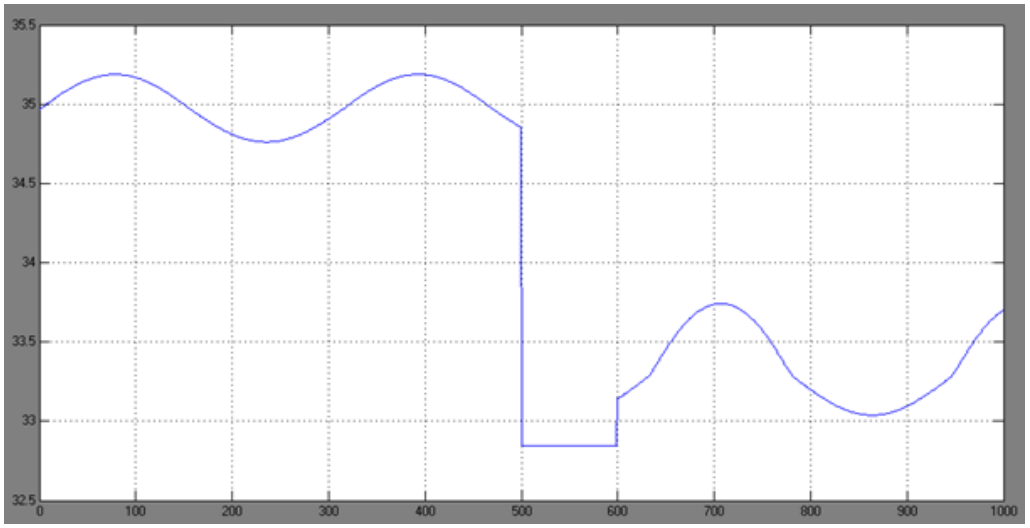


Рис.4 – Изменение концентрации CO в конвертированном газе

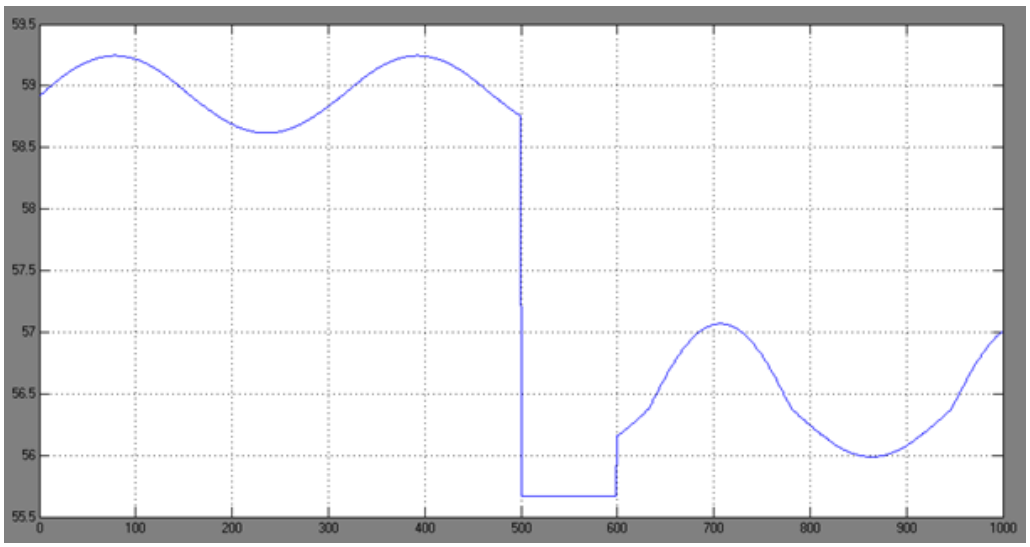


Рис.5 – Изменение концентрации H_2 в конвертированном газе

Список литературы

1. Еременко Ю.И., Халапян С.Ю., Полещенко Д.А., Ярмуратий Д.Ю. Разработка модели шахтной печи металлизации на основе технологии нейронных сетей // Мехатроника, автоматизация, управление. 2013. № 4. С. 56-60.

2. Еременко Ю.И., Халапян С.Ю., Ярмуратий Д.Ю., Невзоров А.А. О проблемах решения задачи автоматизированного управления шахтной печью на основе создания тренажера оператора // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2014. № 3 (305). С. 38-44.

УДК 65.011.56; 669-1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСПИСАНИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цуканов М.А., Коврижных О.А.

Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Россия, г. Старый Оскол

tsukanov_m_a@mail.ru, kovroles@mail.ru

MULTI-AGENT TECHNOLOGIES ADAPTATION FOR THE STEELMAKING SCHEDULE CONSTRUCTION

Tsukanov M.A., Kovrizhnykh O.A.

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch)

National University of Science and Technology "MISiS"

Russia, Stary Oskol

tsukanov_m_a@mail.ru, kovroles@mail.ru

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы использования мультиагентных систем в вопросах оперативного управления производством и разработки корректирующих мероприятий при нарушении текущего плана относительно запланированного состояния. Авторами предлагается применить МАС для повышения качества расписания при учете специфики производства и ограничениях.*

Ключевые слова: мультиагентные технологии; оперативное управление; технологическая координация.

Abstract. *The article deals with the use of multi-agent systems in the operational management of production and development of corrective measures in case of violation of the current plan relative to the planned state. The authors propose to apply the MAS to improve the quality of production, taking into account the specifics of production and restrictions.*

Keywords: multiagent technologies; operative control; technologic coordination.

В настоящее время каждая производственная компания заинтересована в рациональном использовании ресурсов для увеличения прибыли на конкурентном рынке. Сокращение потребления энергии, сокращение количества времени для выполнения

каждой операции, повышение производительности отдельных агрегатов из-за оптимального времени перенастройки технологических единиц и высокое качество реализации производственного плана позволяет достичь цели. Однако решение этой проблемы не часто тривиально, так как каждая производственная цепь имеет сложную структуру, нелинейность специальные процессы и условия и ограничения на приготовление продуктов.

Одной из наиболее важных задач любого предприятия является бесперебойное производство продукции в плановых количествах и в установленные сроки при соответствии выпускаемых изделий установленным стандартам качества продукции и рациональном распределении производственных мощностей. Осуществление выполнения задач происходит благодаря производственному расписанию и оперативному планированию. В этих документах представлены расчеты объемов производства и продажи продукции, экономическая оценка затрат и ресурсов и конечных результатов производства, а также все

Анализ сталеплавильного производства показывает, что на сложных технологических маршрутах возникают поломки и простои, которые невозможно заранее учесть. На сложных технологических маршрутах сталеплавильного производства возникают поломки и простои, которые невозможно заранее учесть, также есть вероятность получения брака при стабильной работе агрегатов сталеплавильного производства.

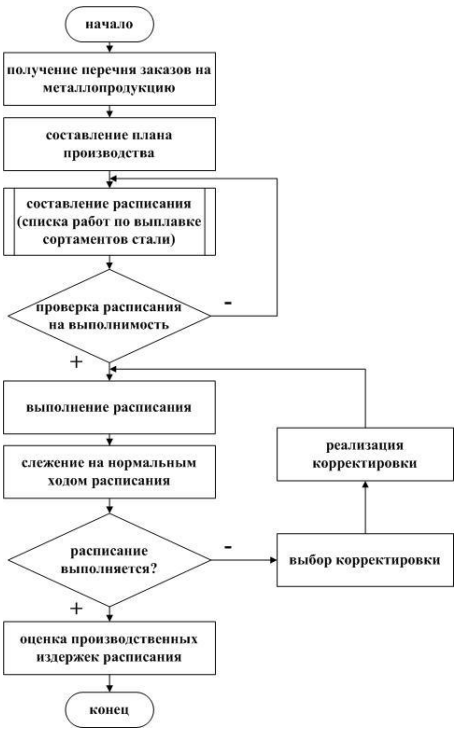


Рис.1. Этапы выполнения производственного плана сталеплавильного производства

В настоящее время в работах [1,2,3] предлагаются различные алгоритмы формирования оперативно-производственных планов, которые при выполнении предлагают множество расписаний для выбора диспетчером для дальнейшей реализации.

Для многих предприятий является важным вопрос не только оптимизации расписаний, но и их автоматического формирования. Авторы [4, 5] описывают важность уделения большого внимания критериям в таких системах, по которым предлагается внедрить составленное расписание. Кроме того, внедряемая система корректировки производственного расписания должна не только позволить перестроить сменно-суточное задание в случае необходимости, но и позволить управлять отклонениями в графике исполнения заказов от производственного плана.

Главной задачей систем оперативного управления и технологической координации производства является составление согласованных планов цехов предприятия и обеспечение их выполнения. Посредством составления расписания возможно решение задач диспетчирования производства, мониторинга нарушения плана и разработки корректирующих мероприятий при его нарушении. В статье [6] авторы рассмотрели вопросы оперативного управления производством, разработки корректирующих мероприятий при нарушении текущего плана относительно запланированного состояния и

представили алгоритм формирования и корректировки расписания на основе фракталов Кантора. Данное математическое множество, обладающее свойством самоподобия, позволяет осуществлять корректировку расписания, предоставляя его в итоговом варианте не хуже, чем исходное. В качестве целевой функции такого расписания выступает минимизация приведенных потерь при смене технологии выплавки.

Для решения задачи оперативного управления и технологической координации актуально использование мультиагентных систем (МАС) [7]. Система оперативного управления с точки зрения системы поддержки принятия решений рассматривается как распределенная организационно-техническая система с характерным разделением этапов производства заказа на отдельные технологические агрегаты, представляющая собой модель производственных звеньев, функционирующую по алгоритмам оптимизации составления производственных расписаний на основе методов искусственного интеллекта и имитационного моделирования.

При использовании ранее предложенного алгоритма [6] в структуре МАС предполагается снижение временных затрат на корректировку расписания, что в свою очередь позволит повысить производительность и энергоэффективность цеха в случае случайных событий. Экономия средств зависит от многих факторов, не только от времени составления расписания, от технологии, от стоимости данной продукции. Использование мультиагентного подхода к управлению производством и обеспечивающими подсистемами позволит повысить адаптивность системы к текущим изменениям и даст преимущество в оперативности и адекватности принимаемых решений. Такой подход к реализации системы ОУ и ТК позволит повысить качество выявления нарушений в ходе реализации производственной программы и более эффективно реализовать построение и корректировку расписания.

Список литературы

1. Саратов А.А. Конкурентный метод синтеза производственных расписаний // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – Издательство: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет», 2014. - № 3. – с. 104-110.

2. Скакалина Е.В. Эффективное построение множества расписаний с минимальным суммарным временем завершения работ // Радиоэлектроника и информатика. –

Издательство: Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2001. - № 3. – с. 43-46.

3. Антамошкина О.И., Кравцов П. А. Алгоритм формирования производственных расписаний в условиях риска и неопределенности // Сибирский журнал науки и технологий – Издательство: Сибирский государственный аэрокосмический университет им. Академика М.Ф. Решетнева, 2008. – № 5. – с. 91-94.

4. Косачев В.С, Кошевой Е.П, Сергеев А.А Оптимизация технологического потока многоассортиментного производства хлебных изделий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2011. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-tehnologicheskogo-potoka-mnogoassortimentnogo-proizvodstva-hlebnyh-izdeliy (дата обращения: 11.08.2019).

5. Разработка эволюционных алгоритмов для решения задач теории расписаний в условиях неопределенности: автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.13.17 / Родькина Маргарита Борисовна; [Место защиты: Воронеж. гос. ун-т]. - Воронеж, 2013. - 16 с.

6. Коврижных О.А., Цуканов М.А. Повышение эффективности процессов оперативного управления и технологической координации на основе оценки производственного расписания // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Издательство: Воронежский государственный технический университет (Воронеж), 2018. - т. 14, № 5. - С. 27-32.

7. Скобелев, Петр Олегович. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.01. - Самара, 2003. - 418 с.

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПРОГНОЗНОЙ СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ВЫХОДНОМ ПРОДУКТЕ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Цыганков Ю.А., Полещенко Д.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Россия, Старый Оскол

E-mail: TsY-18@yandex.ru, po-dima@yandex.ru

309500, Россия, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42, +79205938243

DEVELOPMENT OF A NEURAL NETWORK PREDICTIVE SYSTEM OF IRON CONTENT IN THE OUTPUT PRODUCT OF THE CONCENTRATOR

Tsygankov Y.A., Poleshchenko D.A.

Stary Oskol Technological Institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol

Аннотация. *В статье представлены результаты работы по построению прогнозной системы процентного содержания железа в выходном продукте обогатительной фабрики – железорудном концентрате. Разработка осуществлялась с применением аппарата искусственных нейронных сетей для создания моделей технологических агрегатов. Использование системы позволит оператору в режиме реального времени оценивать значение выходного параметра передела и осуществлять более точное и эффективное управление процессом.*

Ключевые слова: искусственные нейронные сети; многопараметрический объект; горно-обогатительное производство; идентификация; предиктивное управление.

Abstract. *The paper presents the results of the work on the construction of a forecast system of the percentage of iron in the output product of the concentrator - iron ore concentrate. The development was carried out using the apparatus of artificial neural networks to create models of technological units. The application of the system allows the operator to monitor the output signal of the processing operation in real time and to carry out more accurate process control.*

Keywords: artificial neural networks; multiparametric object; mining and processing production; identification; predictive control.

На сегодняшний день достаточно острой является задача модернизации технологических процессов с целью повышения эффективности работы. Причем модернизируется как технологическое оборудование, методы организации работы, так и алгоритмы функционирующих систем управления. Период, когда замена элементной базы, установка персональных компьютеров и ПЛК приносила успехи подходит к концу. Наиболее целесообразным направлением в настоящее время является реорганизация алгоритмов работы систем управления, переход к математическому аппарату, способному повышать эффективность управления без потери качества, работать в широком спектре возможных производственных ситуаций. То есть наблюдается тенденция попыток применения алгоритмов, способных функционировать, используя опыт работы человека, оказывая значительную помощь ему или заменяя его при выполнении рутинных задач [1].

Примером подобной задачи является проблема контроля качества функционирования оборудования на обогатительной фабрике горно-обогатительного комбината. Суть ее заключается в управлении комплексом агрегатов дискретно-непрерывного распределенного процесса таким образом, чтобы на выходе достигать требуемой доли содержания железа в концентрате [Fe,%], значение которого регламентируется в пределах 66 - 67,5%. В настоящее время комплексом оборудования, при помощи оценки параметров процесса посредством SCADA и связи с обслуживающим персоналом, управляет оператор. Помимо значительного числа параметров и агрегатов, задачу усложняют такие особенности процесса, как нестационарность физико-химического состава сырья, разброс степени измельчения концентрата, поступающего на обогащение, дрейф параметров самого оборудования [2,3]. И одним из главных недостатков существующей схемы переработки является методика проведения анализа готового продукта. Оценка [Fe,%] осуществляется лабораторным методом с регламентов забора пробы каждые 2 часа. При этом время переработки сырья составляет от 45 до 70 минут [2,3]. В итоге, оператор получает обратную связь на управление, когда материальный поток покинул зону обработки, коррекция уставок происходит уже при обработке иного потока, с, возможно, несколько изменившимися физико-химическими параметрами. Все это оказывает негативное влияние на качество управления и, соответственно, на оцениваемые показатели, в частности – на значение [Fe,%].

Для предотвращения ситуации выхода за технологические границы или требования по объемам производства, оператор в нынешней ситуации осуществляет формирование «зон запаса». Максимальная эффективность работы основных агрегатов достигается при

их функционировании на уровнях показателей, близких к критическим. Но работа в этой области, при наличии возможного разброса параметров сырья и оборудования, может приводить к аварийным ситуациям. Для предотвращения этого, оператор выводит показатели в области, более удаленные от критических. Выполняется это с учетом требований технологий, но не приводит к максимальной эффективности работы оборудования [4].

Для решения озвученной проблемы отсутствия у оператора информации по выходному значению [Fe,%] в качестве актуального направления была рассмотрена возможность использования предиктивного управления, базирующего на прогнозировании хода технологического процесса при помощи модели агрегата. Для идентификации объектов применяются известные математические аппараты, затем, на основе реально измеренных данных выполняется прогноз изменения выходного показателя.

Зарекомендовавшим себя и широко применяемым на рынке решением на базе предиктивного управления являются APC-системы (APC – Advanced Process Control) [5,6]. При их применении для управления территориально распределенными процессами, после проведения процедуры идентификации модели агрегатов объединяются в систему, согласно хода технологии производства. Затем реализуется алгоритм управления, осуществляющий управление в условиях множества параметров, возможности наличия корреляционных связей между входами, с учетом требований оптимизации. Трудноизмеряемые или неизмеряемые параметры оценивают с использованием виртуальных анализаторов, являющихся укрупненной прогнозной моделью, описывающей зависимость значимого параметра от некоторого числа других. В озвученной ситуации значение [Fe,%] как раз можно отнести к таким переменным. Недостатком применения подобных виртуальных анализаторов является достаточно общий характер модели, когда выбираются входные переменные с наибольшим значением влияния, что позволяет, в среднем, получать близкий к реальным значениям прогноз. Но при управлении в рамках узких границ технологии ошибка даже на несколько единиц показателя может привести к ситуации выпуска брака. К тому же, большинство из реализованных виртуальных анализаторов базируются на аппарате регрессионного анализа, что не позволяет получить высокое качество моделирования в условиях многопараметричности и нелинейности реальных объектов.

Для устранения подобного недостатка было принято решение о построении прогнозного аппарата на базе моделей агрегатов, функционирующих в ходе технологического процесса. Использование поагрегатной схемы позволит учесть наиболее полный перечень особенностей процесса и, соответственно, достичь высоких показателей моделирования. Для построения моделей был выбран один из методов машинного обучения – искусственные нейронные сети ИНС, что позволит учесть сложный характер зависимостей, описывающих работу объектов, при условии наличия нестационарностей [7,8]. Работоспособность и актуальность применения указанного аппарата была представлена ранее. В частности, в работах [4,9] была показана возможность применения многослойных ИНС для моделирования работы одного из основных агрегатов технологического процесса обогащения – шаровой мельницы. В [10] представлена возможность интеграции ИНС-моделей последовательно работающих агрегатов, в [9] разработан алгоритм проведения процедуры моделирования. С использованием полученных алгоритмов были разработаны модели всех агрегатов производственной линии, произведено их соединение согласно схемы, которая соответствует ходу технологии. После чего было выполнено тестирование для определения качества работы системы при функционировании на неизвестных данных. Для этого использовался набор данных, не применяемых в ходе обучения, и значительно удаленный по времени, что моделировало изменение параметров как сырья, так и функционирующего оборудования. В результате получены графики, представленные на рисунке 1, где также представлена работа системы при реализации моделей на базе аппарата регрессионного анализа, что выполнялось с целью проведения сравнительного анализа.

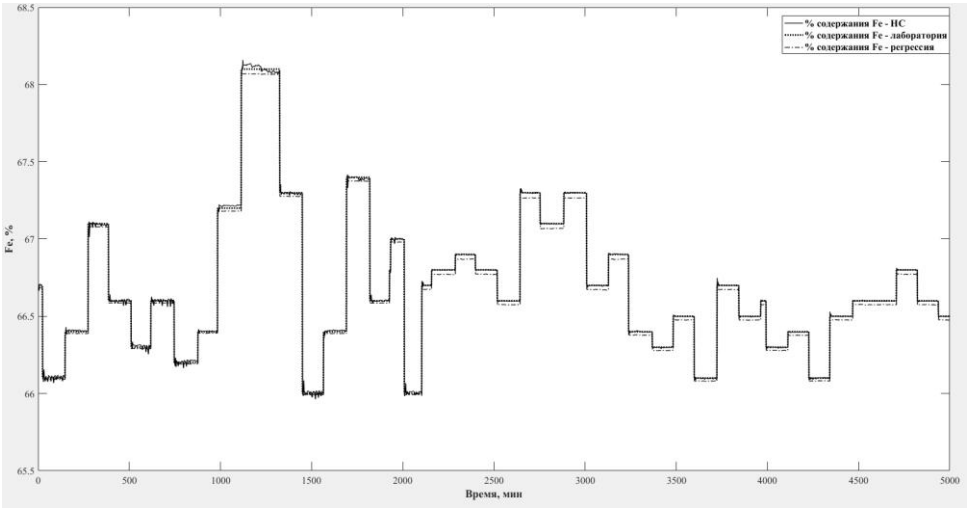


Рис. 1. Результат работы систем на основе различного аппарата моделирования

Из представленных графиков видно, что система на базе ИНС-моделей показывает более высокое качество моделирования и достаточно точно аппроксимирует изменения значения параметра процентного содержания железа. При проведении сравнительного анализа оценивались значения показателей корреляции выходных сигналов моделей и реального графика содержания железа, функционала МНК и значение интегрированного критерия, равного отношению этих показателей. В результате проведения оценки было выявлено, что система на базе ИНС показывает на 16,5% более качественный результат, а ошибка моделирования позволяет осуществлять прогноз с требуемой регламентом точностью. Полученные результаты позволяют говорить о возможности применения данной прогнозирующей системы в реальном производственном процессе для обеспечения оператора обратной связью по значению выходного показателя [Fe,%] с целью оценки правильности принимаемой стратегии управления.

Список литературы

1. Овчинников В.В. Перспективы использования искусственного интеллекта в технологиях горнодобывающей промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. - №1 (специальный выпуск 1). – С. 438-449.

2. Андреев С.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / Андреев С.Е.; Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: «Недра», 1980. – 320 с.

3. Марюта А.Н. Автоматическая оптимизация процесса обогащения руд на магнитно-обогатительных фабриках. – М.: «Недра», 1975. – 328 с.

4. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Цыганков Ю.А.О построении нейросетевой модели технологического объекта на основе его информационно-аналитического представления // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2018. - №1. – С. 45-57.

5. Дозорцев В.М., Кнеллер Д.В. АРС – усовершенствованное управление технологическими процессами // Датчики и системы. – 2005. - №10. – С.56-62.

6. Tatjevsky P. Advanced Control of Industrial Processes: Structures and Algorithms. L.: Springer. 2010.

7. Cybenko G. Approximation by superposition of a sigmoidal function // Mathematics of Control, Signals, and Systems. — 1989. — Vol. 2. — P. 303-314.

8. A.N. Gorban, “The generalized approximation theorem and computational capabilities of neural networks,” Sib. journal of computed Mathematics, vol. 1, no. 1, pp. 11–24, 1998.

9. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Цыганков Ю.А. О построении нейросетевой модели многопараметрических объектов горно-металлургического производства на примере комплекса «мельница-классификатор» // Системы управления и информационные технологии, №2(76), 2019. – С. 53-58.

10. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Цыганков Ю.А. Нейросетевая идентификация объектов технологической линии обогащения железной руды для построения ее прогнозирующей системы // Труды XXI Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах» (ПУМСС-2019) (г. Самара, 3-6 сентября 2019 г.). В 2-х томах. Под редакцией С.А. Никитова, Д.Е. Быкова, С.Ю. Боровика, Ю.Э. Плешивцевой. – Самара: Общество с ограниченной ответственностью "Офорт", 2019. – С. 239-243.

СЕКЦИЯ: ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 657

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТОВ С ПОКУПАТЕЛЯМИ И ЗАКАЗЧИКАМИ В ООО «ТОРГОВЫЙ ДОМ «ОСКОЛЬСКАЯ МУКА»

Агеева Е.С., к.э.н., доцент кафедры ЭУиОП

СТИ НИТУ МИСиС им. А.А. Угарова, , Российская Федерация, г . Старый Оскол

Кобец А.Д., студентка 4 курса

СТИ НИТУ МИСиС им. А.А. Угарова, Российская Федерация, г. Старый Оскол

Аннотация: В статье рассмотрены направления совершенствования аналитического учета расчетов с покупателями и заказчиками. Сделаны выводы и рекомендованы конкретные предложения по совершенствованию учета расчетов с клиентами, что позволит минимизировать часто возникающие проблемы учета организации.

Ключевые слова: бухгалтерский учет; расчеты с покупателями и заказчикам; совершенствование; предприятие; дебиторская задолженность.

IMPROVEMENT OF SETTLEMENTS WITH BUYERS AND CUSTOMERS IN LLC "TRADING HOUSE" OSKOL FLOUR»

Ageeva E. S., Ph. D., associate Professor of Eiop

STI nust Misa them. A. A. Ugarova, Russian Federation, g . Stary Oskol

Kobets A. D., 4th year student

STI nust Misa them. A. A. Ugarova, Russian Federation, g. Stary Oskol

Abstract: this article substantiates the relevance of the research topic, its practical significance. The directions of improvement of analytical accounting of settlements with buyers and customers are considered. Conclusions are drawn and specific proposals are recommended to improve the accounting methodology of settlements with customers, which will minimize the frequently encountered problems of accounting in the organization.

Keywords: accounting; settlements with buyers and customers; improvement; enterprise; accounts receivable.

Объективная оценка финансового состояния, платежеспособности и надежности контрагентов, контроль качества расчетов по финансовым операциям и платежной дисциплины являются основными задачами, стоящими в настоящее время перед всеми хозяйствующими субъектами.

Успех каждого предприятия зависит от размера его прибыли и, как следствие, от правильно организованного учета расчетов. На протяжении всей своей деятельности организация осуществляет различные виды расчетов с клиентами, сотрудниками, заказчиками, другими организациями за выполнение работ, оказание услуг. Кроме того, на организацию расчетов влияет оборачиваемость оборотных средств, а главное, появление дебиторской задолженности из-за неоплаты покупателями в определенный срок счетов, или в случае неуплаты вовсе. Это влияет на финансовый результат предприятия, так как может повлечь за собой, как увеличение прибыли, так и дефицит бюджета.

Данный вопрос очень актуален в современной экономике. Поскольку в деятельности любой организации всегда наблюдается оборот хозяйственных средств, но в целом ее финансовая устойчивость зависит от качества расчетов с покупателями и заказчиками.

Под дебиторской задолженностью понимается сумма задолженности перед организацией ее дебиторов, которыми могут выступать покупатели, заказчики, подотчетные лица и прочие заемщики [1].

В бухгалтерском учете авансы, полученные организацией от клиентов, также включаются в задолженность. Следует отметить, что исследуемая организация ООО «Торговый Дом Оскольская Мука» взаимодействует с постоянными клиентами, с которыми у нее стабильные экономические и расчетные отношения. Однако, в результате анализа финансовой отчетности организации выявлена значительная доля дебиторской задолженности. В целях предотвращения финансовой нестабильности и предотвращения несостоятельности, мы предлагаем рассмотреть возможность улучшения учета расчетов с покупателями и заказчиками ООО «Торговый Дом Оскольская Мука».

Источниками бухгалтерской отчетности для проведения расчетов с покупателями и заказчиками являются первичные документы, данные аналитического и синтетического

учета по счету 62 «Расчеты с покупателями и заказчиками», журналы-ордера №11 по счету 62, Финансовая отчетность предприятия [2].

Определим насколько эффективно построено управление дебиторской задолженностью в организации. На первом этапе анализа оценивается объем дебиторской задолженности рассматриваемой организации, дебиторская задолженность по отношению к оборотным активам, что представлено в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициент отвлечения оборотных активов в счета к получению

Показатель	Год		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1. Дебиторская задолженность, тыс. руб.	341355	382968	481679
2. Общая сумма оборотных активов, тыс. руб.	537416	583746	687502
3. Коэффициент отвлечения оборотных активов в дебиторскую задолженность, %	63,52	65,6	70,06

В период с 2016 по 2018 год доля дебиторской задолженности в объеме оборотных активов составляла от 63,52% до 70,06%. Эти значения превышают средние значения (сумма дебиторской задолженности для предприятий колеблется от 10% до 25% от общей стоимости активов предприятия).

На втором этапе анализа производится оценка оборота и качества дебиторской задолженности, оборота дебиторской задолженности и среднего срока оплаты дебиторской задолженности, расчеты представлены в таблице 2 [3, с.56].

Таблица 2

Количество оборотов дебиторской задолженности ООО «Торговый дом «Оскольская мука»

Показатели	Год		
	2016г.	2017г.	2018г.
1. Годовой доход с продаж, тыс. руб.	1730560	1029947	1066810
2. Дебиторская задолженность, тыс. руб.	341355	382968	481679
3 Количество оборотов дебиторской задолженности в год	5,07	2,7	2,2

Для средней компании значение этого показателя составляет 8 оборотов в год. Таким образом, оборот дебиторской задолженности ООО «Торговый Дом Оскольская Мука» значительно ниже, чем у аналогичной компании среднего уровня. Это может быть результатом недостаточно активной работы по взысканию задолженности и наличия значительной суммы просроченной кредиторской задолженности, а также отсутствия стимулов (скидок) для своевременной оплаты счетов должниками.

Далее в таблице 3, мы переведем коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности в показатель продолжительности оборота дебиторской задолженности в днях.

Таблица 3

Показатель срока кредита

Показатели	Год		
	2016г.	2017г.	2018г.
1. Дебиторская задолженность, тыс. руб.	341355	382968	481679
2. Годовой доход с продаж, тыс. руб.	1730560	1029947	1066810
3. Число дней периода	360	360	360
4. Средний период дебиторской задолженности, дней	72	120	180

Поскольку средний отраслевой показатель оборачиваемости дебиторской задолженности равен 3, средний срок погашения дебиторской задолженности составит 360/3 = 120 дней. Несоответствие между обычным положением дел в отрасли и ООО «Торговый Дом Оскольская Мука» с погашением дебиторской задолженности было подтверждено еще раз. Увеличение срока платежа должников свидетельствует о снижении ликвидности дебиторской задолженности рассматриваемой организации.

Результаты анализа дебиторской задолженности показывают, что ООО «Торговый Дом Оскольская Мука» не регулярно работает со счетами клиентов, о чем свидетельствует высокая амплитуда ряда показателей (текущая диверсификация соотношения активов и дебиторской задолженности, количество оборотов дебиторской задолженности, средний период дебиторской задолженности). Таким образом, наблюдается негативная текущая ситуация с оборотом дебиторской задолженности.

Опираясь на выводы из проведенного анализа, предложим мероприятия по совершенствованию расчетов с покупателями и заказчиками в ООО «Торговый дом «Оскольская мука»:

- проведение внешних и внутренних аудитов с целью выявления и устранения недостатков и нарушений ведения учета;

- правильная организация внутреннего документооборота;

- периодическое обучение персонала бухгалтерии;

- формирование комиссии по работе с дебиторской задолженностью, в функции которой входит проведение сверок с клиентами на регулярной основе;

- постоянный мониторинг состояния расчетов, а также оперативная подача претензий по сомнительной дебиторской задолженности;

- разработка различных форм договоров с гибкими условиями оплаты, например, предоставление покупателю скидки на предоплату;

- систематический мониторинг соотношения кредиторской и дебиторской задолженности;

- внедрение новейших программных продуктов, которые предоставляют широкие возможности для управления данными бухгалтерского учета [4, с.90].

Таким образом, реализация предложенных мероприятий по теме исследования позволит улучшить организацию учета расчетов с покупателями и заказчиками в ООО «Торговый Дом Оскольская Мука».

Список литературы

1. Бабаев, Ю. А. Бухгалтерский учет и контроль дебиторской и кредиторской задолженности / Ю. А. Бабаев, А. М. Петров – М.: Проспект, 2016. - 424 с.

2. Михайлова, Д. Н. Учет обеспечительных мер по уплате дебиторской задолженности / Д. Н. Михайлова – М.: Бухгалтерский учет, 2015. - 227 с.

3. Бондаренко, А. А. Проблемы учетно-аналитического обеспечения контроллинга на современных предприятиях / А. А. Бондаренко // Экономика, управление, финансы: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2016 г.). – Краснодар: Новация, 2016. - 56 с.

4. Вовнянко, Е. А. Пути совершенствования бухгалтерского учета расчетов с покупателями и заказчиками / Е. А. Вовнянко, Л. А. Парамонова// Экономика, управление, финансы: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2016 г.). – Краснодар: Новация, 2016. - 90 с.

УДК 338.36

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ЛИКВИДНОСТИ ЕЕ БАЛАНСА НА МАТЕРИАЛАХ ООО «ПРОМСЕРВИС»

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE SOLVENCY OF THE ORGANIZATION AND LIQUIDITY OF ITS BALANCE SHEET ON THE BASIS OF LLC "PROMSERVICE»

Александрова Софья Игоревна,
Alexandrov Sophya Igorevna

Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, Россия, Воронеж
Voronezh branch of Plekhanov Russian University of Economics, Russia, Voronez
sonyalapatina@yandex.ru
394030, ул. Карла Маркса, 67А
студент

В статье анализируется платежеспособность предприятия ООО «Промсервис». Автором статьи был предложен алгоритм проверки платежеспособности предприятия в программе EXCEL.

Ключевые слова: платежеспособность, ликвидность, отчет о финансовых результатах

In this article analyzes the solvency of the enterprise LLC "Promservice". The author of the article suggests an algorithm for checking the solvency of the enterprise in EXCEL.

Keywords: solvency, liquidity, financial results report

Анализ платежеспособности предприятия возможно проводить в несколько этапов.

Первый этап – анализ ликвидности баланса, расчет соотношения между активами и пассивами предприятия для оценки способности предприятия рассчитываться по своим обязательствам с помощью активов.

Второй этап – анализ источников формирования запасов и затрат.

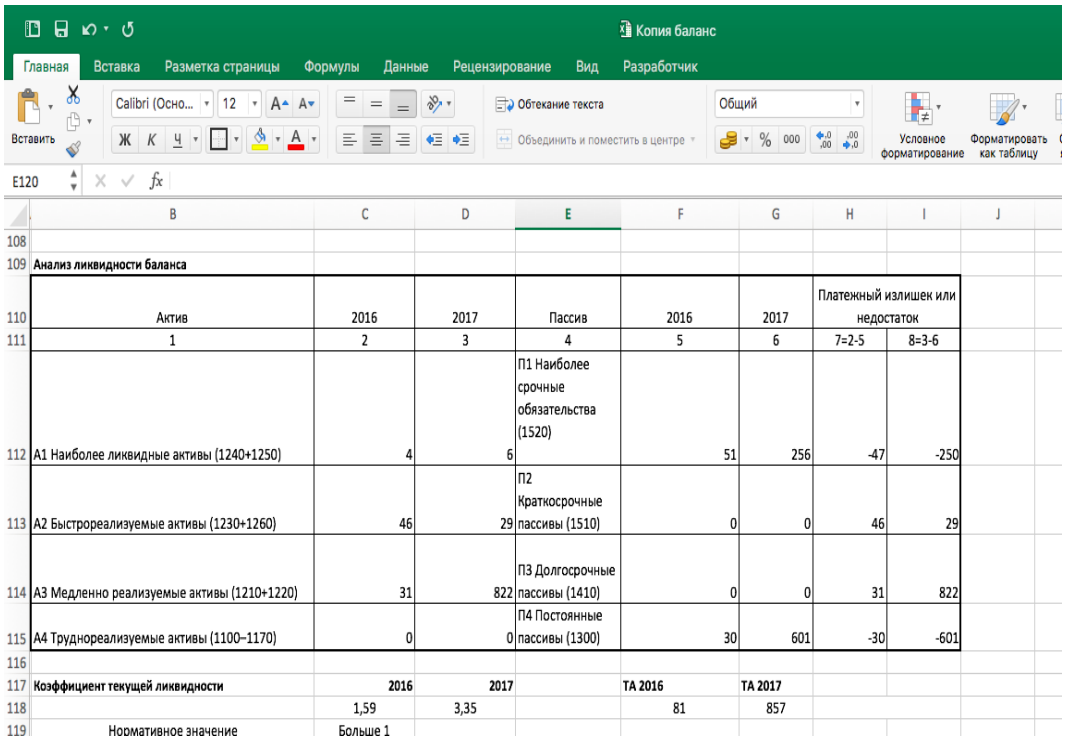
Третий этап – анализ платежеспособности с помощью относительных показателей. [1]

Для повышения эффективности аналитической работы применяются

компьютерные программы. Они сокращают сроки проведения анализа, позволяют увеличить охват влияния факторов, заменять приближенные и упрощенные расчеты точными вычислениями, дают возможность постановки и решения новых многомерных задач, сложно выполнимых вручную. [2]

Анализ платежеспособности предприятия необходимо делать регулярно. Для того чтобы не рассчитывать каждый раз показатели вручную необходимо заложить в программу определенный алгоритм действий. Для расчета платежеспособности предприятия ООО «Промсервис» была использована программа EXCEL. Алгоритм, заложенный мной в данной программе позволяет мгновенно рассчитать все показатели платежеспособности и даже получить краткие выводы. Для повторного использование данной программы необходимо лишь вставить в неё баланс предприятия. Можно использовать как годовой, так и квартальный баланс. Кроме того в программе предусмотрен расчет платежеспособности для предприятий, работающих по упрощенной системе бухгалтерской отчетности.

Первым этапом анализа платежеспособности в программе выступает расчет платежного излишка или недостатка, рис 1.

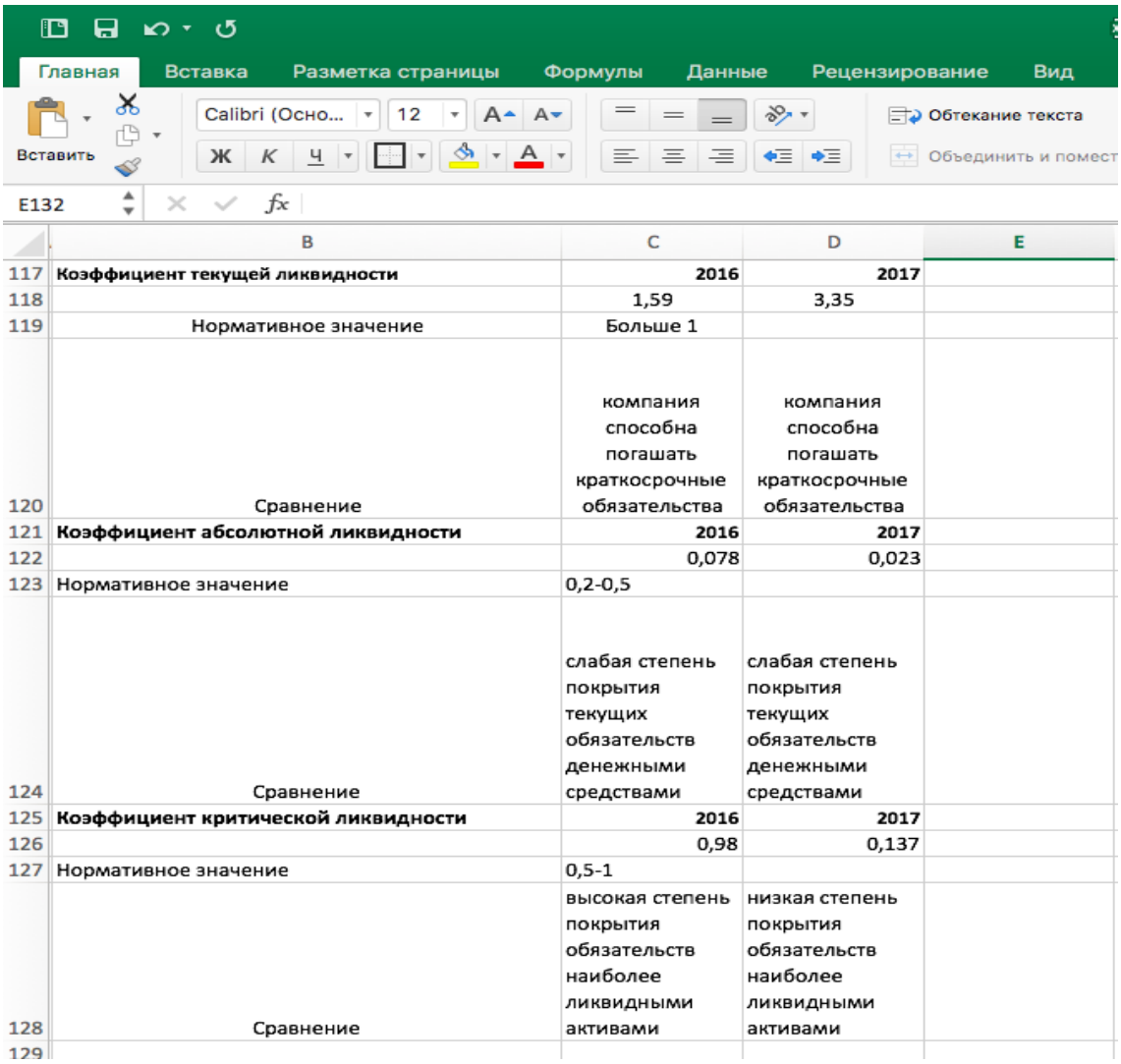


	B	C	D	E	F	G	H	I	J
108									
109	**Анализ ликвидности баланса**								
110	Актив	2016	2017	Пассив	2016	2017	Платежный излишек или недостаток		
111	1	2	3	4	5	6	7=2-5	8=3-6	
112	А1 Наиболее ликвидные активы (1240+1250)	4	6	П1 Наиболее срочные обязательства (1520)	51	256	-47	-250	
113	А2 Быстрореализуемые активы (1230+1260)	46	29	П2 Краткосрочные пассивы (1510)	0	0	46	29	
114	А3 Медленно реализуемые активы (1210+1220)	31	822	П3 Долгосрочные пассивы (1410)	0	0	31	822	
115	А4 Труднореализуемые активы (1100-1170)	0	0	П4 Постоянные пассивы (1300)	30	601	-30	-601	
116									
117	**Коэффициент текущей ликвидности**	**2016**	**2017**		**ТА 2016**	**ТА 2017**			
118		1,59	3,35		81	857			
119	Нормативное значение	Больше 1							

Рисунок 1 – Расчет платежного излишка

Далее программой проводится расчет текущих активов (ТА).

Затем проводится расчет коэффициентов текущей, абсолютной и критической ликвидности, рис. 2. Программа сама рассчитывает значения этих показателей, сравнивает их значения с нормативными и делает вывод.

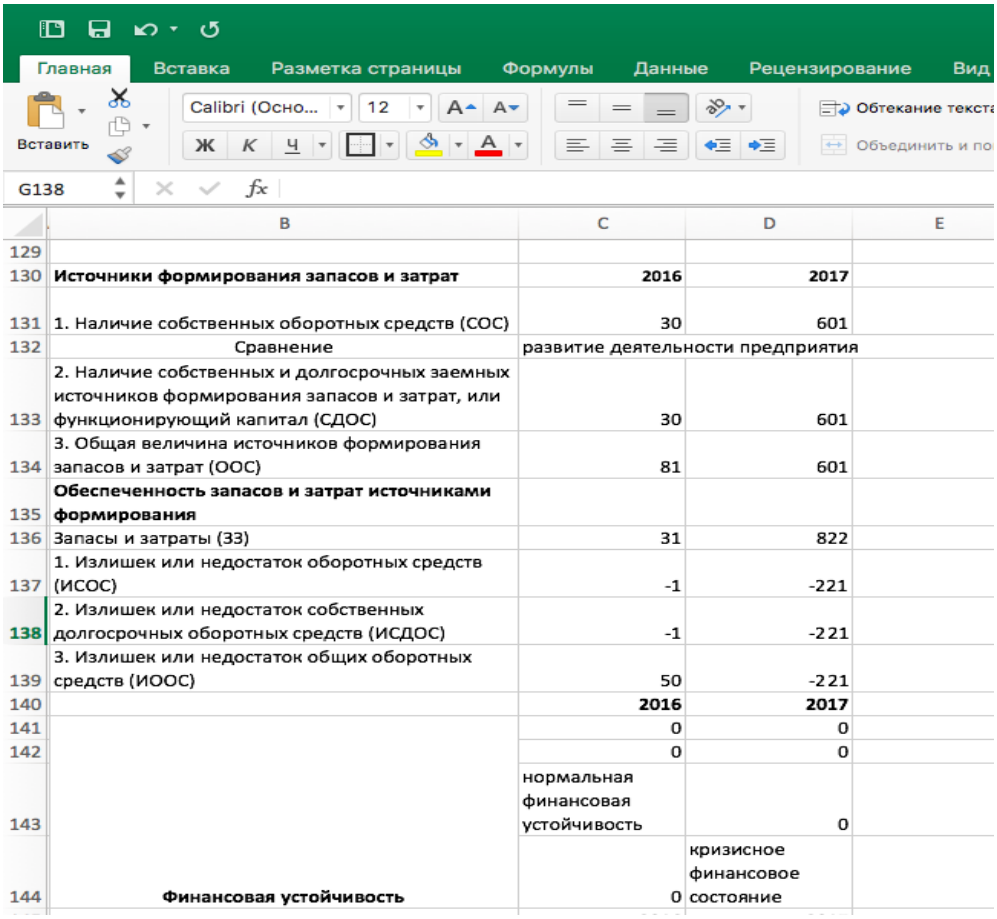


	B	C	D	E
117	**Коэффициент текущей ликвидности**	**2016**	**2017**	
118		1,59	3,35	
119	Нормативное значение	Больше 1		
120	Сравнение	компания способна погашать краткосрочные обязательства	компания способна погашать краткосрочные обязательства	
121	**Коэффициент абсолютной ликвидности**	**2016**	**2017**	
122		0,078	0,023	
123	Нормативное значение	0,2-0,5		
124	Сравнение	слабая степень покрытия текущих обязательств денежными средствами	слабая степень покрытия текущих обязательств денежными средствами	
125	**Коэффициент критической ликвидности**	**2016**	**2017**	
126		0,98	0,137	
127	Нормативное значение	0,5-1		
128	Сравнение	высокая степень покрытия обязательств наиболее ликвидными активами	низкая степень покрытия обязательств наиболее ликвидными активами	
129				

Рисунок 2 – Расчет коэффициентов ликвидности

Далее проводится анализ финансовой устойчивости предприятия, рис. 3. Он включает расчет источников формирования запасов и затрат, обеспеченности запасов и затрат источниками формирования. И определение типа финансовой устойчивости. Программа сравнивает показатели обеспеченности запасов и затрат источниками формирования с нулем и определяет в какой тип финансовой устойчивости попадает

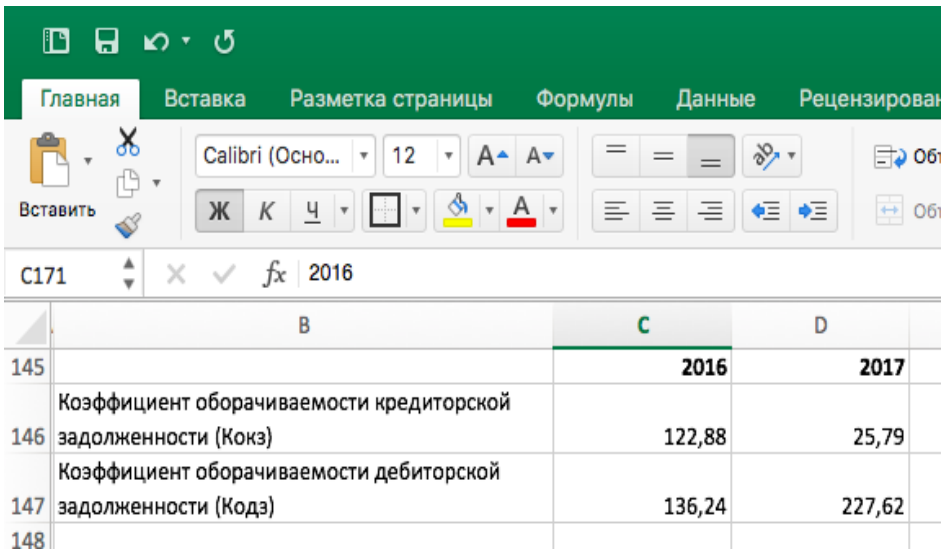
предприятие.



	B	C	D	E
129				
130	**Источники формирования запасов и затрат**	**2016**	**2017**	
131	1. Наличие собственных оборотных средств (СОС)	30	601	
132	Сравнение	развитие деятельности предприятия		
133	2. Наличие собственных и долгосрочных заемных источников формирования запасов и затрат, или функционирующий капитал (СДОС)	30	601	
134	3. Общая величина источников формирования запасов и затрат (ООС)	81	601	
135	**Обеспеченность запасов и затрат источниками формирования**			
136	Запасы и затраты (ЗЗ)	31	822	
137	1. Излишек или недостаток оборотных средств (ИСОС)	-1	-221	
138	2. Излишек или недостаток собственных долгосрочных оборотных средств (ИСДОС)	-1	-221	
139	3. Излишек или недостаток общих оборотных средств (ИООС)	50	-221	
140		**2016**	**2017**	
141		0	0	
142		0	0	
143		нормальная финансовая устойчивость	0	
144	**Финансовая устойчивость**	0	кризисное финансовое состояние	

Рисунок 3 – Анализ финансовой устойчивости

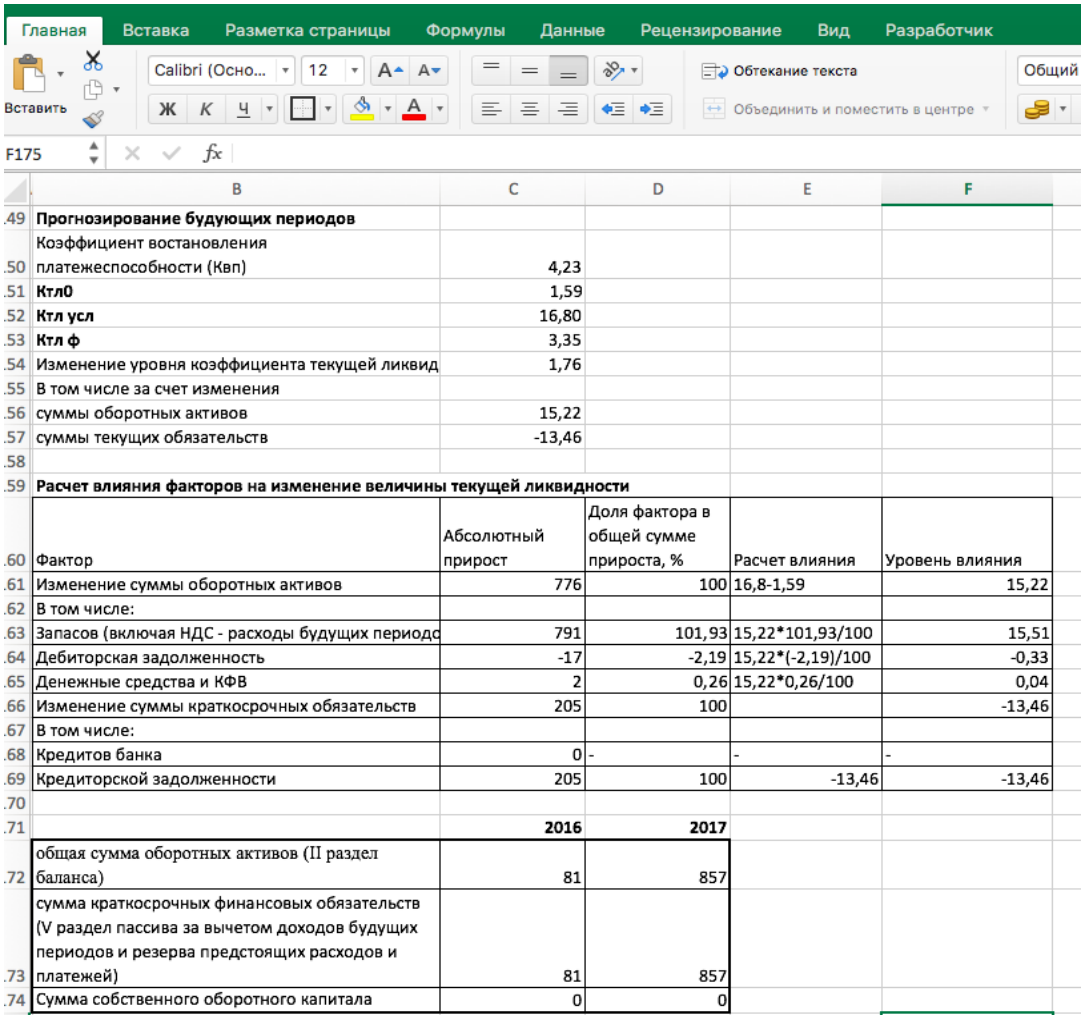
После анализа финансовой устойчивости рассчитываются коэффициент оборачиваемости дебиторской и кредиторской задолженности, рис. 4.



	B	C	D
145		**2016**	**2017**
146	Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности (Кокз)	122,88	25,79
147	Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности (Кодз)	136,24	227,62
148			

Рисунок 4 - Расчет коэффициента оборачиваемости дебиторской и кредиторской задолженности

Заключительным этапов выступает прогнозирование будущих периодов, рис. 5.



	B	C	D	E	F
49	**Прогнозирование будующих периодов**				
50	Коэффициент востановления платежеспособности (Квп)	4,23			
51	**Ктл0**	1,59			
52	**Ктл усл**	16,80			
53	**Ктл ф**	3,35			
54	Изменение уровня коэффициента текущей ликвид	1,76			
55	В том числе за счет изменения				
56	суммы оборотных активов	15,22			
57	суммы текущих обязательств	-13,46			
58					
59	**Расчет влияния факторов на изменение величины текущей ликвидности**				
60	Фактор	Абсолютный прирост	Доля фактора в общей сумме прироста, %	Расчет влияния	Уровень влияния
61	Изменение суммы оборотных активов	776	100	16,8-1,59	15,22
62	В том числе:				
63	Запасов (включая НДС - расходы будущих периодо	791	101,93	15,22*101,93/100	15,51
64	Дебиторская задолженность	-17	-2,19	15,22*(-2,19)/100	-0,33
65	Денежные средства и КФВ	2	0,26	15,22*0,26/100	0,04
66	Изменение суммы краткосрочных обязательств	205	100		-13,46
67	В том числе:				
68	Кредитов банка	0	-	-	-
69	Кредиторской задолженности	205	100	-13,46	-13,46
70					
71		**2016**	**2017**		
72	общая сумма оборотных активов (II раздел баланса)	81	857		
73	сумма краткосрочных финансовых обязательств (V раздел пассива за вычетом доходов будущих периодов и резерва предстоящих расходов и платежей)	81	857		
74	Сумма собственного оборотного капитала	0	0		

Рисунок 5 – Прогнозирование будущих периодов

Таким образом, программа полностью самостоятельно проводит анализ платежеспособности предприятия, от пользователя требуется только копировать баланс своего предприятия в одну из форм.

Список литературы

1 Анализ финансовой отчетности [Текст]: учебное пособие / под ред. проф. О.В. Ефимовой, М.В. Мельник.- М.: Омега-Л, 2010.- 408с.

2 Анализ финансово-экономической деятельности предприятия [Текст]: учебное пособие для вузов/под ред. проф. Н.П. Любушина. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2011. – 471с.

УДК 332.8

05.13.10

МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

MECHANISMS OF INCREASE IN RELIABILITY OF THE DECISION MAKING ON THE BASIS OF THE FUZZY LOGIC

Баркалов Сергей Алексеевич

Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления строительством Россия, г. Воронеж, ул. 20-лет Октября, 84, e-mail: barkalov@vgasu.vrn.ru, тел.: +7-473-276-40-07

Белоусов Вадим Евгеньевич

Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления строительством Россия, г. Воронеж, e-mail: belousov@vgasu.vrn.ru, тел.: +7-473-276-40-07

Нуен Тхань Ньян

Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры управления строительством Россия, г. Воронеж, e-mail: eng@gmail.com, тел.: +7-473-276-40-07

Barkalov Sergey Alekseyevich

Voronezh state technical university, Doctor of Engineering, professor, head of the department of management of construction Russia, Voronezh, st. is 20 years old of October, 84, e-mail: barkalov@vgasu.vrn.ru, ph.: +7-473-276-40-07

Belousov Vadim Evgenyevich

*Voronezh state technical university, Candidate of Technical Sciences, associate professor, associa*te professor of management of construction Russia, Voronezh, e-mail: belousov@vgasu.vrn.ru, ph.: +7-473-276-40-07

Nuyen Tkhan Nyan

Voronezh state technical university, graduate student of department of management of construction Russia, Voronezh, e-mail: eng@gmail.com, ph.: +7-473-276-40-07

В работе рассматривается методологический подход к формализации нечетких понятий, который позволяет повысить надежность результатов моделирования. Суть ее состоит в том, что вместо построения функции принадлежности достаточно лишь грубо оценить диапазоны их нетривиального изменения, а затем оценить поведение нечетких решений при произвольном варьировании функции принадлежности в полученных допустимых областях. Естественно, что выбор оптимальных решений производится на основе получаемых устойчивых решений, т.е. решений, малочувствительных к изменениям функции принадлежности.

Ключевые слова: модель; надежность; решение; управление; устойчивость; эффективность.

Keywords: model; reliability; decision; management; stability; effectiveness.

В большинстве реальных задач, связанных с принятием решений (ПР), присутствует априорная неопределенность, вытекающая из невозможности получения полной и точной исходной информации. При этом наряду с неопределенностями стохастической природы в задачах ПР присутствует нестохастическая неопределенность, обусловленная наличием лингвистических описаний и приближенных оценок экспертов. При нечетком моделировании задач ПР имеющиеся нестохастические неопределенности формализуются через функции принадлежности (ФП), для чего используются суждении экспертов.

Рассмотрим формальный аппарат, реализующий данную концепцию. Задача ПР в нечетких условиях в упрощенном виде может быть представлена кортежем:

$$<X, Y, \vec{f}, D, M>,$$

где: X — четкое или нечеткое множество допустимых вариантов в пространстве χ всех возможных вариантов решений; Y — четкое или нечеткое множество критериальных оценок (исходов) вариантов из X в критериальном пространстве Y; $\vec{f}$ — четкое или нечеткое отображение пространства χ в пространство Y, $\vec{f}: \chi \to Y$; D — нечеткое оптимальное решение, состоящее в общем случае из нескольких вариантов; M — нечеткая модель ПР, $M: X \to D$.

Приведенное описание требует некоторых пояснений. Нечеткое множество X обычно задается нечеткими ограничениями c_j с ФП $\mu_{c_j}(x),\ x \in \chi,\ j = \overline{1,p}$ либо непосредственно через ФП $\mu_X(x)$, причем обе записи эквивалентны. Отображение $\vec{f}$ — это векторная функция цели, которая каждому $x \in \chi$ ставит в соответствие вектор значений критериев $\vec{f}(x) = (f_1(x),..., f_m(x))$, измеряемых как в числовых, так и в вербальных шкалах $f_1,..., f_m$. Нечеткие цели G_k задаются на Y своими ФП $\mu_{G_k}(y_k)$, $y_k \in f_k$, где $y_k = f_k(x)$ - шкальная оценка варианта $x \in \chi$ по *к*-му критерию, $k = \overline{1,m}$.

Оптимальность нечеткого решения *D* понимается в смысле той системы предпочтений ЛПР и того принципа оптимальности, которые реализуются в используемой модели *M*. Дополнительно в зависимости от специфики задачи [1] и модели сюда же может быть включен и ряд других нечетких понятий: нечеткие веса приоритетности целей $w_1, \ldots, w_m$, лингвистические вероятности и лотереи, нечеткие полезности и т.д.

Итак, пусть в задаче ПР имеется совокупность исходных нечетких понятий $F_1, \ldots, F_n$, задаваемых ФП $\mu_{F_1}(v_1), \ldots, \mu_{F_n}(v_n)$. В соответствии с предлагаемым подходом эти ФП рассматриваются как неизвестные параметры модели *M*, причём наряду с ними в модели могут присутствовать и обычные параметры $\theta_1, \ldots, \theta_q$, которые определяют различные модельные характеристики (например, типы метрик и сверток целей, показатели в моделях турнирного и мажоритарного выбора и т.п.). Поэтому в общем случае модель *M* зависит от двух векторных параметров $M = M(\vec{\theta}, \vec{\mu}_F(\vec{v}))$, где:

$$\vec{\theta} = (\theta_1,..., \theta_q),\ \vec{\mu}_F(\vec{v}) = (\mu_{F_1}(v_1),...., \mu_{F_n}(v_n)).$$

Далее будем считать, что область $Q = Q_1 \times ... \times Q_q$ изменения параметра $\vec{\theta}$ нам известна, поскольку ее задание обычно не представляет трудностей. Перейдем к определению области $V = V_1 \times ... \times V_n$ допустимых вариаций вектор-функции $\vec{\mu}_F(\vec{v})$, что является ключевым моментом реализации концепции устойчивости решений [2]. Для задания таких ФП необходимо на базовом множестве f_k грубо оценить интервал $I_k = (\underline{f}_k, \overline{f}_k)$, покрывающий диапазон Y_k` нетривиального изменения функции $\mu_{F_K} : I_k \supset Y_k = \{v_k \in f_k \,|\, \mu_{F_k}(v_k) \in (0,1)\}$, $k \in \{1,..., n\}$. Интервалы I_k определяются

экспертным путем. Далее, кроме очевидной монотонности ФП, дополнительно потребуем лишь выполнения известного условия Липшица:

$$\left|\mu_{F_k}(v_k^{'}) \quad \mu_{F_k}(v_k^{"})\right| \le \lambda_k \left|v_k^{'} \quad v_k^{"}\right|, \tag{1}$$

$$v_k^{'}, v_k^{"} \in I_k,\ \lambda_k \ge 1/|I_k|.$$

Условие (1) позволяет задать допустимые области V_k: нетрудно видеть, что на I_k они представляют собой параллелограммы с углом наклона $\gamma_k = arctg\lambda_k$. Для аппроксимации произвольных ФП на V_k будем использовать семейство монотонных кусочно-линейных функций $\tau(v_k)$, удовлетворяющих (1), которые образуют всюду плотное δ- покрытие области V_k с любой наперед заданной точностью δ и сравнительно просто моделируются на ЭВМ. Для этого на V строится равномерная δ-сеть, причем горизонтальное разбиение области V производится с шагом δ, а шаг δ_f по оси f определяется по формуле $\delta_f = ([\lambda]/\lambda)\delta$, где [ ] - целая часть числа. Аналитическое выражение для функций $\tau(v)$ имеет вид:

$$\tau(v) = \max_{0 \le i \le p\ 1} \{\tau_i(v)\},\ v \in I, \tag{2}$$

где $\tau_i = \tau_i(v^i)$, $\tau_{i+1} \ge \tau_i$, $v^i = \underline{f} + i\delta_f(\overline{f} \quad \underline{f})$, $i = \overline{0, p}$.

Заметим, что в некоторых случаях для аппроксимации ФП могут использоваться и другие, более узкие классы функций, в частности, в [3] рассматриваются параметрические экспоненциальные функции. Для определении допустимой области V_k изменения $\cap$-образных (унимодальных и трапециевидных) ФП на базовом множестве f_k экспертами выделяется интервал S_k, в котором, по их мнению, заключен носитель множества $F_k : S_k \supset \sup F_k$, а также указывается примерный интервал $\xi_k = (\xi_k^1, \xi_k^2)$, покрывающий область максимумов функции $\mu_{F_k}(v_k)$. Границы интервалов S_k и ξ_k определяют константы λ_k^1 и λ_k^2 соответственно левого и правого хвостов ФЦ. Для невырожденности области V_k должны выполняться условия $\lambda_k^1 \ge 1/(\xi_k^2 \quad S_k^1)$, $\lambda_k^2 \ge 1/(S_k^2 \quad \xi_k^1)$.

Таким образом, область V допустимых вариаций функции $\vec{\mu}_F$, определяется вектором $\vec{\lambda} = (\lambda_1, ..., \lambda_N)$, $N = n_1 + 2n_2$,

$V(\vec{\lambda}) = V_1(\lambda_1) \times ... \times V_{n_1}(\lambda_{n_1}) \times V_{n_1+1}(\lambda^1_{n_1+1}, \lambda^2_{n_2+1}) \times ... \times V_n(\lambda^1_n, \lambda^2_n)$, где n_1 - количество S -образных ФП, а n_2 - количество $\cup$ и $\cap$ - образных ФП ($n_1 + n_2 = n$), причем компоненты функции $\vec{\mu}_F$ перенумерованы для удобства в этой же последовательности.

Оптимальное нечеткое решение D называется λ-устойчивым, если оно инвариантно относительно произвольных изменений ФП $\vec{\mu}_F(\vec{v})$ на допустимой области $V(\vec{\lambda})$. Под инвариантностью D понимается не полное совпадение нечетких множеств D при различных ФП $\vec{\mu}_F$, а лишь их носителей $\sup D$, допуская различие самих ФП $\mu_D(x)$, $x \in X$. Оптимальное нечеткое решение D называется устойчивым, если оно λ - устойчиво и имеет максимальный запас устойчивости по параметру $\vec{\theta}$. Последнее означает инвариантность D на максимальной подобласти области Q. Выбор величины δ производится с учетом желаемой точности ε различения значений $\mu_D(x)$, $x \in X$, поскольку в силу структурной устойчивости модели $\delta = \delta(\varepsilon)$, причем конкретным вид зависимости легко устанавливается (обычно $\delta = k\varepsilon$). Варьирование параметра $\vec{\theta}$ также может осуществляться случайным образом либо детерминированным перебором с заданным шагом дискретизации $\Delta\vec{\theta}$.

Таким образом, в результате случайного варьирования ФП $\vec{\mu}_F$ по модели M находится достаточно большое число нечетких решений $D_l = D_l(\vec{\theta})$, на основе которых определяется λ -устойчивое решение D_λ по формулам:

$$\mu_{D_\lambda}(x) = \begin{cases} \mu_{\overline{D}}(x), \mu_{\overline{D}}(x) \geq \beta \\ 0, \textit{иначе} \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{\overline{D}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{L} \sum\limits_{1 \leq l \leq L} \mu_{D_l}(x), x \in \sup \overline{D} \\ 0, \textit{иначе} \end{cases} \quad (4)$$

$$\sup \overline{D} = \bigcup_{1 \leq l \leq L} \sup D_l \quad (5)$$

В λ - устойчивое решение естественно включить варианты, которые чаще других попадали в нечеткие решения D_l с достаточно высокой степенью. Это реализуется выражением (3), которое является нечетким аналогом мажоритарного выбора по β - большинству. Чем больше L, тем точнее формула (3) отражает это правило.

Жесткость требований к вариантам по устойчивости определяется величиной β. Выбором β можно регулировать "представительность" нечеткого решения D_λ.

Аналогично, варьируя параметр $\vec{\theta}$, мы получим конечный набор λ-устойчивых решений $D_\lambda(\vec{\theta}_1)$, …, $D_\lambda(\vec{\theta}_r)$, на основе которых, используя те же формулы (3)-(5), определяется окончательное устойчивое решение $D_{уст}$. Другие возможные способы выделения устойчивых оптимальных решений указаны в [4].

Предложенный способ формализации нечетких понятии на базе концепции устойчивости в теоретическом плане означает переход от обычных нечетких множеств к тик называемым *P*-нечетким множеством, которые являются частным случаем нечетких множеств типа 2 [1]: $\mu: Y \to 2^L$,где L - решетка. Концепция устойчивости дает возможность с единых позиций взглянуть на проблему обоснования нечеткого моделирования ПР и частично позволяет снять неопределенность в выборе модели и модельных параметров.

Список литературы

1. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. – М.: Наука, 1981.
2. Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К. и др. Большие системы: моделирование организационных механизмов. М.: Наука, 1989. - 245 с.
3. Белоусов В.Е. Алгоритм для оперативного определения состояний объектов в многоуровневых технических системах [Текст]/ Белоусов В.Е., Кончаков С.А.// Экономика и менеджмент систем управления. № 3.2 (17). 2015. - С. 227-232.
4. Белоусов В.Е. Алгоритм для анализа вариантов решений в многокритериальных задачах [Текст]/ Аксененко П.Ю., Белоусов В.Е., Кончаков С.А.// Системы управления и информационные технологии. №4(62), 2015. – С. 31-33.

УДК 334.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОБ ОПТИМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ РЕСУРСОВ МЕЖДУ ЦЕХАМИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

APPLICATION OF DYNAMIC PROGRAMMING METHOD IN DECISION-MAKING ON OPTIMAL ALLOCATION OF RESOURCES BETWEEN MACHINE-BUILDING PLANT SHOPS

Бекирова Ольга Николаевна, *Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры управления строительством, Россия, г. Воронеж,*
e-mail: bekiron@mail.ru, тел.: +7-920-410-39-09
Рогозина Елена Андреевна, *Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры управления строительством, Россия, г. Воронеж,*
e-mail: rogoozinaelena@mail.ru, тел.: +7-908-141-32-20
Малютина Анастасия Николаевна, *Воронежский государственный технический университет,*
магистрант кафедры управления строительством, Россия, г. Воронеж,
e-mail: anastasyamalyutina@inbox.ru, тел.: +7-980-540-80-09

Bekirova Olga Nikolaevna, *Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Construction Management*
Russia, Voronezh, e-mail: bekiron@mail.ru, tel.: +7-920-410-39-09
Rogozina Elena Andreevna, *Voronezh State Technical University, Master's Degree student at the Department of Construction Management*
Russia, Voronezh, e-mail: rogoozinaelena@mail.ru, tel.: +7-908-141-32-20
Malyutina Anastasia Nikolaevna, *Voronezh State Technical University, Master's Degree student at the Department of Construction Management*
Russia, Voronezh, e-mail: malyutinaanastasya@inbox.ru, tel.: +7-980-540-80-09

Аннотация. В статье представлен анализ применения метода динамического программирования для принятия решения о распределении денежных средств между цехами на примере ООО «Автолитмаш». Метод динамического программирования помогает планировать каждое отдельное действие, учитывая при этом общую выгоду, получаемую по окончании всего процесса, что позволяет добиться оптимального конечного результата по отдельно выбранному критерию и с помощью этого добиться максимальной выгоды. Актуальность данной темы обусловлена тем, что в современной экономике всегда широко используются оптимизационные методы, являющиеся основой математического программирования, оптимизационные задачи можно увидеть почти во всех областях науки. Их можно встретить в организации производства, в экономическом планировании, а так же в различных вопросах физики, биологии и военного дела.

Abstract. The article presents an analysis of the application of the dynamic programming method to make a decision on the distribution of funds between production departments on the example of LLC "Avtolitmash". The dynamic programming method helps to plan each individual action, taking into account the overall benefit received at the end of the whole process, which allows to achieve the optimal end result according to a separately selected criterion and thereby achieve maximum benefit. This topic is relevant because in modern Economics optimization methods are always widely used, they are the basis of mathematical programming, and optimization problems can be seen in almost all areas of science.

Ключевые слова: математическое программирование; динамическое программирование; принцип оптимальности; оптимальная стратегия; максимальная прибыль.

Key words: mathematical programming; dynamic programming; optimality principle; optimal strategy; maximum profit.

На современном этапе развития экономики нередко возникает необходимость в создании новых методов управления финансовыми ресурсами на предприятиях, т.е. необходимо эффективное управление материальными и финансовыми ресурсами предприятия.

Одной из "вечных" проблем на предприятиях является проблема распределения ресурсов. Это обусловлено тем, что ресурсы, в отличие от потребностей, всегда ограничены, их необходимо распределять на разные нужды постоянно и на всех уровнях.

Динамическое программирование представляет собой один из наиболее эффективных методов решения задач о наиболее оптимальном распределении ресурсов, чем и обусловлена актуальность данной статьи.

Динамическое программирование- это метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс может быть разбит на отдельные шаги (этапы). Такие операции называют многошаговыми.[1] Шаги динамического программирования представлены на рисунке 1:

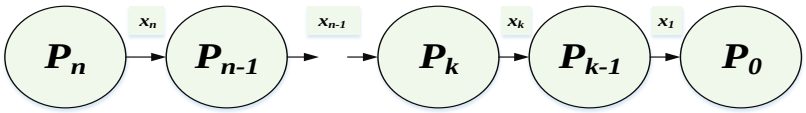


Рис.1 Шаги динамического программирования

Последовательное преобразование объекта (на каждом шаге) достигается с помощью решений: $x_1, x_2, \ldots, x_n$, принимаемых на каждом шаге, переводящее объект из состояния *Pn* в *Pn-1*.

Решение задач методами динамического программирования проводится на основе сформулированного Р. Э. Беллманом принципа оптимальности: оптимальное поведение обладает тем свойством, что каким бы ни было первоначальное состояние системы и первоначальное решение, последующее решение должно определять оптимальное поведение относительно состояния, полученного в результате первоначального решения.[2]

Следовательно, динамическое программирование представляет собой оптимальное управление процессами путем изменения управляемых параметров на каждом отдельном шаге и таким образом воздействует на ход всего процесса, меняя на каждом шаге состояние системы.

Применение метода оптимизации на примере ООО «Автолитмаш».

Метод динамического программирования можно применить на практике при принятии решения о распределении 40 миллионов рублей между механическим, газосварочным, инструментально-штамповым и термическим цехами завода «Автолитмаш» так, чтобы получить максимальный прирост выпуска продукции.

Машиностроительный завод «Автолитмаш» является крупным производителем запасных частей и комплектующих из бронзового и чугунного литья. Основными видами выпускаемой продукции завода являются бронзовые втулки, вкладыши, бронзовое литьё и

детали из бронзы по чертежам и эскизам заказчиков, а так же широкого спектра промышленного оборудования.

Для того, чтобы распределить имеющиеся средства между указанными цехами примем, что все вложения в развитие отдельных цехов кратны 8. Возможные варианты развития цехов приведены в табл.1.

Выразим имеющиеся данные с помощью математической формулы:

$$g_1(x_1) + g_2(x_2) + g_3(x_3) + g_4(x_4) \rightarrow \max$$
$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 40 \quad (1)$$
$$x_i = \{0; 8; 16; 24; 32; 40\},\ k = \overline{1,5}.$$

где x_k – количество средств, выделяемых каждому предприятию;

$g_k(x_k)$ – прирост продукции, который ожидается от выделенных средств.

Начальное состояние объекта 40 млн руб., конечное – 0 млн руб., - то есть все средства проинвестированы. Состояние *Pk* – средства, имеющиеся на *k*-том шаге, *Xk* – возможные инвестиции в *k*-тое предприятие.

Табл. 1. Варианты развития цехов

x_i	Прирост выпуска продукции $g_k(x_k)$, млн руб.			
	Термический цех $g_1(x_1)$	Инструментально-штамповый цех $g_2(x_2)$	Газосварочный цех $g_3(x_3)$	Механический цех $g_4(x_4)$
0	0	0	0	0
8	41	28	35	27
16	57	61	67	73
24	120	122	115	125
32	150	146	144	176
40	180	175	180	178

1. В соответствии с вычислительной схемой динамического программирования рассмотрим сначала случай, когда все имеющиеся средства выделяются на реконструкцию и модернизацию одного цеха. Обозначим через $f_1(P_1)$ максимально возможный дополнительный доход на этом предприятии, соответствующий выделенной сумме. $\{0, 8, 16, 24, 32, 40\}$– возможные значения переменной при состоянии $P_1 = 40$. В задаче с одной переменной отсутствует выбор. Поэтому вкладываемая сумма x_1 будет равняться выделенным средствам P_1 и оптимальная целевая функция примет вид:

$$f_1(P_1) = g_1(x_1)$$

$f_1(0) = 0$; $f(8) = 41$; $f(16) = 57$; $f(24) = 120$; $f(32) = 150$; $f(40) = 180$.

2. Выделенная сумма распределяется между термическим и инструментально-штамповым цехами. Рекуррентное уравнение при этом имеет вид:

$$f_2(P_2) = \max \{g_2(x_2) + f_1(P_2-x_2)\} \quad (2)$$
$$0 \le x_2 \le P_2$$

Осуществляется поиск по переменной x_2, принимающей значение (0, 8, 16, 24, 32, P_2) в зависимости от числа P_2.

$f_2(0) = \max \{g_2(0) + f_1(0 - x_2)\} = 0$ при $x_2 = 0$.

$f_2(8) = \max \{g_2(x_2) + f_1(8-x_2)\} = \max \{g_2(0) + f_1(8); g_2(8) + f_1(0)\} = \max \{0 + 41; 28 + 0\} = 41$ при $x_2 = 0$.

$f_2(16) = \max \{g_2(0) + f_1(16); g_2(8) + f_1(8); g_2(16) + f_1(0)\} = \max \{0 + 57; 28 + 41; 61 + 0\} = 69$ при $x_2 = 8$.

$f_2(24) = \max \{g_2(0) + f_1(24); g_2(8) + f_1(16); g_2(16) + f_1(8); g_2(24) + f_1(0)\} = \max \{0 + 120; 28 + 57; 61 + 41; 122 + 0\} = 122$ при $x_2 = 24$.

$f_2(32) = \max \{g_2(0) + f_1(32); g_2(8) + f_1(24); g_2(16) + f_1(16); g_2(24) + f_1(8); g_2(32) + f_1(0)\} = \max \{0 + 150; 28 + 120; 61 + 57; 122 + 41; 146 + 0\} = 163$ при $x_2 = 24$.

$f_2(40) = \max \{g_2(0) + f_1(40); g_2(8) + f_1(32); g_2(16) + f_1(24); g_2(24) + f_1(16); g_2(32) + f_1(8); g2(40) + f1(0)\} = \max \{0 + 180; 28 + 150; 61 + 120; 122 + 57; 146 + 41; 175 + 0\} = 187$ при $x_2 = 32$.

3. Выделенная сумма распределяется между термическим, инструментально-штамповым и газосварочным цехами. Рекуррентное уравнение при этом имеет вид:

$$f_3(P_3) = \max \{g_3(x_3) + f_2(P_3-x_3)\} \quad (3)$$

Ведем поиск по переменной x_3, принимающей значения (0, 8, 16, 24, 32) в

зависимости от P_3.

$f_3(0) = \max \{g_3(0) + f_2(0 – x_3)\} = 0$ при $x_3 = 0$.

$f_3(8) = \max \{g_3(0) + f_2(8); g_3(8) + f_2(0)\} = \max \{0 + 28; 35 + 0\} = 35$ при $x_3=8$.

$f_3(16) = \max \{g_3(0) + f_2(16); g_3(8) + f_2(8); g_3(16) + f_2(0)\} = \max \{0 + 61; 35 + 28; 67 + 0\} = 67$ при $x_3 = 16$.

$f_3(24) = \max \{g_3(0) + f_2(24); g_3(8) + f_2(16); g_3(16) + f_2(8); g_3(24) + f_2(0)\} = \max \{0 + 122; 35 + 61; 67 + 28; 115 + 0\} = 122$ при $x_3 = 0$.

$f_3(32) = \max \{g_3(0) + f_2(32); g_3(8) + f_2(24); g_3(16) + f_2(16); g_3(24) + f_2(8); g_3(32) + f_2(0)\} = \max \{0 + 146; 35 + 122; 67 + 61; 115 + 28; 144 + 0\} = 157$ при $x_3 = 8$.

$f_3(40) = \max \{g_3(0) + f_2(40); g_3(8) + f_2(32); g_3(16) + f_2(24); g_3(24) + f_2(16); g_3(32) + f_2(8); g_3(40) + f_2(0)\} = \max \{0 + 175; 35 + 146; 67 + 122; 115 + 61; 144 + 28; 180 + 0\} = 189$ при $x_3 = 16$.

4. Инвестиции распределяются между всеми цехами. Рекуррентное уравнение при этом имеет вид:

$$f_4(P_4) = \max \{g_4(x_4) + f_3(P_4-x_4)\} \quad (4)$$

$f_4(40) = \max \{g_4(0) + f_3(40); g_4(8) + f_3(32); g_4(16) + f_3(24); g_4(24) + f_3(16); g_4(32) + f_3(8); g_4(40) + f_3(0)\} = \max \{0 + 180; 27 + 144; 73 + 115; 125 + 67; 176 + 35; 178 + 0\} = \max \{180; 171; 188; 192; 211; 178\} = 211$ при $x_4 = 32$.

Таким образом, получен максимальный ожидаемый прирост выпуска продукции, равный 211 млн.руб. Далее требуется определить, при каких вариантах вложений был получен результат. С этой целью необходимо вернуться от последнего этапа к 1 и проследить, как было получено максимальное значение целевой функции. На 4 этапе получен максимальный результат при $x_4 = 32$. Фиксируем это значение переменной.

$211 = 176 + 35$, где $35 = f_3(8)$. Этот результат получен на 3 этапе при $x_3=8$.

При этом $f_3(8) = 35 + 0$, где $0 = f_2(0)$ при $x_2= 0$.

Следовательно инвестиции целесообразно выделять механическому и газосварочному цеху в количестве соответственно 32 и 8 млн.руб., оптимальный прирост в этом случае составит 211 млн.руб. Таким образом, применение метода динамического программирования позволило выявить наиболее оптимальный способ распределения выделенных средств между цехами завода. Из анализа хода решения можно выявить следующие принципы, лежащие в основе динамического программирования:

- Принцип оптимальности.

Оптимальное решение на каждом отдельном шаге определяется состоянием всей системы на данном шаге, то есть, каким бы ни было начальное состояние системы перед следующим шагом, необходимо выбрать такое оптимальное управленческое решение, чтобы прибыль на этом шаге вместе с оптимальной прибылью на всех последующих шагах являлась максимальной.

- Принцип погружения.

Форма задачи, решаемой с использованием метода динамического программирования, не меняется при изменении количества шагов N. Любой конкретный процесс с заданным количеством шагов может рассматриваться с позиции более широкого класса задач.

Таким образом, при принятии решения о распределении средств между цехами реализация названных принципов дает гарантию того, что решение, принимаемое на очередном шаге, окажется наилучшим относительно всего процесса в целом, а не только в отношении узких интересов определенного этапа, и именно это позволит достичь наиболее оптимального варианта при распределении ресурсов.

Список литературы

1. Баркалов С.А., Буркова И.В., Колпачев В.Н., Котенко А.М., Потапенко А.М. Оптимизационные модели и механизмы в управлении проектами. Воронеж: ВГАСУ, 2005. – 912 с.
2. Буркова И.В., Баркалов С.А., Курочка П.Н. модели и методы управления строительными объектами. 1-ое изд. Саратов: ВГАСУ, 2015. – 440 с.
3. Семенов П.И., Баркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н., Половинкина А.И. Оптимизационные модели и методы в управлении строительным производством. Воронеж: Научная книга, 2007. – 423 с.
4. С.А. Баркалов, Е.В. Баутина, О.Н. Бекирова, Я.С. Строганова Управленческие решения: учебное пособие/ Врн.: ИД "Ритм". 2017 г. С.293
5. Баркалов, С.А. Исследование операций в экономике [Текст]: лаб. Практикум. С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, И.В Федорова; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2006. – 244с.;
6. Алферов В.И., Баркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н., Хорохордина Н.В., Шипилов В.Н. Прикладные задачи управления строительными проектами. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 2008. – 765 С. 1-5.

УДК: 332.1

ЕСТЕСТВЕННЫЕ МОНОПОЛИИ И ИХ ПРОБЛЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ РОССИИ

Березина В.О., студентка 3 курса

Старооскольский филиал ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Старый Оскол

Аннотация: *естественные монополии занимают важное место в российской экономике. Однако проблемы, которые существуют на предприятиях такого типа и, прежде всего, в связи с неэффективным государственным регулированием, препятствуют их развитию и не дают всех возможных выгод потребителям и экономике в целом. В статье предлагаются возможные решения проблем, связанных с регулированием естественных монополий.*

Ключевые слова: естественные монополии, конкуренция, издержки, технический прогресс, предприятия, методы регулирования.

Annotation: *natural monopolies occupy an important place in the Russian economy. However, the problems that exist at enterprises of this type and, above all, in connection with inefficient state regulation, impede their development and do not give all possible benefits to consumers and the economy as a whole. The article suggests possible solutions to the problems associated with the regulation of natural monopolies.*

Keywords: natural monopolies, competition, costs, technological progress, enterprises, regulatory methods.

Естественная монополия - это состояние товарного рынка, где удовлетворение спроса на этом рынке более эффективно, если нет конкуренции, из-за технологических характеристик производства (из-за значительного снижения себестоимости единицы продукции при увеличении производства), а товары, произведенные естественными монополиями, потребление которых, не может быть заменено другими товарами, в которых спрос на этом товарном рынке на товары, производимые субъектами естественных монополий, возрастает в меньшей степени и зависит от того, изменяется ли цена этой статьи по мере изменения спроса на другие товары [4].

Сферы естественных монополий мобильны. Они или расширяются, или сжимаются, или полностью исчезают в зависимости от природных факторов (например,

наличия или отсутствия, увеличения или уменьшения разведанных полезных ископаемых и других природных богатств) или спроса на товары, произведенные естественной монополией [1, 2]. Поэтому необходимо постоянное исследование и изменение естественных монополий. Неконтролируемое функционирование и неконтролируемое развитие естественных монополий может привести к ряду неблагоприятных последствий, таких как преувеличение тарифов, нарушение прав потребителей и ухудшение экономического положения в стране, поскольку с точки зрения общественных интересов естественные монополии являются наиболее важным бюджетным и структурным фактором для экономического развития.

Чаще всего естественными монополиями являются компании, которые управляют трудоемкой инфраструктурой, которая экономически неоправданна или технически невозможна для восстановления другими компаниями (например, система водоснабжения, энергосистема, железные дороги) [8, 9].

Плюсы естественных монополий:

- снижение издержек на производство продукции, в связи с максимальным использованием эффекта масштаба;

- следование единым стандартам на производимую продукцию и предоставляемые услуги;

- возможность смены рыночного механизма, т. е. рыночной экономической организации;

- внутрифирменная иерархия и система контрактных отношений, позволяет сократить потери, связанные с риском и неопределенностью;

- использование последних достижений научного и технического прогресса единолично, особенно, если они разрабатываются внутри монополии [3].

Минусы естественных монополий:

- монополия определяет уровень продажной цены, вследствие чего она может переложить издержки в значительной мере на конечного потребителя, а последний в свою очередь, не в состоянии оказывать обратного влияния на предприятие;

- монополии могут блокировать технический прогресс, в связи с отсутствием конкуренции;

- монополист может снижать свои издержки за счёт снижения качества производимой продукции;

- монополия может принимать форму административного диктата, подменяющего экономический механизм [5].

Итак, мы видим, что достоинства естественной монополии становятся недостатками, и наоборот. Нельзя прямо сказать, чего больше, плюсов или минусов. Но общество не может зависеть только от естественных монополий, потому что на рынке не будет одного и того же вида продуктов из-за отсутствия конкуренции, а исходя из этого, цены будут являться фиксированными, что негативно повлияет на потребителей. При естественной монополии рыночный механизм ресурсов распределяется неравномерно.

Примеры естественных монополий в России:

1. РЖД (Российские железные дороги);

2. Аэрофлот (Российские авиалинии);

3. ГАЗПРОМ (транспортировка газа по трубопроводам, реализация природного газа);

4. Транснефть (Транспортировка более 90% добываемой в России нефти).

В российской промышленности четыре тысячи компаний-монополистов, а их продукция составляет 7% от общего объема. Из них 500 - естественные монополии. В условиях общего сокращения производства в России спрос на промышленные товары и услуги - естественные монополии, за исключением секторов связи - неуклонно снижается.

Эти отрасли чрезвычайно капиталоемки, и значительная часть их затрат продолжается. В результате доля постоянных затрат в цене за единицу продукции увеличилась. Кроме того, субъекты естественных монополий до недавнего времени в значительной степени финансировали инвестиции из внутренних источников (инвестиционные и стабилизационные фонды, которые были созданы за счет собственных средств и прибыли), тем самым определяя чрезмерную нагрузку на тарифы. В 1993-1996 годах цены в российских естественных монополиях росли быстрее, чем в других секторах экономики.

Они приблизились к мировому уровню и превзошли его в некоторых случаях (например, международные телефонные тарифы). Потребители начали оказывать давление на правительство, пока не было решено заморозить цены. Принимая во внимание фундаментальный характер этих отраслей, становится очевидным, что повышение цен на их продукцию явилось сильным фактором совокупной инфляции, которую экономисты справедливо назвали инфляцией затрат [10].

Проблема необходимости государственного регулирования естественных монополий была признана властями только в 1994 году, когда рост цен на продукцию уже оказал значительное влияние на экономическое бремя. В это время, правительственное реформаторское крыло все больше сосредоточивалось на проблемах регулирования естественных монополий, не столько на контексте необходимости прекращения роста цен в соответствующих секторах или для обеспечения того, чтобы ценовой механизм использовался для макроэкономической политики, а сначала попыталось изучить диапазон ограничения регулируемых цены [3].

В соответствии с Законом «О естественных монополиях» сфера действия регламента охватывает транспортировку нефти и нефтепродуктов по трубопроводам, транспортировку газа по трубопроводам, услуги по передаче электрической и тепловой энергии, железнодорожный транспорт, транспортные терминалы, портовые и аэропортовые услуги, а также общественные и почтовые услуги [6].

Основные методы регулирования:

- регулирование цен, то есть прямое определение цен (тарифов) или установление их максимальных уровней;

- определите потребителей для обязательного ухода и/или установите минимальный уровень ухода [7].

Надзорные органы также обязаны контролировать различные виды деятельности естественных монополий, включая сделки по покупке недвижимости, крупные инвестиционные проекты, продажи недвижимости и аренду.

Таким образом, при решении проблемы естественных монополий Россия последовала примеру других стран, где реформирование естественных монополий было направлено на стимулирование принципов конкуренции в отраслях естественных монополий.

В России проблема монополизации в настоящее время уже не просто экономическая, а становится все более политической. Однако хорошо известно, что в первую очередь экономика не должна иметь никакой политической принадлежности. И только тогда государство сможет заменить десятилетия возникающих монополий свободным и самоорганизующимся рынком. Конечная цель состоит в том, чтобы на рынке оставались только те компании, которые предлагают более качественные продукты, относительно более низкие цены и быструю смену ассортимента.

Список литературы

1. Агбалян Д.М., Самарин А.В. Принципы менеджмента в компании MCDONALD'S // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 11-14.
2. Вартанова А.А., Домаева А.А., Самарин А.В. Проблема текучести кадров в США И Канаде // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 84-86.
3. Власенко О.В. Предвидение будущего. Разработка конкурентной стратегии коммерческо-предпринимательской структуры и прогнозирование ее развития // Российское предпринимательство. 2018. № 3. С. 60-63.
4. Косьмин А.Д., Метелев С.Е., Гордиевич Т.И. Экономическая теория. - Омск, 2008.
5. Косьмин А.Д., Метелев С.Е., Дубенская Е.С. Мировая экономика и внешнеэкономическая деятельность. - Москва, 2016.
6. Метелев С.Е. Финансовый менеджмент. - Омск, 2017.
7. Метелев С.Е. Экономические и экологические проблемы в меняющемся мире. - Санкт-Петербург, 2015.
8. Самарина В.П. Проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий в современную российскую промышленность // Материалы XIX Отчетной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава под редакцией С.Л. Иголкина. 2016. С. 88-91.
9. Самарина В.П. Черная металлургия России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2016 2016. С. 528-532.
10. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 643-647.

УДК 376.1

ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В ХОДЕ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ДЕЛОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ»

Востокова Светлана Николаевна

доцент кафедры ЭУиОП, кандидат педагогических наук,

Старооскольский технологический институт им. А.А.Угарова (филиал) ФГАОУВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Старый Оскол, Россия

cveta1102@mail.ru

Аннотация: *Данная статья посвящена особенностям формирования общекультурных компетенций в условиях изучения учебной дисциплины «Деловые коммуникации» в группах экономической направленности.*

Ключевые слова: *компетенции; общекультурные компетенции; коммуникативные компетенции; активные методы обучения*.

THE SEREALIC SEREALICS STUDENTS IN THE STUDY OF THE STUDY "BUSINESS COMMUNICATIONS"

Svetlana N. Vostokova

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

Abstract: *This article is devoted to the peculiarities of the formation of general cultural competences in the study of the academic discipline "Business Communications" in groups of economic orientation.*

Keywords: *competence; Cultural competencies; Communicative competencies; active teaching methods.*

Современная система высшего образования ориентирована на компетентностный подход, согласно которому приоритетной целью образования становится формирование профессиональных и общекультурных компетенций будущего специалиста. Под компетентностью специалиста понимается эффективное использование полученных знаний, умений и навыков, что предполагает способность ориентироваться в бесконечном разнообразии профессиональных и жизненных ситуаций, успешно работать в условиях

отсутствия готовых алгоритмов решения задач, проявлять творческое мышление в нестандартных ситуациях, плодотворно сотрудничать с коллегами в межличностной среде, обладать развитым самосознанием [1, 2, 3].

В результате освоения основной образовательной программы бакалавриата по направлению «Экономика» у студентов на первый план выходит формирование не только профессиональных, но и общекультурных компетенций. В этих условиях происходит смена парадигмы - усиление культурообразующей роли образования.

Общекультурные компетенции, в отличие от профессиональных компетенций, отличаются тем, что являются более постоянной составляющей развития личности. Они остаются на всю жизнь, при этом существующие компетенции помогают в дальнейшем в приобретении новых, которые помогают развиваться дальше и достигать новых высот и в профессиональном становлении. По окончании обучения перед выпускником стоит задача реализовать себя не только в профессиональной области, но и встроиться в сложную социальную систему межличностных отношений.

Проанализировав работы ученых, исследовавших проблему общекультурных компетенций (И.А. Зимняя, А.В. Хуторской, К.В. Шапошников, Л.С.Троянская и др.) [4], приходим к выводу, что сущность данного понятия настолько многогранна и сложна, что исследователи не могут однозначно определить ее смысл. Вслед за Нигматзяновой Г.Ф., будем рассматривать общекультурную компетенцию как базовую компетентность личности, обеспечивающую вхождение в мировое пространство культуры и самоопределение в нем, применение профессиональных знаний и умений в практической деятельности, овладение нормами речевого этикета и литературного языка, а также культурой межнационального общения и способностью ориентироваться в социуме [5].

Для решения задач по формированию общекультурных компетенций выпускника кафедры ЭУиОП СТИ НИТУ «МИСиС» используется комплексный подход:

- в процессе изучения дисциплин, таких как философия, иностранный язык, история, деловые коммуникации;

-вовлечение студентов в научную и исследовательскую деятельность;

- в рамках организации воспитательной работы с обучающимися;

- с учетом организации учебного процесса всех дисциплин на деятельностном подходе.

В общекультурной компетентности ключевой является коммуникативная компетентность, поскольку владение коммуникативной компетентностью необходимо специалисту экономической сферы деятельности, так как она связана с установлением контактов, общением в социуме, работой с потоками информации. Необходимые умения и навыки включают умение организовывать и структурировать информацию, правильно использовать систему языковых и речевых норм и выбирать коммуникативное поведение, отстаивать свою профессиональную позицию, уметь разрешать конфликты, регулировать свое состояние [6, 7].

Внедрение курса «Деловые коммуникации» способствует формированию коммуникативной компетентности как составляющей общекультурной компетентности студентов экономической направленности. Эффективное формирование коммуникативной компетентности у студентов вуза в процессе изучения курса «Деловая коммуникация» обеспечивается:

- наличием конечных и промежуточных целей формирования коммуникативной компетентности студентов на основе теоретического анализа проблемы и выявления коммуникативных потребностей;

- использованием преимущественно активных форм и методов обучения;

- применением критериально-оценочных процедур, позволяющих своевременно отслеживать значимые изменения в коммуникативной компетентности студентов;

- наличием дидактических материалов и заданий, позволяющие значительно расширить функциональные возможности курса;

- содержанием профессиональной направленности конкретного материала, с учетом особенностей получаемой студентами профессии.

В этой связи курс «Деловые коммуникации» призван подготовить студентов к эффективному деловому взаимодействию. Основная задача курса – это совершенствование культуры письменной и устной деловой коммуникации. знакомство бакалавров с основами служебной речевой культуры, с принципами и правилами делового этикета, работа по определению стилистических недочётов и исправлению ошибок в составлении служебных документов, поиск путей преодоления конфликтных ситуаций.

Успешность формирования общекультурных компетенций студентов достигается посредством применения в курсе «Деловые коммуникации» активных и интерактивных форм проведения учебных занятий, когда преподаватель становится не

только и не столько носителем знаний, сколько руководителем и «инициатором» самостоятельной работы и творческой активности студентов. Основными принципами применения активных образовательных технологий являются принцип научности и доступности обучения, принцип системности обучения и связи теории с практикой, принцип сознательности и активности обучающихся в обучении, принцип наглядности, принцип прочности усвоения знаний и связи обучения со всесторонним развитием личности студентов.

Проблема отбора и организации учебного материала достаточно сложна. Если материал не имеет непосредственного практического значения, то эффективность его усвоения снижается, а, следовательно, снижается и уровень сформированности общекультурной и профессиональной компетенций [8, 9]. При составлении рабочей программы по дисциплине «Деловые коммуникации» необходимо кардинально пересмотреть содержательную часть с учетом экономических направлений, реализуемых вузом, а также качественно изменить состав заданий, наполняющих экзаменационный материал, опираясь на профессиональную ориентацию.

В этой связи актуальной задачей становится не только умение отбирать необходимые знания, систематизировать их, но и умение преобразовывать эти знания, приближать их к профессиональным ситуациям. Такое высокое качество усвоения теоретического материала становится возможно посредством применения комплекса нетрадиционных современных методов обучения и технологий, таких как проективные, рефлексивные (тренинги коммуникативных умений), коммуникативно-деловые (виртуальные конференции, диалог, полилог, пресс-конференция, диспуты, дискуссии), проблемно-поисковые (семинар, проблемный видеопрактикум, сократов диалог, кейс-методы, научный серпантин [10]

По данным экспертов установлено, что при лекционной подачи материала усваивается 20 % информационного материала, в то время как при применении активных форм – 90 % [11]. Таким образом, применение активных форм обучения в рамках дисциплины «Деловые коммуникации» является оптимальным методом обучения. Активные методы обучения позволяют моделировать различные производственные ситуации (совещание, переговоры, служебный телефонный разговор), проектировать способы речевых действий в условиях предложенных моделей, демонстрировать процесс систематизации теоретических знаний по решению определенной практической задачи.

Организация и проведение занятия с применением активных методов обучения в группе численностью 15-20 студентов является коллективным методом обучения. В процессе таких занятий формируется коллективное мнение при защите мнения одной группы и критики другой группы. Данное обстоятельство обуславливает потребность в обосновании высказываний, то есть в аргументирующем публичном выступлении студентов.

В конце занятия применяются критериально-оценочные процедуры, позволяющие отслеживать изменения в коммуникативной компетентности студентов: указывает на достижение/недостижение поставленных студентами целей, отмечаются положительные/отрицательные моменты, кратко анализируются выступления участников. Для проведения критериально-оценочных процедур используются следующие методики: метод недописанного предложения, метод ранжирования, телеграмма и другие.

В целом, диагностика показала, что применение активных методов обучения имеет позитивную структуру, так 95 % студентов считают важным, чтобы занятия проходили в деятельностной и дискуссионной формах. Практически все студенты, изучающие дисциплину «Деловые коммуникации» считают, что для их дальнейшей профессиональной деятельности важны такие качества как умение общаться с различными людьми, убеждать их в справедливости своих идей, отстаивать свою профессиональную позицию, владеть коммуникативными умениями, уметь разрешать конфликты, регулировать свое состояние. Наблюдения показывают, что студенты более охотно готовятся к учебным занятиям, если они являются активными субъектами.

Список литературы

1. Хуторской А.В. Дидактическая эвристика: Теория и технология креативного обучения. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.

2. Востокова С.Н. Модель формирования готовности учителя к инновационной деятельности в региональной системе постдипломного образования // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2013. № 9. С. 15.

3. Востокова С.Н. Формирование готовности учителя в региональной системе постдипломного образования к инновационной деятельности // автореферат дис. ... кандидата педагогических наук / Елец. гос. ун-т им. И.А. Бунина. Елец, 2014

4. Троянская С. Л. Развитие общекультурной компетентности студентов средствами музейной педагогики: Автореф. дис. … канд. пед. наук. – Ижевск, 2004 -23 с.

5. Нигматзянова Г.Х. Структура и содержание общекультурных компетенций студента// Гуманитарные научные исследования. 2014. № 2 [Электронный ресурс]. URL: http://human.snauka.ru/2014/02/5851

6. Баранов С.В., Скуфьина Т.П. Социально-экономическое прогнозирование: история, современность, проблемы преподавания // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2005. Т. 8. № 2. С. 201-207.

7. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Перспективы развития науки и высшей школы в свете последних изменений, внесенных высшей аттестационной комиссией // ЭКО. 2007. № 2 (392). С. 13-27.

8. Самарин А.В. К вопросу о психолингвистическом эксперименте как инновации в учебном процессе в высшей школе //Технологизация системы современного образования: стратегия, концепции, практика: Материалов II Международной научно-практической конференции. 2017. С. 131-134.

9. Самарин А.В. К вопросу о показателях познавательного интереса младших школьников в учебном процессе // Образование. Наука. Карьера: Сборник научных статей Международной научно-методической конференции. В 2-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 57-60.

10. Мельникова О.Ю. Обучение ведению деловой корреспонденции студентов экономических специальностей. Филологические науки. Методика преподавания языка и литературы. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.rusnauka.com/12_ENXXI_2010/Philologia/65448.doc.htm/

11. Федорова Л.И. Игра: дидактическая, ролевая, деловая: решение учебных и профессиональных проблем / Л. И. Федорова. – М. : Форум, 2009. – 176 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ФОРМИРОВАНИЕМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОБСТВЕННОГО КАПИТАЛА НА ПРЕДПРИЯТИИ

APPLICATION OF THE SYSTEM OF FINANCIAL INDICATORS IN THE MANAGEMENT OF THE FORMATION AND USE OF EQUITY IN THE ENTERPRISE

Демидова Е.Г., Мамасодиков Ш. А.

СТИ НИТУ «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, dmitrikeg@mail.ru

Demidova E. G. Mamasodikov Sh.

STI NUST «MISIS», Russia, Stary Oskol, *dmitrikeg@mail.ru*

Аннотация. В статье представлена обобщенная система показателей оценки эффективности управления собственным капиталом по трем направлениям: эффективности формирования, использования и влияния на финансовую структуру предприятия в целом.

Annotation. The article presents a generalized system of indicators for assessing the effectiveness of equity management in three areas: the efficiency of formation, use and impact on the financial structure of the enterprise as a whole.

Ключевые слова: эффективность; собственный капитал; показатели; оценка.

Keywords: efficiency; equity; indicators; evaluation.

Достаточность собственного капитала и его оптимальная структура, наличие возможности его обоснованного увеличения и повышения отдачи от использования являются необходимыми предпосылками финансовой устойчивости. Управление формированием собственного капитала на предприятии является важнейшим элементом финансового менеджмента.

Основной целью управления собственным капиталом определяется формирование определенной части совокупного капитала предприятия в достаточных объемах и по приемлемой стоимости. Стоимость собственного капитала определяется величиной доходности собственников на вложенный капитал [1].

При управлении собственным капиталом учитываются не только источники формирования, но и эффективность использования, а также дается оценка влияния

управленческих решений на эффективность деятельности предприятия в целом с учетом приемлемого уровня доходности и риска [2].

Для оценки достижения указанных целей используются различные показатели, которые целесообразно сгруппировать соответственно по трем основным направлениям (табл.1):

Таблица 1. Показатели эффективности управления формированием собственного капитала предприятий

Оценка эффективности формирования собственного капитала		Оценка эффективности использования собственного капитала		Оценка эффективности принимаемых управленческих решений	
Показатель	Рекомендуемое значение (динамика)	Показатель	Рекомендуемое значение (динамика)	Показатель	Рекомендуемое значение (динамика)
Коэффициент самофинансирования ($К_{СФ}$)	рост за период	Коэффициент оборачиваемости собственного капитала ($КО_{СК}$)	рост	Чистая прибыль (ЧП)	рост
Собственный оборотный капитал (СОК)	СОК > 0	Период оборачиваемости собственного капитала ($Т_{СК}$)	снижение	Коэффициент общей рентабельности (КОР)	рост
Коэффициент обеспеченности собственным оборотным	$КО_{СОК} \geq 0,1$	Общая рентабельность собственного капитала	рост	Коэффициент рентабельности продаж (КРП)	рост

капиталом оборотных активов (КОСОК)		($ОР_{СК}$)			
Коэффициент финансовой независимости (КФН)	$К_{ФН}$ [0,5;0,7]	Финансовая рентабельность собственного капитала (ФРСК)	рост	Коэффициент рентабельности активов (КРА)	рост
Коэффициент финансирования (КФ)	$К_{Ф} \geq 1$	$\Delta ЧП > \Delta БП > \Delta ВП > \Delta СК$	соответствие	Коэффициент рентабельности производства (КРПр)	рост
Коэффициент финансовой устойчивости (КФУ)	$К_{ФУ}$ [0,8; 0,9]	Индекс эффективности использования СК (ІСК)	увеличение $I_{СК} = \Delta КО_{СК} \times \Delta ОР_{СК} \times \Delta ФР_{СК}$	Экономическая добавленная стоимость (EVA)	EVA > 0
				Эффект финансового рычага (DFL)	DFL > 0

Соответствие фактических показателей их рекомендуемому значению позволяет судить об эффективности управления формированием собственного капитала предприятия.

В рамках эффективности формирования собственного капитала используются показатели финансовой устойчивости предприятия.

Для оценки эффективности использования собственного капитала используются коэффициенты оборачиваемости и рентабельности.

Обобщающими показателями эффективности принимаемых решений в области управления собственным капиталом является положительная динамика чистой прибыли предприятия и коэффициентов рентабельности продаж, совокупных активов, производства), а также положительное значение добавленной экономической стоимости, что свидетельствует о росте цены самой компании, и положительное значение эффекта финансового рычага, означающее превышение экономической рентабельности над средневзвешенной стоимостью заемных средств [3].

Таким образом, оценка эффективности управления формированием и использованием собственного капитала на предприятии может быть осуществлена по трем направлениям: оценка эффективности формирования собственного капитала; оценка эффективности использования собственного капитала; оценка эффективности принимаемых управленческих решений.

Список литературы

1. Муравьева Н.Н., Удалова Н.Н. Эффективное управление финансами промышленных предприятий: теоретико-методические аспекты // Финансовые исследования. 2016. №1(50). С. 100-108.

2. Муравьева Н.Н., Рябухина К.В. Формирование системы показателей эффективности управления собственным капиталом на предприятиях реального сектора экономики//Экономика и бизнес: теория и практика. 2017. № 4-2. С. 70-74.

3. Бланк И.А. Управление формированием капитала. – Киев: «Ника-Центр», 2011. 586 с.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ УЧЕТА И АУДИТА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

GREENING ACCOUNTING AND AUDITING IN RUSSIA AND ABROAD

Е.В. Ильичева, д.э.н, профессор, Демидова Е.Г.,к.э.н., доцент,
СТИ НИТУ «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, ev.ilicheva@yandex.ru
E. V. Ilicheva, doctor of Economics, professor, E. G. Demidova, candidate of Economics,
STI NUST "MISIS", Russia, Stary Oskol, ev.ilicheva@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена взаимосвязь экологического учета и аудита в системе экологизации хозяйственной деятельности. Проведен анализ нормативных правовых документов, регулирующих вопросы экологического учета и аудита в России и за рубежом. Даны предложения, способствующие развитию экологического учета и аудита в России.

Annotation. The article presents the relationship of environmental accounting and audit in the system of greening of economic activity. The analysis of normative legal documents regulating the issues of environmental accounting and audit in Russia and abroad is carried out. The proposals contributing to the development of environmental accounting and auditing in Russia are given.

Ключевые слова: эффективность; экологический учет; экологический аудит; оценка.

Keywords: efficiency; equity; indicators; evaluation.

Экологические проблемы по глубине негативного воздействия на человечество и катастрофическими последствиями несравнимы ни с какими проблемами. Однако в настоящее время в России не разработаны такие методы ведения хозяйства, которые учитывали бы природные равновесия в сторону минимальных вредных воздействий на окружающую среду. Одним из приоритетных стратегических направлений инновационного развития в области природоохранной деятельности как в России, так и в мире, является формирование и введение в предпринимательскую сферу процедуры экологического учета и аудита.

Так, экологический аудит, как средство защиты интересов предпринимательских структур получил свое развитие в 70-е годы и был направлен на снижение уровня риска

для окружающей среды и здоровья населения. С середины 80-х годов экологический аудит рассматривается как метод внутреннего административного управления с целью усиления контроля за производственной практикой и оценкой соответствия стратегии деятельности компаний нормам экологического права за рубежом. С начала 90-х годов получает распространение банковский экологический аудит в целях предупреждения риска неплатежей по ссудам своих заемщиков и банкротства в связи с деятельностью по загрязнению окружающей среды. В ряде стран, начиная с 90-х годов, принимаются национальные стандарты в этой области. За рубежом с 1993 г. Система экологического менеджмента и экологического аудита (EMAS) стала реальным инструментом экологической политики [1]. В России внедряется инновационная деятельность по созданию национальных стандартов в данной области по аналогии со стандартами ISO серии 14000 [2]. В абзаце 33 ст. 1 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» дано определение экологического аудита [3], однако непосредственное регулирование экологического аудита находится в стадии становления [4].

Концепция экологического учета, как инструмента проведения последовательной политики в области экологии появилась несколько позднее и была впервые выдвигается в 1992 году на Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (Встречи на высшем уровне «Планета Земля» в Рио-де-Жанейро) [5].

Целью экологического учета и аудита является координация экологической и экономической составляющей бизнеса, обозначение возможных экологических рисков и затруднений, определение путей их преодоления. В таблице 1 представлена взаимосвязь и основные признаки экологического учета и аудита.

Признаки	Экологический учет	Экологический аудит
1	2	3
Понятие	Система сбора, регистрации и обобщения информации, которая обеспечит возможность выявления, оценки, планирования и прогнози-	Независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области

	рования, контроля и анализа экологических затрат и экологических обязательств.	охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности
Цель	Координация экологической и экономической составляющей бизнеса, обозначение возможных рисков и затруднений, определение путей их преодоления	Установление соответствия заранее установленным критериям (требованиям) проверяемой хозяйственной и иной деятельности (в том числе системы управления окружающей средой) в части воздействия на окружающую среду и ее компоненты, выдача рекомендаций по улучшению качества деятельности, которая по своей направленности оказывает воздействие на окружающую среду.
Основная задача	сбор и регистрация информации для оценки экологических затрат и экологических обязательств	Внутренняя и внешняя открытость и доступность информации о влиянии предприятий на окружающую среду.
Пользователи информации	Внешние и внутренние пользователи	Внешние и внутренние пользователи
Способы отражения информации	Сплошной, непрерывный и документальный учет в натуральных и стоимостных показателях	Независимость, комплексность, документированность, конфиденциальность, ответственность
Свобода выбора методов ведения	Ограничений нет	На основании Федерального закона от 30.12.2008 N 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности».

Основные объекты	Природоохранная деятельность организации, затраты и обязательства	Документация в области природопользования, охраны окружающей среды, экологической безопасности
Основные отчеты	экологические декларации	Аудиторское заключение
Частота составления отчетности	Месяц, квартал, год	Ежегодно
Степень надежности	Достоверная. Документально подтвержденная	Конкретная документация в области природопользования, охраны окружающей среды, экологической безопасности, а также фактическая деятельность физических и юридических лиц
Обязательность ведения учета	Ведение учета обязательно	Добровольно
Основной внутренний документ, определяющий порядок ведения	Учетная политика для целей ведения экологического учета	Специфические стандарты внутреннего аудита
Нормативное регулирование	Федеральный закон «О бухгалтерском учете», Экологическая доктрина РФ и т.д.	Федерального закона от 30.12.2008 N 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности». Федеральном законе «Об охране окружающей среды». Стандарты серии ISO 14000

Экологический учет предназначен для оценки экологических факторов, его роль определяется необходимостью координации экологической и экономической составляющих бизнеса, своевременном выявлении возможных экологических рисков и затруднений, определении путей и источников покрытия затрат на их преодоление.

Экологический аудит направлен на установление соответствия заранее установленным требованиям проверяемой системы воздействия на окружающую среду, выдачу рекомендаций по улучшению качества деятельности, которая по своей направленности оказывает на неё воздействие.

То есть, в основе экологического аудита должны лежать данные экологического учета, что делает экологический учет и аудит компонентами одной системы, направленной на оценку и минимизацию вредных воздействий на окружающую среду.

На сегодняшний день для того, чтобы бухгалтерский экологический учет получил широкое развитие необходимо:

- усилить роль государства в вопросах управления природопользованием;

-разработать стандартизированные экологические показатели, взаимоувязывающие экологические результаты хозяйственной деятельности предприятия с финансовыми;

- совершенствовать налоговую систему;

- включать в отчет предприятия описание экологической политики, программ и достижений;

- формировать новую культуру управления, основанной на эколого-экономической эффективности.

Представляется, что подробная регламентация экологического учета и аудита позволит получить более широкое применение на территории Российской Федерации, и позволит предприятиям, осуществляющим деятельность, оказывающую влияние на окружающую среду в превентивном порядке избежать финансовых потерь и повысить стабильность деятельности предприятий.

Список литературы

1. Терлыч И. А., Гринь Е. А. Экологический аудит: зарубежный опыт и особенности применения в России [Текст] // Право: современные тенденции: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2016 г.). — Краснодар: Новация, 2016. — С. 117-119. — URL https://moluch.ru/conf/law/archive/180/9330/ (дата обращения: 09.11.2019).
2. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 29 апреля 2016 года N 285-ст «Об утверждении национального стандарта « ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению». [Электронный ресурс] режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/456008230
3. Егорова И.С. Особенности осуществления контроля, надзора и аудита мероприятий в области экологической безопасности// Аудитор. -2019. Т. 5. - № 6. - С. 11-21.
4. Якимова Е.М., Сирина-Лебуа Н.В., Чуксина В.В. Государственное регулирование деятельности в сфере экологического аудита как инструмент повышения экологической безопасности// В сборнике: Проблемы обеспечения национальной безопасности в контексте изменения геополитической ситуации /Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 260-267.
5. Развитие науки в области экономики природопользования и управления предприятиями горнометаллургического комплекса России. Бринза В.В., Ильичева Е.В., Мясков А.В. и др. Монограф./под ред. Лещинской А.Ф/.– М.:Изд. Дом МИСиС, 2017. 420 с.

УДК 65.01

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

Демьяненко М.С.

Найденова Р.И.

Виноходова А.Ф.

Старооскольский технологический институт им А.А. УГАРОВА
(филиал) ФГОС НИТУ «МИСиС»

Аннотация. В статье рассматриваются основные подходы к формированию стратегии управления финансовым потенциалом предприятия. Указаны направления процедуры прогнозирования финансового потенциала. Авторы статьи пришли к выводу, что стратегия управления финансовым потенциалом предприятия предусматривает совокупность мероприятий по управлению финансовыми ресурсами с целью повышения уровня финансовой устойчивости

Annotation. The article considers the main approaches to the formation of a strategy for managing the financial potential of an enterprise. The directions of the procedure for forecasting financial potential are indicated. The authors of the article concluded that the strategy for managing the financial potential of an enterprise provides for a set of measures to manage financial resources in order to increase the level of financial stability

Ключевые слова: формирование стратегии управления финансовым потенциалом, ресурсы предприятия, общая схема управления финансовым потенциалом предприятия

Keywords: formation of a strategy for managing financial potential, enterprise resources, general scheme for managing the financial potential of an enterprise

При формировании стратегии управления финансовым потенциалом рекомендуется руководствоваться следующими основными критериями:

— комплексность;

— оптимальность;

— целесообразность.

Комплексность рассматривается как совокупность всех элементов концепции, нацеленных на реализацию цели и задач предприятия.

Оптимальность предусматривает учет особенностей управления финансовым потенциалом предприятия и условий разработки концепции.

Целесообразность в основном заключается в анализе уровня развития системы стратегического управления на предприятии в целом [1].

Процедура прогнозирования финансового потенциала рассматривается в разрезе следующих направлений:

— ресурсов предприятия (трудовые, финансовые, материальные);

— финансового положения;

— финансовой политики.

Для максимальной достоверности прогнозирования финансового потенциала, используется наиболее полная по объему, содержанию и структуре информация, высокий уровень надежности которой заключается в сравнении по количественным и качественным показателям.

Управление финансовым потенциалом – это система организованного управления процессом финансирования хозяйственной деятельности предприятия, включающая в себя движение финансовых ресурсов и формирование финансовых взаимоотношений, возникающих в результате этого движения.

В общем виде управление финансовым потенциалом предприятия можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 1.

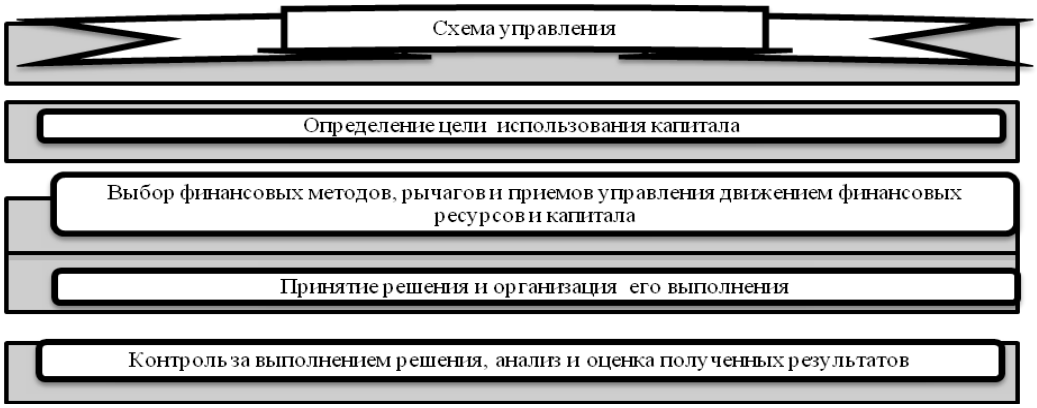


Рис. 1 . Общая схема управления финансовым потенциалом предприятия

В частности, анализ и оценка полученных результатов находится в прямой зависимости от контроля надежности информации как совокупности устройств, методов и способов, обеспечивающих преобразование информации с заданной точностью, выявление и устранение ошибок, влияющих на принятие решения. Также в системе принципов формирования информации необходимо соблюдение принципа достаточности, что позволит ограничить информационный массив для контроля [2].

На основании проведенных исследований Демьяненко М.С. пришла к выводу, что в современных условиях предприятия должны иметь у себя весь инструментарий для управления ресурсами – необходимое методическое обеспечение и компьютерные программы для формирования всей нормативной базы при управлении финансовыми и материальными потоками. В случае необходимости и в связи с изменением спроса на рынках на готовую продукцию, выпускаемую самим предприятием, это позволит быстро внести коррективы – сформировать новую нормативную базу и в связи с ней перестроить организацию процессов производства, снабжения и сбыта [3].

Конечная цель данного управления соответствует главной функции хозяйствующего субъекта – максимизации стоимости на основе увеличения прибыли и ее реинвестирования (полностью или частично) в бизнес при минимально допустимом уровне риска [4].

В условиях происходящей на многочисленных предприятиях реструктуризации, необходим анализ денежных потоков, поиск источников финансирования и инвестирования, достижение финансового равновесия показателей дебиторской и кредиторской задолженности, оптимальная налоговая и управленческая политика.

Принимая во внимание вышеизложенное, стратегия управления финансовым потенциалом предприятия предусматривает совокупность мероприятий по управлению финансовыми ресурсами с целью повышения уровня финансовой устойчивости.

Одним из ключевых условий успешного управления финансовым потенциалом предприятия является анализ его финансовых коэффициентов и финансового состояния в целом.

Процесс управления финансовым потенциалом предприятия дополняется процедурой сравнения собственного капитала с нефинансовыми активами.

Ключевым критерием соответствия является финансово-экономическое равновесие собственного оборотного капитала (СК) и нефинансовых активов (НФА), заемного

капитала (ЗК) и финансовых активов (ФА). Две вышеупомянутые величины представляют собой имущество предприятия, которое находится в данный момент в его распоряжении и в обороте.

С практической точки зрения момент экономического равновесия – это точка отсчета, у которой происходят беспрерывные колебания, то есть достигнуть такого состояния в чистом виде нет возможности.

Для любого предприятия имеется собственная точка финансово-экономического равновесия, являющаяся расчетной величиной. Долгосрочные и текущие нефинансовые активы обеспечиваются собственным капиталом предприятия, что и определяет уровень финансово-экономического равновесия. Это подразумевает, что заёмный капитал оказывается в состоянии равновесия благодаря финансовым активам, то есть он полностью покрывают обязательства предприятия [5].

Формирование финансового потенциала обуславливается совершенствованием финансовых потоков предприятия, т.е. подбором возможных вариантов роста величины положительных денежных потоков и разработкой мер по экономии денежных средств, сокращению суммы отрицательных денежных потоков. Объем структурной составляющей финансового потенциала с позиции денежных потоков рассчитывается как размер планируемых текущих финансовых расходов, необходимых для реализации цели и задач предприятия, в общей сумме денежных средств, формирующих положительные финансовые потоки.

Финансовый потенциал предприятия (Пф) рассчитывается по формуле:

$$Пф = Дп - До \pm ПнерасП,$$

где Дп - положительный поток денежных средств;

До – отрицательный поток денежных средств;

ПнерасП – нераспределенная прибыль отчетного года.

Разность между суммой положительного (Дп) и отрицательного (До) потоков денежных средств определяет величину свободных денежных средств аккумулируемых на предприятии, необходимых для более результативного функционирования потенциала

предприятия. Данные средства отражаются в активах баланса предприятия. Кроме того, рассчитывая финансовый потенциал предприятия нельзя исключать из внимания нераспределенную прибыль отчетного периода. Но, поскольку нераспределенная прибыль может быть отражена в отчете о финансовых результатах предприятия в виде понесенных убытков, то в таком случае, при определении величины финансового потенциала, имеющиеся у предприятия убытки должны вычитаться из общей его суммы [6].

В результате анализа можно выполнить оценку имеющихся у предприятия ресурсов. Изменение потенциала отражается в динамике за несколько лет, и показывает, какими ресурсами обладало предприятие и насколько активно их наращивало с учетом сформированной системы управления.

После анализа ресурсных составляющих, необходимо провести оценку эффективности использования этих ресурсов.

Для этого, необходимо рассчитать следующие показатели, представленные на рисунке 2 [7]. Финансовый потенциал, описанный как общий объем всех финансовых ресурсов, находящихся в распоряжении предприятия, может использоваться как критерий, на основе которого возможна дифференциация предприятий на малые, средние и крупные с учетом возможности по привлечению и использованию

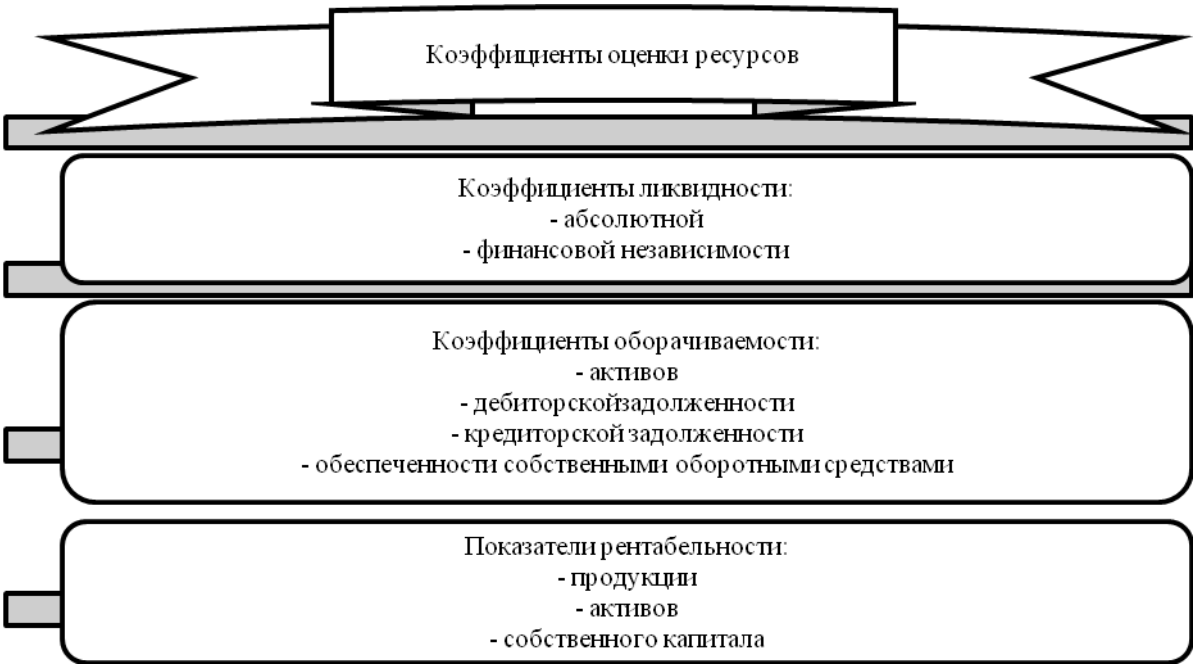


Рис. 2. Показатели оценки ресурсов предприятия

Одним из обобщенных критериев классификации предприятий является величина выручки, и/или рыночная стоимость предприятия, и/или величина капитализации, но каждый из перечисленных характеризует ту или иную составляющие совокупного размера финансовых ресурсов предприятия [8].

Представим схематично структуру финансового потенциала на рисунке 3



Рис. 3. Структура потенциала предприятия

По данным рассчитанных величин рассчитывается совокупный размер финансового потенциала на основе суммирования его составных компонентов [9].

Таким образом, финансовый потенциал предприятия представляет собой совокупность финансовых ресурсов и возможностей предприятия, характеризуется отношениями, возникающими для максимизации возможного финансового результата [10].

Основной целью управления финансовым потенциалом должна оставаться оптимизация финансовых потоков и ресурсов для того, чтобы максимально увеличить результативность своей деятельности. Для этого предприятиям следует разрабатывать и применять в своей деятельности оптимальные стратегии финансирования.

Список литературы

1 Егоров П.В., Сердюк-Копчекчи Ю.В. Концепция механизма управления финансовым потенциалом промышленного предприятия // Аудит и финансовый анализ. – 2007. – №4

2 Найденова Р.И., Демьяненко М.С., Виноходова А.Ф. Развитие внутренней и внешней информационной базы в процессе формирования стратегии устойчивого развития предприятия // В сборнике: Модернизация российского общества: новые экономические ориентиры Материалы XX Всероссийской научной конференции (национальной с международным участием). ЧОУ ВО «Таганрогский институт управления и экономики». 2019. С. 288-293.

3 Демьяненко М.С. Норматив как элемент системы управления запасами промышленного предприятия // Экономика в промышленности. 2010. №3. С. 60 – 63

4 Израйлева О.В. Управление финансовым потенциалом предприятия. –Ч.:ЮурГУ, 2007г.

5 Чараева М.В., Палеев А.В. Управление финансово-экономическим потенциалом организации // Финансовые исследования. – 2014. – № 3 (44). – С. 109 – 117

6 Разиньков П.И., Разинькова О.П. Оценка экономического потенциала предприятия // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2016. – С. 39-50

7 Савицкая Т.Б., Скворцов В.А., Сысоев И.П., Бабеня И.Г. Оценка потенциала организации на основе методик покомпонентного анализа // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2016г. – №28. – С. 221-231

8. Калачева А. Г. Оценка финансового потенциала и финансовых рисков предприятия при анализе его инвестиционной привлекательности // Молодой ученый. — 2015. — №20. — С. 237-241

9. Николаевская О.А. Оценка финансового потенциала промышленного предприятия // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2013.

10. Клочкова К.А., Виноходова А.Ф., Демьяненко М.С. Управление финансами в предпринимательской деятельности // Гуманитарный научный журнал. 2019. № 1. С. 178-184.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ

THEORETIKAL POSITIONS OF INNOVATIVE PROCESSES IN PERSONNEL MANAGEMENT.

Зубкова Елена Викторовна

Аспирант кафедры экономики, управления и организации производства СТИ НИТУ «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол, filatova_helen_12@mail.ru

Zubkova Elena Viktorovna

Post-graduate student of the Department of Economics, management and organization of production STI nust "MISIS", Russia, StaryOskol, filatova_helen_12@mail.ru

Аннотация. В статье представлены разнообразные трактовки понятия «инновации». Рассмотренавзаимосвязьинновационныхпроцессоввуправленииперсоналом.

Annotation. The article presents a variety of interpretations of the concept of "innovation". The interrelation of innovative processes in personnel management is considered.

Ключевые слова: инновации; инновационные процессы; управление персоналом; новшество; HR-управление.

Key words: innovations; innovative processes; personnel management; innovation; HR-management.

Эффективное и устойчивое развитие промышленных предприятий в современных условиях достигается прежде всего за счет переориентации подходов в управлении инновационным развитием персонала. Персонал стал основным капиталом предприятия, дающий конкурентные преимущества глобального характера [5]. Именно персонал создает и обеспечивает такие ключевые факторы успеха, как масштаб и эффективность использования нового знания, ключевые компетенции компании, темпы внедрения передовых технологий и методов управления, т. е. все то, что определяет инновационный путь развития.

Существующие подходы к управлению инновационным развитием персонала приобретают новую ориентацию, отражающуюся в моделировании и внедрении процессов эффективного вовлечения персонала в решение инновационных проблем предприятия и разработке критериев оценки эффективности данных процессов [7]. Понимание важности этой деятельности, а также связанных с ней значительных затрат и сложности оценки получаемых результатов в силу специфики человеческого фактора, инициирует многочисленные исследования в этой области.

Понятию «инновация» дано множество трактовок. Рассмотрим, в зависимости от предмета и объекта исследования, понятие инноваций с нескольких позиций (таблица 1).

№	Автор	Определение понятия	Характеристики
Инновации с точки зрения изменения состояния той или иной системы			
1	И. Шумпетер (1912 год)	«каждый метод производства означает определенную комбинацию, разные методы производства могут различаться по характеру и способу, какими они составляют комбинацию, то есть либо по объектам комбинирования, либо по соотношению их количеств. Каждый конкретный акт производства является для нас конкретной комбинацией» [11].	Изменение рынка и производства в целом.
2	О.А. Шестаков	«целенаправленное изменение правил функционирования экономической системы и процесс ее перевода на новый режим функционирования в соответствии с измененными правилами» [10].	Использует понятие «экономическое нововведение».
Инновации с точки зрения изменений в процессе производства			
3	Л.С. Бляхман	«Целенаправленное изменение, сознательно вносимое в процесс производства для лучшего удовлетворения имеющейся или формирования новой общественной потребности»[1].	Инновации как процесс создания: новые продукты, технологии, организация производства, труда и управления, то что приносит организации социально-экономический эффект.
4	Ю.В. Яковец	«качественные изменения в производстве», которые могут относиться как к технике и технологии, так и к формам организации производства и управления. [12].	- Результат реализации изобретения: качественный скачок уровня техники; -Экономический, социальный, экологический и другие эффекты имеют значительный размер в результате нововведения.
5	Словацкие экономисты Л. Водачек и О. Водачкова	«целевое изменение в функционировании предприятия. Это может быть количественное или качественное изменение, которое касается той или иной сферы деятельности предприятия» [2].	Изменение деятельности предприятия.
Инновации с точки зрения процесса			
6	Б. Санто	«Инновация — это такой общественный-технический-экономический процесс, который через практическое использование идей и изобретений приводит к созданию лучших по своим свойствам изделий, технологий, и в случае, если она ориентируется на экономическую выгоду, на прибыль, ее появление на рынке может принести добавочный доход [8].	Инновация охватывает весь спектр видов деятельности — от исследований и разработок до продвижения продукта.
7	Н. Мончев	«цикл исследование — производство» [4].	Рассматривает инновации как «нововведение».

Таблица 1 – Определения понятия инноваций.

Как видно по данным таблицы, единого понятия инновациям не существует. Каждый автор трактует индивидуальные характеристики. В общем, под инновационным процессом понимается разработка, создание и продвижение новшества.

На сегодняшний день, можно выделить следующие встречающиеся инновационные процессы в управлении персоналом:

- применение различного тестирования персонала;

- адаптация персонала;

- кадровый резерв;

- кадровое планирование;

- переобучение сотрудников;

- управление стрессоустойчивостью и конфликтами;

- мотивация персонала;

- создание центров по обучению персонала.

По мнению Синова В.В. инновационное управление персоналом определяется специализированной деятельностью, направленной на улучшение систем управления персоналом, чтобы стимулировать инновационное поведение сотрудников и формировать и развивать инновационный потенциал. Для этого необходимо поддерживать благоприятный инновационный климат в организации [9].

Рассмотрим место и роль инновационных процессов в управлении персоналом. Взаимосвязь инновационных процессов. Рисунок 1.

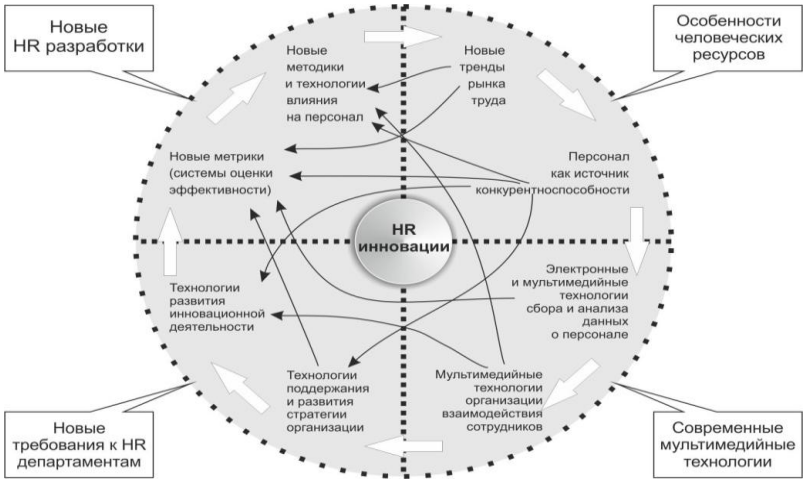


Рис. 1 – Взаимосвязь инновационных процессов и управления персоналом [3, с.5].

По классификации Кудрявцевой Е.И. выделены новые подходы инновационных процессов в управлении персоналом:

1. Конкурентные преимущества организации благодаря развитому персоналу.

2. Нововведения (в области информационных технологий) для реализации различных функций HR- персонала.

3. Определение новой роли HR-подразделений предприятия, развитие новых компетенций сотрудников, новых HR-функций.

4. Оценка вклада сотрудников в общий результат компании – создание HR-метрик.

5. Развитие инновационной деятельности. С помощью особых HR- технологий.

Таким образом, инновационные процессы в управлении персоналом направлены на достижение результата. Результатом может является: создание продукта, услуги, новые технологии, организационные решения способствующие прогрессу на рынок [6]. Современная, развивающаяся организация для повышения конкурентоспособности, сокращение издержек, выхода на новый уровень производства, будет развивать инновационные процессы в управлении персоналом.

Список литературы

1. Бляхман Л.С. Экономика, организация управления и планирование научно-технического прогресса / Л.С. Бляхман. — М.: Высш. шк., 1991. - 228 с.

2. Водачек Л. Стратегия управления инновациями на предприятии: сокр. перев.со словац. / Л. Водачек, О. Водачкова. -М.: Экономика, 1989. - 167 с.

3. Кудрявцева Е.И., Голянич В.М. Инновационные технологии в кадровом менеджменте /Е.И Кудрявцева, Голянич В.М // Управленческое консультирование. — 2013. — № 2 — с. 5—16.

4. Мончев Н. Разработки и нововведения / Н. Мончев. — М.: Прогресс, 1978.- 160 с.

5. Новикова О.А., Самарина В.П. Совершенствование методики оценки уровня инновационной активности предприятий АПК // Фундаментальные исследования. 2018. № 7. С. 131-136.

6. Рассолов В.М., Самарина В.П. Формирование инвестиционного климата крупного металлургического предприятия // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2014. С. 165-169.

7. Самарина В.П., Субботина Е.В. Управление экономическими системами в условиях изменяющейся среды // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 11. С. 135-142.

8. Санто Б. Инновация как средство экономического развития: пер. с венг. / общ.ред. и вступ. ст. Б.В. Сазонова. — М.: Прогресс, 1990. - 296 с.

9. Синов В.В. Человеческие ресурсы инновационной деятельности /В.В. Синов // Креативная экономика. — 2007. — № 5 — с. 58—65.

10. Шестаков О.А. Организация и диагностика экономических нововведений / О.А. Шестаков. - М.: МНИИПУ, 1990. - 67 с.

11. Шумпетер Й. Теория экономического развития: пер. с немец. / Й. Шумпетер. - М.: Прогресс, 1982. - 455 с.

12. Яковец Ю.В. Ускорение научно-технического прогресса: теория и экономический механизм / Ю.В. Яковец. - М.: Экономика, 1988. — 335 с.

УДК 658.818

ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ РАБОТЫ С КЛИЕНТАМИ КОМПАНИИ «Л'ЭТУАЛЬ»

Кобзева А.Г., доцент кафедры ЭУиОП, к.э.н.

Лисовский М.А., студент 4 курса направления «Менеджмент»

Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова

Россия, г. Старый Оскол

Аннотация. В статье рассматриваются пути улучшения системы клиентского сервиса. Сегодня руководители предприятий предпочитают тратить огромные деньги на рекламу и маркетинг, чтобы увеличить продажи. Это часто связано с непониманием внедрения стратегии сервиса. А ведь для ресторанов, салонов сотовой связи, салонов красоты, медицинских центров и др. сервис намного важнее продвижения и рекламы, так как приносит больше прибыли, чем внедрение новых продуктов и оборудования или увеличение ассортимента.

Ключевые слова: качество обслуживания, удовлетворенность клиентов, разработка, покупки, бонусные программы.

PROJECT SOLUTION TO IMPROVE THE SYSTEM OF WORK WITH CLIENTS OF THE COMPANY "L'ETOILE»

Kobzev G. A., associate professor EYiOP, Ph. D.

Lisovsky M.A., 4 year student of the direction «Management»

Starooskolsky Institute of technology A.A. Ugarova

Russia, Stary Oskol

Annotation. The article discusses ways to improve the customer service system. Today, business leaders prefer to spend a lot of money on advertising and marketing to increase sales. This is often due to a lack of understanding of the implementation of the service strategy. But for restaurants, cellular salons, beauty salons, medical centers, etc. service is much more important than promotion and advertising, as it brings more profit than the introduction of new products and equipment or increasing the range.

Keywords: quality of service, customer satisfaction, development, purchases, bonus programs.

В современном обществе отношения потребителя и производителя заключаются в изучении предпочтений первого, воздействии на него и модификации производственных процессов предприятия таким образом, чтобы влияние, направленное на потребительский спрос, оказалось максимальным. Именно поэтому для производителя важным является изучение потребителя с психологической, экономической, социологической и культурологической точек зрения.

Современный сервис - это не послепродажное обслуживание, а маркетинговая стратегия. Если у компании высокий уровень обслуживания, то она без проблем опередит конкурентов и вытеснит их с рынка. В связи с этим, необходимо менять отношение к клиенту. Например, снижение цены создает только разовый эффект, а внимательное отношение позволяет получить эффект многократный: потребитель постоянно захочет обращаться в компанию [1].

Как правило, для покупателя важны следующие факторы: отсутствие проблем, удобство и эмоциональная составляющая покупки. Качественное обслуживание формирует положительное отношение к товару или услуге, а в дальнейшем начинает действовать принцип «сарафанного радио», который сказывается на продажах позитивно.

Рассмотрим инструментарий «Лояльного покупателя», методы и способы, которые позволяют совершенствовать клиентский сервис компании «Л’этуаль».

Компания «Л’этуаль» регулярно реализует почтовую рассылку своим клиентам (выписки по счету карты, праздничная информация перед крупными праздниками) и один раз в год отправку, так называемых, мейлеров (особое письмо, которое в развёрнутом виде представляет собой рекламный буклет). Зачастую, такие письма означают начало сезонных распродаж, как правило, летом, когда покупательская активность по некоторым причинам снижается.

Длительное время доставки сообщения являлась основным недостатком такого вида общения с клиентами, несмотря на высокие почтовые расходы и тиражирование [2]. Особенно заметно это в регионах. Также, неточное попадание отправления предполагаемому адресату, является минусом данного инструмента. Данная проблема и повлекла за собой отказы потребителей компании «Л’этуаль» от подобного вида общения.

Рассмотрим содержание такого инструмента, как E-mail-маркетинг. Эффективность электронной рассылки невысока, но «Л'этуаль» не спешит отказываться от этого вида коммуникации полностью в силу его оперативности и низкой себестоимости. Для малого и для крупного бизнеса использование услуг электронной почты является значительной частью маркетинговых кампаний. Но применять данный инструмент следует грамотно: присутствует риск отпугнуть от себя клиентуру.

Главными минусами данного вида коммуникаций с покупателем являются смена электронных адресов и удаление сообщений без прочтения, что безрезультатно сказывается на взаимоотношениях с клиентом [3].

Далее рассмотрим сущность телемаркетинга. Наличие полноценного call-центра в пределах компании «Л'этуаль» оказалось неразумным. Чтобы обрабатывать заказы и принимать текущие входящие звонки от покупателей, фирма решила организовать ограниченный штат сотрудников. Но как показывает опыт, эффективнее всего пользоваться услугами коммерческих предприятий, которые профессионально оказывают услуги по аутсорсингу. С иной стороны – содержание услуг профессиональных call-центров выходит дорого и не всегда даёт результат.

Следующим инструментом является мобильный маркетинг. Компания «Л'этуаль» начала работать с данным видом коммуникации, и довольно эффектно, т.к. она имеет достаточно верную статистику об эффективности использования СМС-технологий в процессе общения со своими клиентами. С использованием данного направления посещение магазина покупателем с последующим приобретением товара значительно увеличилось.

Таким образом, описываемые инструменты применяет исследуемая организация в рамках осуществления программы лояльности. На основе рассмотренных инструментов компания «Л'этуаль» пытается построить долговременные и действительно лояльные взаимоотношения со своими покупателями.

В ходе сравнительного анализа системы скидок и бонусной программы, было разработано проектное решение по совершенствованию работы с клиентами компании «Л'этуаль».

Дисконтная карта, которая сейчас действует в магазине «Л'этуаль», обещает клиенту скидку при совершении покупки – то есть, воспользовавшись своей дисконтной картой, покупатель получит дополнительную выгоду и сможет сэкономить часть денежных средств, в соотношении от размера скидки по его дисконтной карте.

Бонусная же карта «обещает» клиенту определенную выгоду при осуществлении будущих покупок – это инвестиции в будущее, гарант того, что клиент через время вновь придет в ваш магазин, накопит определённое количество бонусов или баллов [4].

Итак, бонусная программа лояльности (балльная система) является альтернативой существующей программе скидок и подразумевает собой получение клиентами баллов, которые они могут обменять на сувенирную продукцию компании «Л'этуаль» (футболки, косметички, кружки, подвески, брелоки, блокноты, ручки) или на путевку во Францию на двоих. Начисление будет производиться в двух случаях:

1) за каждые 100 рублей в чеке на бонусную карту покупателя будет начисляться 1 балл;

2) в день рождения участник бонусной программы будет получать 20 баллов.

Проведение бонусной программы планируется ограничить по времени и разделить на два периода. Первый: срок – 1 месяц, начисленные баллы могут быть потрачены только на приобретение сувенирной продукции. 1 бонусный балл в переводе на себестоимость сувенирной продукции приблизительно равен 10 рублям. Стоимость сувенирной продукции в баллах:

- Футболка – 50 баллов,
- Косметичка – 25 баллов,
- Кружка – 20 баллов,
- Подвеска или брелок – 15 баллов,
- Блокнот – 10 баллов,
- Ручка – 5 баллов.

Второй: срок – 6 месяцев: начисленные баллы могут быть потрачены только на приобретение путевки на двоих, стоимость которой составляет 500 баллов. Важно, что баллы, которые не были потрачены за первый месяц, идут на накопление на путевку, по истечении срока в полгода все бонусные баллы сгорают, после чего бонусная программа повторяется.

Чтобы оценить действие двух программ и понять, какая из них является более выгодной для продавца, обратимся к расчетам маржинальной прибыли на единицу продукции из потребительской корзины (табл. 1).

Таблица 1- Сравнение маржинальной прибыли двух программ

Бонусная программа						Программа предоставления скидок		
Товар	Сумма покупки, руб.	Кол-во бонусов	Себестоимость при марже 150%	Бонусы на себестоимость	Маржинальная прибыль, руб.	Скидка, %	Сумма скидки, руб.	Маржинальная прибыль, руб.
Духи	2500	25	1667	17	2330	25	625	1875
Тональный крем	485	5	323	3	455	25	121,25	363,75
Губная помада	315	3	210	2	295	25	78,75	236,25
Крем для рук	150	2	100	1	140	25	37,5	112,5

Формулы расчётов данных в таблице 1:

- количество бонусов = сумма покупки/100

- себестоимость при марже 150% = сумма покупки/1,5

- бонусы на себестоимость = Себестоимость при марже 150%/100

- маржинальная прибыль = сумма покупки – Бонусы на себестоимость*10 (перевод бонусов в рубли)

- сумма скидки = сумма покупки*скидка

- маржинальная прибыль = сумма покупки – сумма скидки.

По результатам расчетов можно с уверенностью сказать, что бонусная программа является более выигрышной даже с учетом затрат на производство сувенирной продукции и оплаты путевки в одну из стран мира раз в полгода.

Также существенным различием результатов действия двух программ является эмоциональная составляющая клиента от совершенной покупки. Дело в том, что скидка, предоставленная клиенту, дарит лишь временное ощущение радости, которое быстро

забывается в связи с тем, что нет ничего, что могло бы напомнить о полученной выгоде, чего нельзя сказать о второй программе. В этом случае, клиент за начисленные ему баллы, получает «бесплатные» подарки, которые могут быть не только полезны в применении, но и служат напоминанием того приятного момента, когда покупатель с наименьшими материальными потерями для себя получил максимум выгоды. В то время как клиент тратит средства для накопления баллов, прибыль магазина увеличивается в разы, малую часть которой он тратит на создание сувенирной продукции.

Список литературы

1. Кобзева А.Г. Формирование конкурентной стратегии позиционирования деятельности предприятия // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, 21-23 ноября 2018 г. – С. 510-517

2. Карпов Э.А., Кобзева А.Г. Управление нематериальными активами фирмы для увеличения ее конкурентоспособности и устойчивого развития // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4. – С. 47-49

3. Демина В.В. Человеческий капитал как решающий фактор в обеспечении национальной конкурентоспособности // Материалы пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, Том II, 25-26 ноября 2018 г. Старый Оскол. – С. 462-467

4. Интернет-журнал об аналитике и практике торговли и взаимоотношениях с клиентами [Электронный ресурс]. URL: http://www.business.ru/article/531-bonusnaya-programma-dlya-magazina-razrabotka-vnedrenie-vygoda (дата обращения: 18.09.2019г.)

УДК 339.137

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ И ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Кобзева А.Г., доцент кафедры ЭУиОП, к.э.н.

Кладовщикова П.С., студентка 4 курса направления «Менеджмент»

Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова

Россия, г. Старый Оскол

Аннотация. В статье представлен анализ рынка мясной продукции, выявлена причина, сдерживающая увеличение емкости рынка. Представлены факторы, позволяющие повысить конкурентоспособность на рынке мяса птицы. Проведено исследование и осуществлен выбор конкурентной стратегии позиционирования видов деятельности.

Ключевые слова: маркетинг, рынок, конкуренция, позиционирование, стратегия.

ASSESSMENT OF COMPETITIVENESS AND POTENTIAL OF THE ENTERPRISE

Kobzev G. A., associate professor EYiOP, Ph. D.

Kladovschikova P.S., 4 year student of the direction «Management»

Starooskolsky Institute of technology A.A. Ugarova

Russia, Stary Oskol

Annotation. The article presents an analysis of the market of meat products, identified the reason that constrains the increase in market capacity. The factors allowing to increase competitiveness in the market of poultry meat are presented. The research is carried out and the choice of competitive strategy of positioning of types of activity is carried out.

Keywords: marketing, market, competition, positioning, strategy.

Рынок мясной продукции во все времена являлся одним из наиболее значимых продовольственных рынков в России.

По данным Федеральной службы государственной статистики, в 2018 году 45% всего произведенного в России мяса приходилось на мясо птицы. Конкуренция между отечественными производителями на внутреннем рынке усиливается по мере снижения

эффекта импортозамещения и наполнения рынка продукцией российских птицефабрик. При этом основным фактором, сдерживающим увеличение емкости рынка и повышения потребления мяса птицы в России до уровня европейских стран, выступает низкая динамика доходов населения, особенно в дотационных регионах [1].

Для повышения конкурентоспособности предприятия на мировом рынке необходим постоянный мониторинг рынка мяса и мясопродуктов, который должен обладать качествами комплексности, системности и своевременности для выявления проблем и рисков развития мясной промышленности. Такой анализ предполагает комплекс работ по определению места мясной промышленности в национальной экономике и в структуре агропромышленного комплекса, учету балансов производства и потребления мясного сырья, выявлению воздействий факторов внешней среды, изучению состояния и развития материально-технической базы мясной отрасли, обеспечению инновационного развития и инвестиционных вложений, исследованию сегментов потребительского рынка [2].

В качестве объекта исследования выбрано предприятие ЗАО «Белая птица», являющееся одним из лидеров рынка мяса птицы. Проведем выбор конкурентной стратегии позиционирования видов деятельности по Портеру для ЗАО «Белая птица».

Определяется оценка конкурентной позиции предприятия ЗАО «Белая птица» (таблица 1). В исследовании принимают участие 3 эксперта.

Таблица – 1 Оценка конкурентной позиции

Оценка конкурентной позиции				
	Экспертная оценка значимости критериев			
Критерии оценки	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Средняя оценка
Товар	0,1	0,07	0,1	0,09
Ассортимент	0,08	0,09	0,05	0,07
Качество	0,2	0,21	0,11	0,17
Цена	0,15	0,16	0,14	0,15
Оформление	0,05	0,07	0,03	0,05
Эксплуатационные параметры	0,06	0,06	0,19	0,10
Сервис обслуживания	0,08	0,08	0,12	0,09
Условия и формы оплаты	0,09	0,07	0,2	0,12

Экологические характеристики	0,12	0,06	0,02	0,07
Узнаваемость марки	0,05	0,1	0,03	0,06
Вертикальная интеграция	0,02	0,03	0,01	0,02
Итого	1	1	1	1

Имея критерии оценки и оценки значимости каждого критерия, вычислим среднюю и средневзвешенную оценку (табл. 2).

Таблица - 2 Средневзвешенная оценка конкурентной позиции

Критерии оценки	Средняя оценка	Оценка эксперта	Взвеш.оценка
Товар	0,09	4	0,36
Ассортимент	0,07	4	0,29
Качество	0,17	5	0,87
Цена	0,15	5	0,75
Оформление	0,05	4	0,2
Эксплуатационные параметры	0,10	4	0,41
Сервис обслуживания	0,09	4	0,37
Условия и формы оплаты	0,12	5	0,6
Экологические характеристики	0,07	3	0,2
Узнаваемость марки	0,06	4	0,24
Вертикальная интеграция	0,02	3	0,06
Итого	1		4,36

Так как взвешенная оценка составляет 4,36 балла (больше 3), то конкурентная позиция благоприятная.

Вторым этапом проводится оценка уровня сбытовых возможностей. На основании средней оценки, вычисляем средневзвешенную оценку (табл. 3).

Таблица 3- Взвешенная оценка сбытовых возможностей

Критерии оценки	Средняя оценка	Оценка эксперта	Взвешенная оценка
Уровень менеджмента	0,08	5	0,38
Уровень технологии	0,07	4	0,27
квалификация персонала	0,15	5	0,77
Отношение с поставщиками	0,10	4	0,41
Уровень НИОКР	0,08	5	0,42
Наличие относительной бизнес-идеи	0,17	4	0,67
Инновационный потенциал	0,05	4	0,2
Уровень организации логистики	0,07	4	0,28
Каналы распределения	0,07	4	0,27
Уровень организационной культуры	0,07	3	0,22
Наличие ресурсов	0,09	4	0,36
Итого	1	46	4,24

При оценке экспертным методом, средневзвешенная оценка составила 4,24 балла, что больше 3, из этого можно сделать вывод, что сбытовые возможности благоприятные [3].

Третьим этапом вычислим долю предприятия на российском рынке по производству мяса птицы.

Для этого отбирается несколько конкурентов, которые также занимаются производством мяса птицы в России и, имея данные о количестве произведенной продукции в 2017 г. вычислим долю каждого предприятия (табл.4).

Таблица 4- Доля предприятий на российском рынке

№ п/п	Название предприятия	Регион	Производство мяса птицы в 2017г., млн.т	Относительная доля рынка
1	"Белая птица"	Белгородская область	21,4	30,53
2	"ИндиЛайт"	Пензенская область	11,8	16,83
3	"Петелинка"	Московская область	27,1	38,66
4	"ЭкоПтица"	Липецкая область	9,8	13,98
Итого			70,1	

На основе годовых отчетов ЗАО «Белая птица» и его основных конкурентов рассчитаем основные финансовые показатели (табл.5).

Таблица 5 – Финансовые показатели предприятий

Название	Уровень автономии	Коэффициент текущей ликвидности	Рентабельность активов	Рентабельность собственного капитала
"Белая птица"	0,5	1,6	0,265	1,35
"ИндиЛайт"	0,3	1,35	0,362	0,89
"Петелинка"	0,7	2,2	0,73	0,68
"ЭкоПтица"	0,08	1,2	0,012	0,97
Норматив	>0,5	1,5-2.5	>0.5	>0.5

Сравнивая значения ЗАО «Белая птица» с нормативными показателями и значениями показателей для конкурентов, можно сделать выводы по каждому показателю:

1) Для агрохолдинга коэффициент автономии составляет 0,5, следовательно, 50% активов покрываются за счет собственного капитала, а оставшиеся 50% - заемными средствами.

2) Для ЗАО «Белая птица» коэффициент текущей ликвидности находится в пределах нормы, что свидетельствует о том, что 1,6 рубля текущих активов предприятия приходится на 1 рубль текущих обязательств.

3) Для предприятия рентабельность активов ниже нормы, что означает снижение чистой прибыли организации, возрастание стоимости оборотных активов.

4) Рентабельность собственного каптала показывает, сколько предприятие имеет чистой прибыли с рубля, авансированного в капитал, обычно его сравнивают со стоимостью заемного капитала. Для ЗАО «Белая птица» этот показатель равен 1,35.

Рентабельность собственного капитала превышает значение конкурентов, однако по остальным показателям ЗАО «Белая птица» несколько уступает своим конкурентам, но находится на среднем уровне. Можно сделать вывод, что финансовое сотояние ЗАО «Белая птица» благоприятное.

На основании проведенных исследований, выберем одну из приведенных в таблице 6 стратегий

Таблица 6 – Выбор конкурентной стратегии позиционирования видов деятельности [4].

Возможност / Стратегия	Конкурентные	Финансовые	Сбытовые
Лидерство по издержкам	Благоприятные	Благоприятные/ Неблагоприятные	Доля предприятия>= Доля конкурентов
	Неблагоприятные	Благоприятные	Доля предприятия< Доля конкурентов
Широкая дифференциация	Благоприятные	Благоприятные/ Неблагоприятные	Доля предприятия< Доля конкурентов
Фокусирование на целевом сегменте	Неблагоприятные	Неблагоприятные	Доля предприятия< Доля конкурентов

На основании проведенного анализа выбираем стратегию «широкой дифференциации».

Компании, следующие этой стратегии, должны больше инвестировать в исследования и разработки, чем это делают лидеры в минимизации издержек. Компаниям, проводящим стратегию дифференциации, следует иметь продукты лучшего дизайна. Им необходимо обеспечивать более высокое качество и нередко использовать более дорогое

сырье. Им надо делать большие вложения в обслуживание клиентов и быть готовыми к отказу от некоторой доли рынка.

Список литературы

1. Кобзева А.Г., Силкина Н.Г. Перспективы развития предприятий АПК России // Материалы III Международной научно-практической конференции. Под редакцией С.Л. Иголкина. – 2017. – С. 14-17

2. Демина В.В. Человеческий капитал как решающий фактор в обеспечении национальной конкурентоспособности // Материалы пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, Том II, 25-26 ноября 2018 г. Старый Оскол. – С. 462-467

3. Кобзева А.Г., Самарина В.П., Силкина Н.Г. Исследование состояния инновационной среды предприятий АПК // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 11-2. – С. 245-250

4. Кобзева А.Г. Формирование конкурентной стратегии позиционирования деятельности предприятия // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, 21-23 ноября 2018 г. – С. 510-517

УДК 658.8

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОДВИЖЕНИЯ ТОВАРОВ И УСЛУГ НА РЫНОК НА ПРИМЕРЕ АО «ОЭМК»

Кобзева А.Г., доцент кафедры ЭУиОП, к.э.н.
Шульженок К.В., студентка 4 курса направления «Менеджмент»
Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова
Россия, г. Старый Оскол

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные теоретические аспекты по теме маркетинг, проведен SWOT- анализ предприятия, а также выявлены проблемы Интернет-маркетинга на примере сайта предприятия.

Ключевые слова: маркетинг, рынок, продвижение, коммуникации, интернет-маркетинг.

PLANNING OF PROMOTION OF GOODS AND SERVICES ON THE MARKET ON THE EXAMPLE OF AO «OEMK»

Kobzev G. A., associate professor EYiOP, Ph. D.
Shulzhenok K.V., 4 year student of the direction «Management»
Starooskolsky Institute of technology A.A. Ugarova
Russia, Stary Oskol

Annotation. This article discusses the main theoretical aspects on the topic of marketing, SWOT - analysis of the enterprise, as well as the problems of Internet marketing on the example of the site of the enterprise.

Keywords: marketing, market, promotion, communications, Internet marketing.

На современном этапе развития рыночной экономики предприятиям мало выпускать хорошие продукты или предоставлять качественные услуги для обеспечения большого количества продаж, а также для получения прибыли. В настоящее время установились такие правила, которые определяют необходимость донести до создания потребителей выгоды, полученные от использования тех или иных товаров и услуг. С помощью грамотной программы продвижения, будет возможно в полной мере осуществить передачу сообщений потребителям для создания привлекательного образа

предлагаемых товаров и услуг у целевой аудитории. Таким образом, в системе маркетинга весомую роль играет комплекс маркетинговых коммуникаций.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что для современного маркетинга недостаточно создать товар с высокими потребительскими качествами. Помимо этого, фирма должна осуществлять коммуникацию со своими реальными и потенциальными заказчиками и покупателями, иначе говоря, должна осуществлять продвижение товара на рынке.

Мощнейшим средством для увеличения объемов реализации товаров фирмы является умелое продвижение товаров [1]. Необходимо, чтобы о товаре, марке знали не только эксперты, пользующиеся закрытой информацией, но и самые широкие круги потребителей. Добиться такого положения можно только при помощи рекламы. Она может быть самой разнообразной. Затраты на рекламу и иные методы продвижения товара – это рискованные инвестиции, которые могут и не принести ожидаемого результата [2].

На сегодняшний день, актуальность продвижения товаров не может вызывать сомнения, так как она играет главную роль в развитии рыночной экономики, а также является ее важным элементом. В основные функции продвижения входят [3,4]:

1. Передача информации о товаре.
2. Знакомство потенциального потребителя с ним.
3. Убеждение их в необходимости покупки товара.

Существует иерархия воздействия продвижения, рассмотрим ее в таблице 1 [5].

Таблица 1 - Иерархия воздействия продвижения

Ступень иерархии	Конкретные цели управления	Структуры, реализация продвижения
Осознание Знание	Предоставление информации	Реклама, создание благоприятного образа
Благожелательное отношение Предпочтение	Создание положительных отношений и чувств	Реклама в СМИ, демонстрации
Убеждение Покупка	Стимулирование и сохранение намерений	Витрины, общение по почте, устное информирование

С целью продвижения товаров и услуг на рынок, службы маркетинга используют различные методы маркетинговых коммуникаций.

Маркетинговые коммуникации – это постоянное управление продвижением своей деятельности к потребителю и клиентам со следующими целями [6], представленными на рисунке 1.



Рис. 1- Цели маркетинговых коммуникаций

В последние годы металлургическая промышленность России развивалась довольно успешно.

Тем не менее, имеется ряд проблем и факторов, затрудняющих развитие отрасли, которые делятся на две группы. Первая — внутриотраслевые факторы, вторая - внешние по отношению к металлургической промышленности факторы, определяющие «фон», в котором работают предприятия.

Касательно АО «ОЭМК» отметим, что в составе основных подразделений комбинат не имеет отдела маркетинга, однако на предприятии проводятся исследования рынка, товара, каналов сбыта.

Проведя SWOT-анализ предприятия, можно выделить три основных направления развития [7]. Они представлены на рисунке 2.

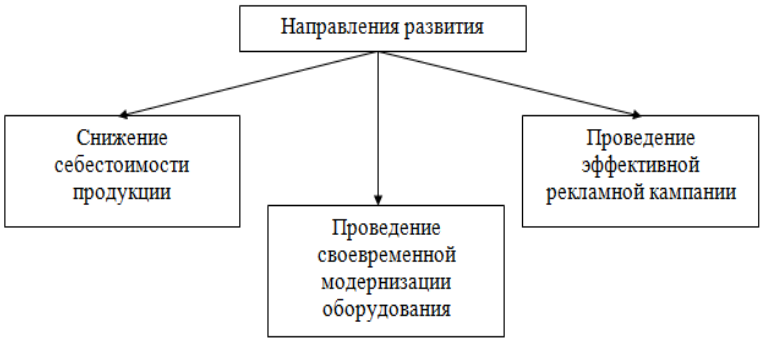


Рис. 2- Направления развития АО «ОЭМК»

В связи с бурным экономическим и информационным ростом, любое предприятие, которое включено в процесс производства и реализации продукции, вынуждено принимать на вооружение концепцию современного маркетинга. Одним из его направлений является продвижение товаров в сети Интернет.

По сути, Интернет-маркетинг обладает всем набором инструментов классического маркетинга, но значительно упрощенным и доступным для большего количества пользователей. Интернет стал самой эффективной платформой взаимодействия всех субъектов рынка, с помощью которой процесс коммуникаций становится более открытым и взаимовыгодным.

Мы провели исследование сайта УК «Металлоинвест» для того, чтобы оценить степень оснащения сайта на предмет маркетинговых коммуникаций. В процессе исследования были выявлены три основных проблемы:

1) отсутствие прайс-листов на изготавливаемую продукцию;

2) отсутствие поддержки электронной коммерции;

3) отсутствие поддержки функции online для проведения дистанционных консультаций, семинаров и конференций.

Последняя проблема является, на наш взгляд, наиболее важной. Важность ее заключается в том, что online связь является наиболее удобным и быстрым способом связи в современном мире. Она позволяет не только проконсультировать по всем интересующим вопросам, но также и заключать сделки. К примеру, покупателю из Новой

Зеландии не придется преодолевать огромные расстояния для заключения сделки, достаточно будет лишь связаться по Интернету с необходимой ему компанией.

Список литературы

1. Маркетинговые коммуникации: учебное пособие. Гриф УО / Н.В.Карпова, А.А.Черникова, В.В.Карпова, Н.В.Селютина. - Старый Оскол: «ТНТ», 2012. – 256 с.

2. Карпова Н.В. Маркетинг: учебное пособие. Гриф УМО – 2-е изд., перераб. и доп. – Ст. Оскол: ООО «ТНТ», 2009. – 448 с.

3. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент. – СПб: Питер Ком, 1999. – 896с.

4. Юрпольская А.А., Кобзева А.Г. Основы логистического подхода к организации процесса доставки готовой продукции // «Экономика и современный менеджмент: теория, методология, практика» сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2018. С. 66-69.

5. Кобзева А.Г. Формирование конкурентной стратегии позиционирования деятельности предприятия // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, 21-23 ноября 2018 г. – С. 510-517

6. Демина В.В. Человеческий капитал как решающий фактор в обеспечении национальной конкурентоспособности // Материалы пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, Том II, 25-26 ноября 2018 г. Старый Оскол. – С. 462-467

7. Карпов Э.А., Кобзева А.Г. Повышение эффективности производства с помощью комплексной модифицированной модели производительности // Наука и образование в XXI веке сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 34 частях. 2013. С. 59-60.

УДК 93(39)

ЖЕНЩИНЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ: НЕРЕАЛИЗУЕМЫЙ РЕЗЕРВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КУРСКОЙ МАГНИТКИ)

Мухина Зинара Зиевна

Полева Наталия Анатольевна

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС». 309516 г. Старый Оскол Белгородской обл., мкр. Макаренко 42. E-mail: mukhiny@mail.ru

WOMEN IN PRODUCTION MANAGEMENT: UNREALABLE RESERVE (ON THE EXAMPLE OF THE MINING AND METALLURGICAL COMPLEX OF THE KURSK MAGNITKA MINING)

Mukhina Zinara Zievna

Poleva Nataliya Anatol'evna

Stary Oskol Institute of Technology named afrer. A.A. Ugarov (branch) of the National Research Technological University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 Stary Oskol Belgorod region, Russia.

E-mail: polevanatalia@mail.ru

Аннотация: *В работе рассматривается участие женщин в управлении производством горно-металлургического комплекса на примере предприятий управляющей компании «Металлоинвеста», входящих в Курскую Магнитку Российской Федерации. Показана асимметрия и неравномерность количественного состава мужчин и женщин в сфере промышленного производства, управленческом процессе, расхождения в оценке мужчинами и женщинами значения участия женщин в управлении на уровне высшего и среднего звена. На современном этапе возможность трансформаций во многом зависит от культурных и ментальных перемен в практиках гендерных отношений и реакциях российского общества на женское участие как в производственной сфере, так и в политике страны. Свобода от стереотипов открывает*

дополнительные возможности участия женщин в топ-менеджменте, в том числе в горно-металлургической отрасли экономики России.

Ключевые слова: Женщины России; Курская Магнитка; бизнес; управление производством; горно-металлургический комплекс; гендерная политика

Abstract: *The report studies women's participation in the management of mining and metallurgical complex production on the example of the enterprises of the managing company Metalloinvest, which are part of the Kursk Magnitka Mining of the Russian Federation. Numbers of men and women are uneven and asymmetric within the industrial production sector, the managerial process, the difference in the evaluation of the importance of women's participation in in the higher and middle level of management. At the present stage, the possibility of transformation largely depends on the cultural and mental changes in the practices of gender relations and the reactions of Russian society to women's participation in the production sphere and in the country's politics. Freedom from stereotypes opens up additional opportunities for women to participate in top management, including in the mining and metallurgical sector of the Russian economy.*

Keywords:: Women of Russia; Kursk Magnitka Mining; business; production management; mining and metallurgical complex; gender politics.

Сегодня около 54% населения России составляют женщины. В марте 2010 г. под эгидой ООН стартовала инициатива «Принципы расширения прав и возможностей женщин: Бизнес означает равноправие» [5]. Она направлена на обеспечение полноценного участия женщин во всех сферах экономической жизни и на всех уровнях хозяйственной деятельности. В указанном направлении в России проводится официальная гендерная политика, сформулирована стратегия действий в интересах женщин на 2017-2022 годы [4].

Известно, что горнодобывающие предприятия России занимают видное место в экономике, являясь одним из основных компонентов, составляющих бюджет страны. Сегодня доля женщин, занятых на различных предприятиях горно-металлургического комплекса страны, колеблется от 30% до 48% [2]. На предприятиях холдинга «Металлоинвест» доля женщин на начало 2018 г. сократилась до 27% [3].

В современном обществе все еще живучи некоторые черты преобладавшего в прошлом менталитета об отношении к женщине, что затрудняет решение ряда гендерных

проблем, связанных с рациональным и гармоничным сочетанием традиционных обязанностей женщин и их активностью в общественной жизни, достижением фактического гендерного равноправия.

В советский период женщина активно включилась в общественную жизнь, приобретала образование, намного расширились горизонты ее деятельности. На всех уровнях декларировалось ее равноправие с мужчиной, но возможности занимать высшие должности в управлении производством и государством в советской системе для женщин было мало доступно. В менталитете мужского сообщества до настоящего времени сохраняется отпечаток о некоторой «вторичности» женщины, своего рода противоестественности вторжения женщины в традиционно мужские сферы деятельности. Если для Запада женщины, возглавляющие крупные компании, банки, министерства или даже, стоящие во главе государства и крупных авторитетных международных организаций, как, например, ЮНЕСКО – стало нормой, то в нашей стране женщина-руководитель, у которой мужчины находятся в подчинении, нередко продолжает восприниматься с негативным подтекстом.

Слово «бизнесмен» часто воспринимается нейтрально или близко к нейтральному, тогда как «бизнес-леди» нередко имеет негативный оттенок. Подобные представления не только «носятся в воздухе», об их реальности свидетельствуют результаты социологических исследований. Авторы данного исследования провели такие опросы среди населения в городах Старый Оскол и Губкин Белгородской области, где в 1970-х гг. началось интенсивное освоение богатств Курской магнитной аномалии, а города Губкин и Старый Оскол стали занимать видное место в металлургической промышленности России.

В настоящее время на предприятиях Курской Магнитки в Белгородской области работает более 30 000 человек, и почти треть из них – женщины. Гендерный состав работников в последние годы остается стабильным. Непосредственно на горячих участках производства работают мужчины. Женщины в основном являются работниками общественного питания, здравпунктов, планово-экономических отделов, уборщицами. задействованы в должности операторами и контролерами отдела технического контроля, работают транспортировщиками и машинистами кранов.

Нашими респондентами были работники Оскольского электрометаллургического, Лебединского и Стойленского горно-обогатительных комбинатов – 210 чел. [1]. Все опрошенные проживают в городах Старый Оскол и Губкин, по профессии – это рабочие,

служащие, инженеры. Полагаем, что результаты опроса дают определенное представление о ситуации.

Задаваемые вопросы касались участия женщин в управлении на предприятиях горно-металлургического комплекса Курской Магнитки и страны глазами мужчин и женщин. При опросе главный упор делался на то, как респонденты воспринимают участие женщины в управленческом процессе, возможности лидерства женщины.

На первый вопрос «Как Вы относитесь к тому, чтобы Вашим непосредственным начальником была женщина?», респонденты высказались следующим образом: более трети мужчин высказались отрицательно, чтобы их начальником была женщина, в то же время отметим большой процент мужчин-респондентов (42 %), для которых не имеет значения пол руководителя. Среди опрошенных женщин 42 % вполне допускают возможность работать под непосредственным руководством женщины, а для 35 % женщин пол начальника не имеет значения. В этом вопросе имеется значительное расхождение в ответах между мужчинами и женщинами.

На следующий вопрос «Как бы Вы отнеслись к тому, если бы пост руководителя предприятия, где Вы работаете, заняла женщина?», процентное соотношение ответов мужчин и женщин в целом согласуется с ответами на первый вопрос. Однако в данном случае оказалось больше респондентов, которые не смогли определиться с ответом, выбрав позицию – «затрудняюсь ответить».

На вопрос «Как бы Вы отнеслись к тому, если бы какой-либо ключевой пост горно-металлургического комплекса возглавила женщина?» положительно высказалось 15 % мужчин и 38 % женщин.

Ответы мужчин на первый и последующие вопросы свидетельствуют о сохраняющихся стереотипах несостоятельности женщин как руководителях, лидерах. Позиция женщин по отношению к занятию женщиной управленческих должностей разного уровня оказалась иной, они готовы видеть в женщине руководителя, но, прежде всего начальника или заместителя начальника отдела.

Почему женщины не могут быть успешными руководителями? Ответы мужчин-респондентов распределились следующим образом: женщины вообще не способны решать серьезные производственные проблемы – 23%; быть успешным руководителем женщине мешает выполнение ею материнских функций – 34%; женщинам труднее

получить поддержку официальных лиц – 25%; сопротивление родных, близких, семьи – 18 %. Совершенно иными были ответы самих женщин: быть успешным руководителем им мешает сопротивление родных, близких, семьи – 63%; женщинам труднее получить поддержку официальных лиц – 24%; выполнение ею обязанностей матери – 13%.

Любопытны ответы на следующий вопрос «Кто: мужчина или женщина, в большинстве случаев является лучшим руководителем производства?». Только 4 % мужчин считают, что женщины являются лучшими руководителями, а 96 % мужчин-респондентов ответили, что лучшие руководители производства – это мужчины.

Был проанализирован управленческий состав в высшем руководстве холдинга «Металлоинвест». Женщины составляют явное меньшинство, то есть четко проявляется гендерный дисбаланс.

Попробуем сделать некоторые выводы. Из ответов мужчин явствует, что в мужской среде еще живучи представления о мужском превосходстве. Такое понимание в целом было ожидаемым. Не столь очевидным явилась позиция женщин, когда половина опрошенных совершенно определенно признала мужское интеллектуальное превосходство. В значительно меньшем количестве в ответах опрошенных мужчин и женщин признается полное равноправие участия в управлении производством без гендерного разделения.

Для того, чтобы выяснить позицию будущих работников рассматриваемой отрасли промышленности по вопросам участия женщин в управлении производством нами было опрошено 90 студентов Старооскольского технологического института им. А.А. Угарова (филиала) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (СТИ НИТУ «МИСиС»), где готовят инженеров для данных предприятий. Сравнительный анализ полученных материалов показал, что позиции опрошенных работников предприятий и студентов по отношению к женщине как руководителю горно-металлургического производства на разных уровнях в целом совпадают.

Таким образом, мы продолжаем наблюдать гендерный дисбаланс на фоне законодательно утвержденных равных прав мужчин и женщин. То, что женщина не считается в полной мере личностью, лидером, представляет далеко не академический интерес. Сохранение черт патриархального отношения к женщине, устаревших взглядов

на нее как на личность даже в городах оказывает непосредственное и мощное влияние на формирование рыночных, товарно-денежных отношений, на темпы экономических и социальных преобразований в стране. На современном этапе возможность трансформаций во многом зависит от культурных и ментальных перемен в практиках гендерных отношений и реакции российского общества на женское участие как в производственной сфере, так и в политике страны. Свобода от стереотипов очень важна и открывает дополнительные возможности участия женщин в топ-менеджменте, в том числе в горно-металлургической отрасли экономики России. Проведенный опрос среди работников предприятий металлургического холдинга «Металлоинвест» показывает готовность женщин активно участвовать в управлении производством.

Список литературы

1. Архив кафедры гуманитарных наук СТИ НИТУ «МИСиС».
2. Горно-мталлургический профсоюз России [Электронный ресурс]. URL: https://www.gmpr.ru/section/zhenskaya-komissiya/10131/ (дата обращения – 15.05.2018).
3. Металлоинвест. Годовой отчет за 2017 год. [Электронный ресурс]. URL: http://www.metalloinvest.com/ (дата обращения – 20.10.2019).
4. Распоряжение Правительства Р от 8 марта 2017 г. № 410-р Об утверждении Национальной стратегии действий в интересах женщин на 2017-2022 гг. (URL: http://base.garant.ru/71624782/#ixzz5GaGmZP1l (дата обращения – 10.02.2018).
5. Генеральная Ассамблея ООН. Декларация от 25 сентября 2015 г. «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» (URL: http://docs.cntd.ru/document/420355765 (дата обращения – 10.02.2018).

УДК 338.242.2

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: СУЩНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ, МЕТОДЫ

Гусев Д.С., аспирант

Старооскольский технологический институт им А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Новикова О.А., к.э.н., доцент кафедры ЭУиОП

Старооскольский технологический институт им А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Аннотация. В статье рассматривается понятие «риск». Также описаны методы анализа рисков. Рассмотрены основные аспекты процесса управления риском промышленного предприятия и определены методы его снижения. Особое внимание уделено процессу совершенствования системы управления риском промышленного предприятия: рассмотрен процесс и предложен механизм управления.

Ключевые слова: риск, управление риском, методы оценки и снижения рисков.

INDUSTRIAL ENTERPRISE RISK MANAGEMENT: ESSENCE, CONTENT, METHODS

Gusev D. S., PhD student

Stary Oskol technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of Federal STATE Autonomous educational institution "national research technological University "MISIS»

Novikova O. A., Ph. D., *associate Professor of Eiop*

Stary Oskol technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of Federal STATE Autonomous educational institution "national research technological University "MISIS»

Annotation. The article deals with the concept of "risk". Methods of risk analysis are also described. The main aspects of the risk management process of an industrial enterprise are considered and methods of its reduction are determined. Special attention is paid to the process of improving the risk management system of an industrial enterprise: the process is considered and the control mechanism is proposed.

Key words: risk, risk management, methods of risk assessment and mitigation.

В современных условиях деятельность промышленного предприятия осуществляется в рисковой среде. Ее эффективность невозможна без прогнозирования,

анализа и оценки, поскольку функционирование предприятия происходит на рынке в условиях неопределенности.

В связи с этим необходимо четко понимать принципы и формировать методические подходы к описанию рисов основных бизнес – процессов: поставка, производство, сбыт. Построение карты рисков промышленного предприятия с применением аналитических методов способствует формированию эффективной системы управления [1].

В целом, если говорить про понятие «риск», то это в первую очередь неотъемлемая часть любого управленческого решения, которое принимается в условиях неопределенности.

Под неопределённостью обычно подразумевают неполноту или неточность информации об условиях хозяйственной деятельности, в том числе связанных с ней затрат и полученных результатов.

Основные аспекты риска: вероятность возникновения, экономическая сущность, объективность, последствия наступления риска, субъективность при оценивании.

Управление рисками – это прежде всего разработка стратегии и тактики.

Опешим основные принципы, которые лежат в основе разработки и реализации стратегии управления рисками на предприятии:

- соотношение анализа и творческой деятельности,
- системность,
- непрерывность,
- многовариантность.

Процесс анализа рисков промышленного предприятия ориентирован на формирование предельно допустимых границ значений риска для определенных условий.



Рисунок 1- Процесс анализа рисков.

Осноыне методы управления риском представлены на рисунке 1. Выделяются 2 основных направления анализа : качественный (проводится на стадии написания проекта) и колическтвенный (проводится на основе качественного анализа) [2].

Совершенствование системы управления рисками является неотъемлемой составляющей процесса управления неопределенностью в целом и представляет собой систему управленческих решений, направленная на создание условий, способствующих эффективному функционированию промышленного предприятия и такому состоянию компонентов экономического потенциала.

Можно выделить следующие основные аспекты совершенствования системы управления:

- анализ и оценка изменений деятельности предприятия (оценка рисков);
- выбор направления развития предприятия;
- разработка стратегии развития (определение приоритетности направлений, их соотношение, разработка сценариев);
- контроль выполнения стратегии развития промышленного предприятия.

Основной задачей управления рисками в условиях развития промышленного предприятия является постоянное совершенствование организационно-управленческого потенциала, обеспечивающего высокий уровень функционирования предприятия в условиях изменчивости внешней среды.

Выбор направления по совершенствованию системы управления риском зависит, прежде всего, от приоритетной области деятельности предприятия. Но в реальных условиях на предприятиях практически отсутствует стабильный план мероприятий, так как он часто корректируются вследствие изменения запросов внешней среды.

Список литературы

1. Васин, С.М. Управление рисками на предприятии [Текст]: учебное пособие /С.М. Васин, В.С. Шутов. – М.: КНОРУС, 2010. –304 с.

2. Цапенко И.В., Миронова Д.Д. Человеческий капитал и инновационные факторы его развития // Инженерный вестник Дона, 2012, №2 Url: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/766.

3. Машков Д.М. Научные подходы к управлению рисками промышленных предприятий// Инженерный вестник Дона, 2014, №4 Url: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2618.

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА В СФЕРЕ ТОРГОВЛИ

Носенко А.В., студентка 3 курса

Старооскольский филиал ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Старый Оскол

Аннотация: *в статье анализируется современное состояние малых предприятий в России, выявляются основные тенденции его развития. Анализируется роль сферы торговли в развитии розничной торговли в России, учитывается динамика и структура розничной торговли. Ключевые направления для повышения конкурентоспособности небольших розничных предприятий включают выбор местоположения такого предприятия, управление ассортиментом за счет учета специфики малого бизнеса, улучшение качества обслуживания и использование инструментов электронной торговли.*

Ключевые слова: розничная торговля, оптовая торговля, электронная торговля, малый бизнес, конкурентоспособность.

Annotation: the article analyzes the current state of small enterprises in Russia, identifies the main trends in its development. The role of the sphere of trade in the development of retail trade in Russia is analyzed, the dynamics and structure of retail trade are taken into account. Key areas for improving the competitiveness of small retail enterprises include choosing the location of such an enterprise, managing the assortment by taking into account the specifics of small businesses, improving the quality of service and using e-commerce tools.

Keywords: retail, wholesale, e-commerce, small business, competitiveness.

Развитие малого бизнеса очень важно для поддержания здоровой и сбалансированной экономики. В большинстве западных стран малый бизнес является важным элементом экономической системы и вносит значительный вклад в государственный бюджет. Кроме того, малый бизнес создает значительное количество рабочих мест, что также важно для экономики страны. В большинстве европейских стран малые и средние предприятия сегодня составляют более 95% организаций. Они обеспечивают около 60% ВВП и обеспечивают от 60% до 70% занятости.

Структура малых предприятий в России крайне неоднородна как по количеству компаний, так и по обороту. Лидером в этом бизнесе является розничная торговля - около

37% малых предприятий являются оптовыми и розничными продавцами. Кроме того, их доля в общем объеме продаж малого бизнеса составляет 56%. Поэтому сфера торговли является основой для развития малого бизнеса. Для сравнения, как по количеству компаний, так и по обороту организации, занимающиеся операциями с недвижимостью, находятся на втором месте. Вклад таких компаний в общий оборот малого бизнеса составляет около 11%.

Следует отметить, что в последние годы количество малых торговых компаний значительно увеличилось, темп роста составил около 128%. Однако продажи малых торговых компаний снизились, возможно, из-за неблагоприятной экономической ситуации в стране, которая сопровождалась введением санкций против Российской Федерации и повышением курса доллара [6].

В структуре торговых предприятий значительную долю занимают малые компании [4]. Если в 2013 и 2015 годами доля малых торговых компаний в общем количестве торговых компаний колебалась от 46-48%, то между 2016 и 2017 годами эта доля значительно выросла до 65%. Это связано со значительным увеличением количества мелких предприятий. Доля оборота малых торговых компаний в общем обороте торговли не сильно колеблется, но остается на уровне около 40%.

Малые предприятия создают относительно большое количество рабочих мест, и поэтому их развитие может помочь снизить безработицу в стране. На сегодняшний день в торговых компаниях малого бизнеса занято более 3 миллионов человек. По мере того, как число мелких розничных продавцов растет, будет расти и эта цифра. В связи с этим должна решаться задача развития малого бизнеса в стране, в том числе на государственном уровне.

Наибольший вклад в структуру оборота малых торговых компаний вносит оптовая торговля, которая определяет тип данного вида торговли. Сегодня мелкие оптовые компании могут успешно работать с крупными розничными организациями, особенно в регионах, где конкуренция может быть несколько ниже [2, 5]. Доля мелких оптовиков в общем обороте малых коммерческих предприятий составляет чуть более 75%, и эта тенденция сохраняется [8].

Следует также отметить важность микропредприятий и их вклад в развитие малого предпринимательства. В эти компании входят организации с количеством сотрудников до 15 человек и годовой доход от предпринимательской деятельности, до 120 миллионов рублей.

Хорошо известно, что более 90% малых предприятий являются микропредприятиями в торговле. И их вклад в оборот малого бизнеса растет с каждым годом. В последние годы доля микропредприятий в обороте малых розничных компаний превысила 50%. Это показывает, что увеличение выручки достигается не за счет увеличения размера организации, а за счет повышения эффективности их функционирования.

Развитие малой торговой компании способствует усилению конкуренции на рынке. Жесткая конкуренция заставляет торговые организации искать способы привлечь клиентов, предлагая более качественные продукты, более высокий уровень обслуживания или более низкие цены, что является значительным плюсом для покупателей. Для самих торговых организаций высокая конкуренция является негативным фактором, и этот фактор особенно важен для небольших торговых организаций. Небольшие торговые компании имеют как финансовые, так и трудовые ресурсы, которые гораздо более ограничены, чем у крупных организаций, особенно торговых сетей. Поэтому организациям малого бизнеса особенно важно использовать все имеющиеся в их распоряжении инструменты для максимально эффективного повышения конкурентоспособности.

Важным аспектом успешного функционирования малой торговой компании является выбор ее местоположения [6]. Поскольку малый бизнес обычно обслуживает в основном клиентов, находящихся в нескольких минутах ходьбы, рекомендуется провести исследование контингента потенциальных покупателей до открытия. Поскольку для малых торговых предприятий активное продвижение магазина чаще всего недоступно, местоположение должно быть источником потенциальных покупателей.

Для малых торговых компаний ценовая конкуренция чрезвычайно сложна. Крупные торговые организации имеют более выгодные условия сотрудничества с поставщиками и производителями товаров за счет объема закупок [3]. Поэтому одним из направлений повышения конкурентоспособности небольшой торговой компании является создание ассортимента, который отличается от ассортимента ее основных конкурентов, особенно розничных сетей.

Введенные иностранцами санкции за поставки товаров в Россию привели к развитию собственного производства, которое могут эффективно использоваться небольшими торговыми компаниями [9-11]. Для небольших производственных компаний может быть трудно работать с крупными торговыми компаниями, которые имеют

устоявшуюся торговую структуру. Это позволяет небольшим розничным организациям формировать уникальный ассортимент товаров, занимать свою рыночную нишу и тем самым успешно конкурировать. Кроме того, включение отечественного производства в ассортимент товаров способствует продвижению и развитию собственного производства, создает дополнительные рабочие места и способствует экономическому росту страны, что, в свою очередь, представляет собой социальную ответственность торговой компании.

В настоящее время торговые организации конкурируют в основном на основе расположения магазинов, цены, качества, ассортимента, сервиса, т.е. традиционные факторы, которые могут быть воспроизведены быстро [1]. Современные тенденции развития розничной торговли требуют поиска новых, более эффективных инструментов. В современных условиях нематериальные ресурсы становятся одним из наиболее перспективных инструментов повышения эффективности и конкурентоспособности торговых организаций. В этом контексте для компаний с ограниченной клиентской базой важно поддерживать высокую степень лояльности клиентов. Это может быть достигнуто прежде всего качеством продаваемых товаров и высоким уровнем обслуживания. Сочетание этих двух факторов может способствовать формированию регулярной квоты клиента, а также является элементом социальной ответственности торговой компании. Чтобы сохранить постоянных клиентов, важно персонализировать услугу, что немного проще для предприятий малого бизнеса из-за меньшего количества клиентов. Однако эта персонализация может быть более личной, чем в сетевых магазинах. И его эффективность больше зависит от коммуникативных способностей продавца. Это, в свою очередь, приводит к хорошей репутации магазина, что не только способствует лояльности клиентов, но и привлекает новых клиентов, без денежных вложений посредством сарафанного радио. В связи с этим репутация компании как компонента нематериальных активов является ключевым фактором повышения конкурентоспособности небольших торговых компаний.

Хотя небольшим торговым компаниям трудно конкурировать с крупными торговыми организациями за счет цен на сырье, для повышения продаж рекомендуется использовать методы ценообразования, большинство российских покупателей сегодня чувствительны к изменениям цен из-за своей низкой платежеспособности. При определении объема, продолжительности действия и периодичности скидок сначала необходимо учитывать ориентацию ассортимента. Например, в магазинах алкогольных напитков такие акции можно проводить в выходные дни, в цветочных магазинах - в

праздничные дни. Также можно эффективно использовать такие методы стимулирования, как комбинированные продажи, предлагать дополнительные товары бесплатно и распространять купоны.

Еще одной областью повышения конкурентоспособности малых коммерческих предприятий является использование инструментов электронной коммерции. Для малого бизнеса электронная коммерция – это и возможность, и риск. С одной стороны, электронная коммерция имеет более низкие барьеры для входа. Кроме того, существует ряд преимуществ, которые важны для малого бизнеса. Это включает в себя более низкие издержки обращения, в основном из-за нехватки торговых площадей, возможности глобального присутствия на рынке, большей свободы в управлении ассортиментом и способности автоматизировать ряд торговых и технологических процессов.

С другой стороны, конкуренция на этом рынке намного выше. А отсутствие территориальных ограничений только способствует усилению конкуренции. В отличие от оффлайн-магазина, все интернет-магазины с одинаковым ассортиментом и областью покупателей будут конкурентами для любых других интернет-магазинов, местоположение которых больше не играет ключевой роли в определении конкурентоспособности.

Механизмы конкуренции для интернет-магазинов незначительно отличаются от обычных магазинов [8]. Прежде всего, важно, чтобы интернет-магазин привлекал посетителей на сайт. Для этого необходимо использовать различные средства для рекламы на веб-сайте [7]. Например, реклама в поисковых системах, контекстная реклама, регистрация в специализированных каталогах и сайты на интернет площадках. В отличие от офлайнового бизнеса, эти механизмы могут быть доступны для малого бизнеса.

Поэтому мы можем сделать вывод, что малый бизнес развивается несмотря на неблагоприятную экономическую ситуацию в стране. Количество небольших организаций в оптовой и розничной торговле имеет тенденцию к увеличению. Ключевой вклад в развитие малого бизнеса вносят микропредприятия. Практическая значимость статьи заключается в разработке способов повышения конкурентоспособности малых коммерческих предприятий, включая создание уникального ассортимента, повышение персонализации услуг, использование методов привлечения клиентов и использование нематериальных активов.

Список литературы

1. Агбалян Д.М., Самарин А.В. Принципы менеджмента в компании MCDONALD'S // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й

Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 11-14.

2. Алексина С.Б. Совершенствование системы управления каналами дистрибьюции товаров в условиях цифровой экономики // Экономика и предпринимательство. – 2017. – №11(88). – с. 768-771.

3. Алексина С.Б. Сценарии развития стратегии дистрибьюции на рынке FMCG в условиях усиления давления федеральных торговых сетей // Российское предпринимательство. – 2018. – № 3. – с. 709-724. – doi: 10.18334/rp.19.3.38835.

4. Баскаков В.А. Перспективные тренды развития fashion-индустрии // Российское предпринимательство. – 2018. – № 3. – с. 801-812. – doi: 10.18334/rp.19.3.38843.

5. Вартанова А.А., Домаева А.А., Самарин А.В. Проблема текучести кадров в США И Канаде // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 84-86.

6. Панасенко С.В., Стукалова И.Б., Мазунина Т.А. Направления развития современной розничной торговли // Российское предпринимательство. – 2018. – № 3. – с. 599-608. – doi: 10.18334/rp.19.3.38818.

7. Самарина В.П. Проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий в современную российскую промышленность // Материалы XIX Отчетной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава под редакцией С.Л. Иголкина. 2016. С. 88-91.

8. Чернухина Г.Н., Красильникова Е.А. Влияние современных тенденций развития розничной торговли на изменение конъюнктуры потребительского рынка // Современная конкуренция. – 2017. – № 2(62). – с. 64-71.

9. Samarina V.P., Skufina T.P., Baranov S.V. Comparative estimation of power efficiency of countries and world regions // Актуальні проблеми економіки. 2015. Т. 173. № 11. С. 127-136.

10. Samarina V.P., Skufina T.P., Baranov S.V., Samarin A.V. Some problems of anti-recessionary public management in Russia at present //International Review of Management and Marketing. 2016. Т. 6. № 6. С. 38-44.

11. Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V. Russia's north regions as frontier territories: demographic indicators and management features // European Research Studies Journal. 2018. Т. 21. № 3. С. 705-716.

УДК 621.798

ИЗУЧЕНИЕ ТАРОУПАКОВОЧНЫХ СРЕДСТВ КОНДИТЕРСКОЙ ОТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ КФ «СЛАВЯНКА»

Ровенских Марина Викторовна

к.э.н., доцент кафедры экономики, управления и организации производства

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

e-mail:marina40410@gmail.com

Гаврюшина Ольга Павловна

студентка СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: gavryushina.olya2016@yandex.ru

В статье выделены и оценены составные элементы упаковки продукции кондитерского производства, которые наиболее важны для потребителей. Для оценки использован метод экспертных оценок удовлетворенности потребителей упаковкой на примере ассортимента КФ «Славянка». Полученные результаты интерпретированы и предложен ряд рекомендаций по улучшения тароупаковочных материалов.

Ключевые слова: упаковка; брендинг кондитерских изделий; КФ «Славянка»; метод парных сравнений.

STUDY OF PACKING FACILITIES OF THE CONFECTIONERY INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF SC “SLAVYANKA”

Marina Rovenskikh

Olga Gavryushina

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University “MISIS”

The article highlights and evaluates the constituent elements of the packaging of confectionery products, which are most important for consumers. For the assessment, the method of expert evaluations of customer satisfaction with packaging was used on the example of the assortment of CF Slavyanka. The results are interpreted and a number of

recommendations for improving packaging materials are proposed.

Keywords: packaging; confectionery branding; CF “Slavyanka”; pair comparison method.

Введение. Что сложнее: произвести или продать? Безусловно, что любой товар достаточно сложно произвести, но в современных условиях рынка покупателя и высокого уровня конкуренции предприятия сталкиваются и с проблемой сбыта своей продукции. Особенно это актуально для предприятий кондитерской промышленности: на рынке представлено множество отечественных и зарубежных производителей кондитерских изделий, и, в частности, шоколадной продукции. Чтобы выделиться среди конкурентов предприятия вынуждены мобилизовывать весь инструментарий маркетинга. Одним из наиболее действенных инструментов является упаковка товара, которая привлекает внимание потенциальных потребителей на полках в магазине и создает первое впечатление от определенного товара. Как известно, первое впечатление может быть как положительным, так и отрицательным. Именно поэтому, упаковка продукта должна быть самым важным моментом любой маркетинговой стратегии.

Практически любой товар должен быть заключен в какую-либо оболочку, которая может выполнять несколько функций: привлекать внимание потенциального покупателя за счет интересного и яркого дизайна, необычных форм; защищать товар от повреждений во время транспортировки, сохраняя его физические свойства; содержать информацию о составе, сроках хранения, производителе и т.д. [1]. Именно поэтому тема для написания данной работы является актуальной для современных условия хозяйствования.

Целью работы является изучение влияния упаковочных средств кондитерского производства на потребителей. Для достижения этой цели необходимо решение следующих *задач*: изучить теоретические аспекты значимости упаковки кондитерских изделий, проанализировать рынок пищевой промышленности в Белгородской области, исследовать экспертами тароупаковочные материалы на примере ассортимента КФ «Славянка» и интерпретировать полученные результаты, предложить ряд рекомендаций по улучшению упаковочных материалов для кондитерских изделий.

Результаты и их обсуждение. На ранних этапах развития человечества уже существовала необходимость защищать и украшать товары с помощью упаковки. Например, египтяне импортировали нефть из Палестины в декоративных керамических сосудах около 5000 лет назад. В истории можно найти и другие многочисленные примеры использования упаковки. Для первых потребительских товаров

упаковка была единственным средством, обеспечивающим коммуникативное влияние на потребителей [2].

Упаковка выполняет несколько функций. Прежде всего, это защитная функция (от внешних воздействий среды, от повреждений при транспортировке, от влияния других товаров). Не менее важной является информационная функция: прикрепление кодов облегчает управление товарами, упаковка как носитель данных о сроках годности, информации о содержимом и т. д. Рекламная функция: различение конкурирующих продуктов, привлечение внимания покупателей к продукции конкретного бренда. Упаковка обеспечивает сохранение качества и количества упакованного товара, придает товарам и другим грузам мобильность и создает условий для механизации погрузочно-разгрузочных работ, может способствовать улучшению потребительских характеристик товара (например, простота обращения с продуктом, хорошая дозировка). Качественная, хорошо продуманная упаковка, также обеспечивает значительное повышение качества и, следовательно, возможное повышение цены. Таким образом, в современных условиях глобализации и развития международной торговли, хорошая упаковка — это гораздо больше, чем просто тара для продукта [3].

Требования покупателей к упаковке варьируются от этапа принятия решения о покупке до этапа утилизации упаковки. На этапе покупки большое значение имеют яркий и отличительный внешний вид, а также хорошие эргономические качества упаковки. После того, как продукт приобретен, он должен быть простым в использовании. Утилизация упаковки играет не менее важную роль для потребителя. С одной стороны, упаковка может быть практичной, чтобы ее можно было использовать для других бытовых целей или просто «слишком хорошей, чтобы ее выбросить». С другой стороны, в современных условиях усиления экологических требований ценится упаковка с высокой экологичностью (например, переработанная бумага или картонная упаковка) и низким объемом отходов.

В 2018 году объем мирового рынка упаковки для кондитерских изделий оценивался в 19,4 млрд долларов США. Рост спроса на рынке стимулирует рост спроса на шоколад, конфеты, хлебобулочные изделия и другие сладкие продукты питания в странах с развивающейся экономикой, включая Индию, Китай и Бразилию. Кроме того, постоянные разработки продуктов в этой отрасли расширили возможности для упаковки кондитерских изделий и доставки их по всему миру. Компании, производители упаковки, по всему миру внедряют инновационные экологически чистые материалы [4].

Таким образом, в современном маркетинге можно сказать, что упаковка важнее, чем сам продукт. Это первое, что покупатели видят и трогают, прежде чем они смогут прикоснуться и продегустировать предлагаемый производителем продукт. Выбор кондитерских изделий огромен. И только то, что сразу бросается в глаза потребителю и обещает ему большое удовольствие, он покупает. Именно поэтому производитель всегда должен думать о дизайне упаковки своей продукции.

Кондитерская фабрика «Славянка» работает на рынке более 85 лет, предлагая потребителям самый широкий выбор высококачественной продукции. Ассортимент фабрики представлен различными наименованиями кондитерских изделий, среди них несомненные лидеры продаж, конфеты торговой марки «Степ» «Чудо», «Мишка на севере», шоколад «Особый», драже «Белочка», детская продукция «Детский сувенир» и многое другое. Ассортимент фабрики постоянно обновляется, радуя потребителей новыми видами кондитерских изделий.

Стоит сказать, что КФ «Славянка» реализует стратегию инсорсинга, стремясь по максимуму обеспечить свое основное кондитерское производство. Именно поэтому в холдинговой структуре фабрики представлены предприятия по переработке какао-продуктов и производству собственной упаковки. Фабрика по производству гофрокартона и гибкой упаковки ООО «Полиграфия-Славянка» является самостоятельным подразделением, входящим в состав группы компаний «Славянка». Упаковочный бизнес компании динамично развивается и полностью обеспечивает кондитерское производство всеми видами сладкой упаковки высокого качества. На данный момент «Полиграфия-Славянка» является крупнейшим производителем упаковки в регионе [5].

По состоянию на 2018 год шоколад занимал самую большую долю в продажах на мировом рынке (более 50,0%). Во многом этому способствовало развитие электронной торговли, которая в последние несколько лет привела к увеличению продаж шоколада по всему миру. Шоколад - это самый покупаемый кондитерский продукт через электронную торговлю.

Предприятия кондитерской промышленности вкладывают значительные средства в разработку новых инновационных продуктов и совершенствование каналов. Например, в августе 2017 года Mondelez International, американская компания по производству продуктов питания и напитков, заключила партнерское соглашение с Amazon на создание интернет-магазина сладостей и шоколада на онлайн-рынке Amazon. Этот интернет-

магазин должен помочь Mondelez достичь цели: обеспечить выручке от продажи продукции через Интернет в размере 1 млрд. долларов США [4].

По мнению экспертов шоколадный сегмент также будет демонстрировать наибольший рост в ближайшие годы благодаря растущему спросу во всем мире. Ожидается, что растущий спрос на темные и премиальные шоколадные конфеты по всему миру в ближайшем будущем значительно повлияет на шоколадную и упаковочную отрасли [2].

Проведет оценку упаковки плиточного шоколада КФ «Славянка», а именно молочного шоколада «Особый». Шоколад «Особый» КФ «Славянка» — это отточенное годами качество, в основе которого лежит уникальная рецептура с добавлением соли, оттеняющая тонкий вкус шоколада.

Для оценки на воспользуемся методом парных сравнений. Этот метод используется в экспертных оценках при необходимости расставлять приоритеты в процессе какой-либо деятельности или ранжирования различных объектов [6].

В качестве респондентов для оценки выступают 3 эксперта – это работники КФ «Славянка», которые непосредственно занимаются созданием и разработкой дизайна, оформлением упаковки кондитерских изделий.

В качестве факторов сравнения предлагается 4 элемента:

1) Дизайн упаковки плиточного шоколада (обозначим этот фактор как А1);

2) Качество упаковки (А2);

3) Читаемость необходимой информации для потребителей на упаковки (А3);

4) Разнообразие форм упаковки плиточного шоколада (А4).

Решение принимается с участием трех экспертов.

Каждый из экспертов заполняет матрицу парных сравнений размером NxN, где N — количество альтернатив. Матрица заполняется по следующим правилам: элемент Xij указывает, в какой степени (по мнению эксперта) i-я альтернатива является более предпочтительной по сравнению с j-й. Степень предпочтения указывается в баллах. Если i-я альтернатива более значима j-й, то ставится 2 балла. Если i-я альтернатива менее значима j-й, то ставится 1 балл. Если, по мнению эксперта, факторы равнозначны, то ставится 0 баллов.

Эксперты заполнили матрицы парных сравнений следующим образом (оценки первого, второго и третьего экспертов — в табл. 1, 2 и 3 соответственно).

Таблица 1- Матрица парных сравнений 1 эксперта

	А 1	А 2	А 3	А 4	Сумма баллов по строкам	Место (ранг)
А 1	-	1	0	2	3	2
А 2	1	-	1	1	3	3
А 3	1	0	-	0	1	2
А 4	2	2	0	-	4	1

Таблица 2 - Матрица парных сравнений 2 эксперта

	А1	А2	А3	А4	Сумма баллов по строкам	Место (ранг)
А1	-	1	0	0	1	4
А2	1	-	2	1	4	3
А3	1	0	-	1	2	2
А4	2	2	2	-	6	1

Таблица 3 - Матрица парных сравнений 3 эксперта

	А1	А2	А3	А4	Сумма баллов по строкам	Место (ранг)
А1	-	0	1	1	2	3
А2	0	-	2	1	3	2
А3	0	2	-	1	3	2
А4	2	2	2	-	6	1

Для определения приоритетности рассматриваемых факторов необходимо составить сводную таблицу результатов (табл. 4)

Таблица 4- Сводная матрица парных сравнений трех экспертов

Место (ранг)	Наименование фактора	Результат	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3

1	А4	16 (88,9%)	4	6	6
2	А2	10 (55,6%)	3	4	3
3	А3	6 (33,3%)	1	2	3
	А1	6 (33,3%)	3	1	2

В сводной таблице переведены абсолютные значения (баллы) в относительные (проценты от максимально возможного количества баллов). Поэтому результаты оценки разных групп удобно сопоставлять между собой. Например, у фактора А4, набравшей, как показано в таблице 4, 16 баллов, результат в относительном выражении составляет 88,9 % (исходя из того, что 100 % соответствует 18 баллам, которые максимально можно было набрать в данном случае). А результат у фактора А2 – 55,6 % (10 баллов из 18 возможных) и так далее.

Анализ показал, что приоритетность (ранжируемость) рассматриваемых факторов примет вид: А4> А2> А3=А1.

На основе полученных результатов можно сделать определенные выводы и разработать ряд рекомендаций для устранения недостатков тароупаковочных средств на предприятии. Эксперты отметили важность разнообразия форм упаковки. Действительно, если рассматривать ассортимент плиточного шоколада КФ «Славянка», то он в большинстве случаев имеет однотипную прямоугольную упаковку. Необходимо модернизировать вид и форму тароупаковочных материалов, придумав новое решение для упаковки шоколада. Например, сделать упаковку кондитерских изделий качественно новой: круглой, квадратной и т.д.

На втором месте в приоритете качество упаковки. Важно, чтобы этикетка при транспортировке сохраняла свои свойства, предотвращала порчу кондитерских изделий. Необходимо, чтобы при открытии шоколада упаковка не рвалась, могла повторно закрываться и открываться.

Менее значимые факторы, по мнению экспертов, это дизайн и читаемость необходимой информации на тароупаковочных материалах. Следует помнить, что впечатление о бренде потребитель складывает, опираясь на внешний вид упаковки изделия. Дизайн, который будет направлен на потенциального потребителя, поможет обратить на себя внимание и совершить пробную покупку. А необходимая информация должна быть легко читаема и воспринимаема для потенциальных клиентов. Указанные сроки изготовления, годности, состав, соответствие нормативным документам говорят о степени безопасности приобретаемой продукции.

Заключение.

Таким образом, можем сказать, что грамотная упаковка - важная составляющая дальнейшего успеха сладкого товара. Упаковка защищает пищевые продукты от физических, экологических и химических повреждений. За последние несколько лет применение упаковки вышло за рамки просто защиты. Это стало важным фактором для повышения эстетики продукта, что привлекает внимание потребителей [6].

Потребитель ценит хорошую упаковку. Это часто происходит неосознанно, но основано на базовых критериях, таких как материал, внешний вид, ощущения и креативность. Стоит специально включить эти требования по упаковке в маркетинговый план. Тщательное изучение покупателей, а также выполнение рекомендаций, предложенных выше, поможет компании «Славянка» более рационально подойти к вопросу совершенствования упаковки. Как следствие, это будет способствовать увеличению объемов продаж кондитерских изделий, и в перспективе выход на новые рынки сбыта.

Список литературы

1. Друкер, Питер Ф. Энциклопедия менеджмента. Издательство: ООО "Софийская набережная" 2014 г. с. 432.

2. Verpackungen für Süßes – ökologisch Emotionen wecken Die Auswahl an Süß- und Backwaren ist riesig. Nur was dem Verbraucher sofort ins Auge sticht und ihm Hochgenuss verspricht, kauft er schließlich ein. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.marketing-boerse.de/fachartikel/details/verpackungen-fuer-suesses--oekologisch-emotionen-wecken/29976

3. Пометун А. - Маркетинг по любви. – Москва: Эксмо, 2019 – 322с.

4. Confectionery Packaging Market Size, Share & Trends Analysis Report By Raw Material (Plastic, Paper & Board), By Application (Chocolate, Candy), By Region, And Segment Forecasts, 2019 – 2025 / [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/confectionery-packaging-market

5. Кондитерская фабрика «Славянка» / [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://slavjanka.ru (дата обращения 03.09.2019)

6. Карпова Н.В Маркетинг: Рабочая тетрадь. - Старый Оскол: «ТНТ», 2012. – 52 с.

7. Галеева Р.В., Ровенских М.В. О жизненном цикле внутренней среды организации // Материалы III Международной научно-практической конференции «Организационно-экономические проблемы повышения эффективности металлургического производства» Под общей редакцией Н.А. Ефимова. 2008. С. 137-139.

УДК: 331

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

Дедикова Д. М.

Студент СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: dedikovadaria@icloud.com

В данной статье рассмотрено предприятие, как открытая социально-экономическая система. Показано, что управление – это целенаправленный и постоянный процесс влияния субъекта управления на объект управления, направленный на смену состояния согласно определенному плану действий и являющийся неотъемлемой функцией любой системы.

Ключевые слова: *предприятие, система управления, функции, принципы, законы, обратная связь, структура, модель*.

ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEMS

Vera P. Samarina

Daria M. Dedikova

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

This article considers the enterprise as an open socio-economic system. It is shown that management is a purposeful and constant process of influence of the control subject on the object of control, aimed at changing the state according to a certain plan of action and being an integral function of any system.

Keywords: *enterprise, management system, functions, principles, laws, feedback, structure, model.*

Введение. В условиях современной рыночной экономики, интенсивного становления предпринимательства в значительной степени изменяется содержание организационных, управленческих, социально-экономических отношений в управлении на уровне отдельного предприятия. Создание корпоративных форм управления, изменение психологии руководителей, стиля хозяйственного поведения приобретают актуальность в вопросах теории и практики управления современным предприятием. Подход к управлению производством заключается в том, что любое предприятие рассматривается как открытая социально-экономическая система, которая действует в рамках ситуационного подхода. Поэтому формы, методы, система, стиль руководства предприятием должны значительно изменяться в зависимости от объективных условий внешней среды, целей, стратегии, технологии и т.д.

Актуальность темы состоит в том, что на текущее время состояние рыночных отношений требует подходящих этим процессам систем управления во всех элементах, отраслях и сферах экономики. Особо значима данная проблема на уровне предприятия. Предприятие является объектом товарно-денежных отношений, обладает обширной экономической независимостью и ответственностью за результаты собственной производственно - хозяйственной деятельности. Поэтому каждое предприятие обязано формировать такую систему управления, которая могла бы обеспечить высокую эффективность функционирования, конкурентоспособность и устойчивое положение на рынке.

Целью данной работы является рассмотрение систем управления предприятием.

Результаты и их обсуждение. Для того чтобы выяснить, какие системы управления предприятием существуют, рассмотрим их понятие. Система управления предприятием – это принципы и механизмы принятия решений, передача информации, планирование, а также системы мотивации и материального стимулирования, это форма реального олицетворения управленческих взаимоотношений [1].

Система управления предприятием опирается на три базовые составляющие, представленные на рисунке 1.



Рисунок 1 – Составляющие системы управления предприятием

Задача функционирования системы управления предприятием – подготовка и воплощение управленческих воздействий или решений для формирования надлежащего поведения управляемой системы в условиях различных влияний окружающей среды для достижения сформулированных целей [2-4].

Система управления предприятием является достаточно сложным образованием процессов и явлений, усовершенствование которого может прогрессировать с различным уровнем детализации. Реальная экономическая, организационная и психологическая эффективность такого улучшения находится в зависимости от методологии и времени проведения, интуиции и профессиональной подготовки руководителя [5-7].

Рассматривая более широкий диапазон составляющих, которые входят в систему управления предприятием, можно выделить четыре подсистемы: методологии, структуры, процесса и техники управления [8]. Состав системы управления предприятием рассмотрен на рисунке 2.

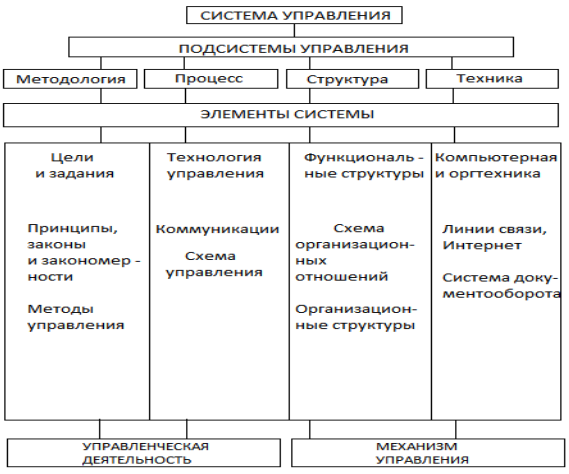


Рисунок 2 – Состав системы управления предприятием.

На сегодняшний день разделения труда на предприятии имеет две формы: горизонтальную и вертикальную. Первая форма – это разделение труда на составляющие части совокупной деятельности методом разбиения работы на отдельные задания. Итогом горизонтального разделения труда является образование подразделений предприятия, осуществляющих конкретные части единого преобразованного процесса. Так как работа на предприятии разграничена между подразделениями и отдельными исполнителями, кто-то обязан согласовывать их действия для достижения общей цели. Появляется потребность в обособлении управленческой деятельности от исполнительной. Таким образом, необходимость управления имеет прямую связь с процессами разделения труда на предприятии [9].

Систему управления можно представить как совокупность двух подсистем: управляемой и управляющей (рис. 3).

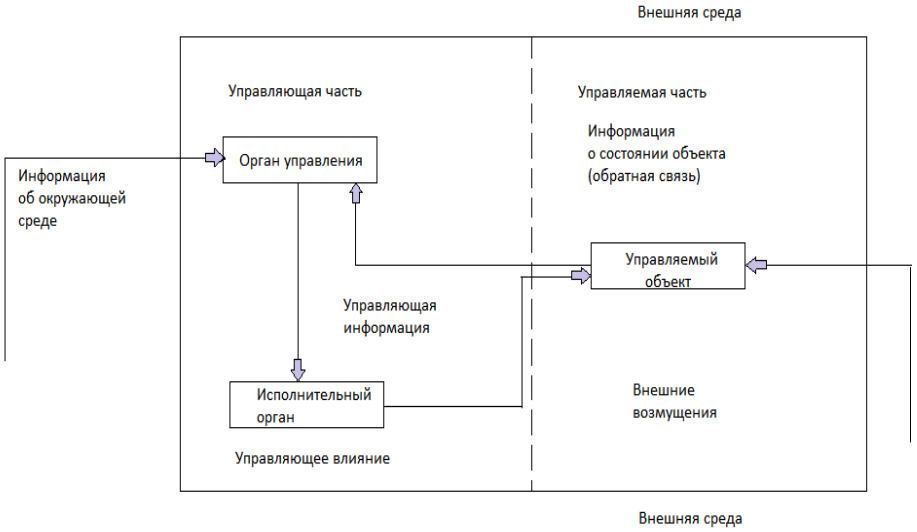


Рисунок 3 - Система управления как совокупность двух подсистем

В любом процессе управления существуют объект, которым руководят, и орган, который реализует управление [10-12]. В процессе управления этот орган получает определенную информацию о состоянии внешней среды, в которой размещается объект и с которой он связан. Управляющий орган воспринимает всю эту информацию, на основе которой принимает решение. В зависимости от принятого решения определенный исполнительный орган осуществляет управляющее влияние на объект, которым

руководит. Именно эти две составляющие (вместе с информационными связями) и образуют систему управления.

Заключение. Подводя итог, можно утверждать, что система управления представляет собой форму настоящего воплощения управленческих взаимосвязей. Она выступает в виде реально существующего объекта, посредством которого управление приобретает определенное содержание, а функция управления приобретает практическую реализацию. Таким образом, управленческая деятельность – это функционирование системы управления.

Список литературы

1. Кудрявцев Е.М. Организация, планирование и управление предприятием. М.: АСВ, 2016. 416 с.
2. Агбалян Д.М., Самарин А.В. Принципы менеджмента в компании MCDONALD'S // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 11-14.
3. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 643-647.
4. Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V. Russia's north regions as frontier territories: demographic indicators and management features // European Research Studies Journal. 2018. Т. 21. № 3. С. 705-716.
5. Самарин А.В., Камашев Н.Д. Зарубежный опыт в области менеджмента и маркетинга (на примере компании Marks & Spencer) // Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления: материалы XIV международной научно-практической конференции. 2019. С. 344-347.
6. Пожидаев И.С., Леонов П.Н., Самарин А.В., Игнатьев В.А. Американский опыт менеджмента в области кадастра // Кластерные инициативы в формировании прогрессивной структуры национальной экономики. Сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 94-96.

7. Самарина В.П. Проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий в современную российскую промышленность // Материалы XIX Отчетной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава под редакцией С.Л. Иголкина. 2016. С. 88-91.
8. Френкель А.А., Тихомиров Б.И., Сергиенко Я.В., Волкова Н.Н. Новый подход к изучению тенденций экономического развития. Экономика и предпринимательство. 2017. С. 39–46.
9. Ширяев В.И., Баев И.А., Ширяев Е.В. Управление предприятием: моделирование, анализ, управление. М.: Либроком, 2015. 272 с.
10. Самарина В.П. Черная металлургия России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2016 2016. С. 528-532.
11. Коротков Э.М. Исследование систем управления. М.:ДеКА, 2015. 183 с.
12. Деминг У.Э. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами, Альпина Паблишер, 2016. 400 с.

УДК 338.314.017

УЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАТРАТ И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ ПРИ ВЫПУСКЕ ПРОДУКЦИИ

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

Сидорова Елизавета Александровна,

Студентка СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: selizaveta@bk.ru, tel.+7-929-147-1200

В статье рассматриваются вопросы корпоративных мер по сокращению затрат в процессе производства, а также проблемы определения резервов для снижения затрат на продукт. Необходимость изучения этих проблем в рыночной экономике основана на необходимости повышения эффективности бизнеса, что позволяет поддерживать конкурентоспособность продукции предприятия и максимизировать его прибыль.

Ключевые слова: производство, затраты, выпуск продукции, учет, пути снижения себестоимости, хозяйственная деятельность предприятия.

ACCOUNTING FOR PRODUCTION COSTS AND WAYS TO REDUCE THEM IN THE PRODUCTION

Vera P. Samarina

Elizaveta A. Sidorova,

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

The article discusses corporate measures to reduce costs during production, as well as the problem of determining reserves to reduce product costs. The need to study these problems in the market economy is based on the need to improve business efficiency, which allows to maintain the competitiveness of the company's products and maximize its profits.

Key words: production, costs, production, accounting, ways to reduce costs, business activities.

Центральное место в обращении капитала занимает производственный процесс, где бухгалтерский учет контролирует затраты, рассчитывает производственные затраты и контролирует наличие и перемещение материалов в кладовых и временных хранилищах полуфабрикатов Основным документом для расчета расходов в целях выставления счетов является ПБУ 10/99 «Организационные расходы» Согласно пункту 8 ПБУ 10/99 их группировка при формировании обычных коммерческих расходов должна основываться на следующих элементах: материальные затраты; затраты на оплату труда; отчисления на социальные нужды; амортизация; прочие затраты.

Группировка затрат по элементам осуществляется компанией в целом, то есть без указания типа продукта и единицы, и поэтому является более необходимой для статистических органов, чем для самих экономических операторов для отслеживания затрат, расчета затрат и проведения более детального анализа предприятия используется группировка по статьям затрат, перечень которых устанавливается организацией в соответствии с пунктом 8 РСБУ 10/99.

Актуальность этой статьи заключается в том, что основной целью компании является максимизация прибыли при минимальных затратах. Реальные возможности для достижения этой стратегической цели в любом случае ограничены стоимостью производства и спросом на промышленные товары.

Целью статьи является разработка рекомендаций по снижению себестоимости продукции на основе изучения литературы для достижения этой цели были необходимы следующие задачи:

1. Изучить сущность и классификацию затрат, основные методы управления затратами.

2. Выявить основные резервы снижения себестоимости продукции.

По отношению к сумме производственных затрат издержки делятся на переменные и условно постоянные. Переменные затраты варьируются пропорционально изменению показателя объема производства и остаются неизменными по отношению к единице производства. Это затраты на сырье, материалы, комплектующие и полуфабрикаты, топливо и энергию на технологические цели. Условно постоянные – затраты, абсолютное значение которых незначительно изменяется с изменением объема производства. Эти расходы включают амортизацию, начисляемую на здания, сооружения, машины и оборудование, административные оклады, расходы на охрану труда, коммунальные услуги, услуги почтовой телеграфии и другие. В контексте планирования

производственных затрат мы имеем в виду расчет затрат, необходимых для производства, планируемых в соответствии с портфелем заказов по объему, ассортименту и качеству продукции в организационных, технологических, экономических и экологических условиях.

Основой расчетов затрат являются:

- планируемые объемы производства продукции;

- планы по техническому перевооружению, внедрению новых технологий, исследованиям и разработкам, совершенствованию технологии и организации производства, экономии ресурсов и улучшению трудоемкости с расчетом получаемого экономического эффекта;

- меры, разработанные в соответствии с результатами технико-экономического обоснования производства для снижения затрат;

- нормы расхода материальных ресурсов на производство, утвержденные руководством предприятия;

- нормативы стоимости рабочей силы и расчет затрат на ее оплату в соответствии с системами оплаты труда предприятия;

- экономические стандарты: освоение природных ресурсов, нормы износа основных фондов, единые взносы социального страхования и страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и т. д.

Аврашков Л. Я. , Адамчук В. В. , Антонова О. В. полагают, что, издержки производства – это денежное выражение суммарных затрат живого и общественного труда на изготовление определённого вида продукции [2]. В общем виде себестоимость производства и реализации (себестоимость продукции, работ, услуг) представляют собой стоимостную оценку применяемых в процессе изготовления продукции (работ, услуг) природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а также иных затрат на ее изготовление и реализацию [8]. В затраты производства и реализации продукции включаются издержки, связанные с: непосредственным изготовлением продукции, порождённые технологией и организацией производства; применением природного сырья; организацией и освоением производства; совершенствованием технологии и организации производства, а также повышением качества продукции, увеличением ее надежности, прочности и других эксплуатационных свойств (траты некапитального характера); новаторством и рационализацией,

осуществлением опытно-экспериментальных работ, производством и тестированием моделей и образцов, выплатой авторских поощрений и т. п.; обеспечением производственного процесса: поддержанием производства сырьем, материалами, топливом, энергией, инструментом и другими средствами и объектами труда, обеспечением основных производственных фондов в рабочем состоянии, исполнением санитарно-гигиенических требований; предоставлением нормальных условий труда и техники безопасности; управлением производством: содержанием работников аппарата.

В. Я. Горфинкель и В. А. Швандер отмечают, что издержки показывают совокупность фактических расходов на выполнение уставной деятельности в протяжение расчетного периода [3]. От совокупного объема затрат зависит базовый результирующий критерий – масса прибыли. Уменьшение расходов на производство единицы выпускаемой продукции по сравненью с идентичным показателем у соперников улучшает финансово-экономический результат, т. е., сохранив расценку на продукцию, бизнесмен имеет возможность получать с каждой единицы добавочную прибыль.

На основе проведенных исследований мы выявили основные резервы снижения себестоимости продукции, представленные на рисунке.



Рис – Резервы снижения себестоимость продукции

На основе вышеизложенного материала следует предложить следующие резервы усовершенствования реализации продукции и снижению затрат на ее производство. Решающим фактором снижения себестоимости продукции и продаж продукции является

постоянный технический прогресс. Внедрение новых технологий, полная механизация и автоматизация технологических процессов, совершенствование технологий, формирование прогрессивных видов материалов позволяют значительно снизить себестоимость продукции [1; 6; 7]. Основным потенциалом снижения себестоимости продукции является расширение специализации и сотрудничества [5]. На специализированных предприятиях массового производства себестоимость производства значительно ниже, чем на предприятиях, выпускающих одинаковую продукцию в небольших количествах. Совершенствование специализации требует установления наиболее прагматичных кооперационных связей между предприятиями [4; 9]. Снижение себестоимости продукции обеспечивается в основном за счет повышения эффективности работы. По мере повышения эффективности труда затраты на рабочую силу на единицу продукции уменьшаются, а это означает, что доля заработной платы в структуре затрат уменьшается.

Не менее важным в борьбе за снижение себестоимости продукции является внедрение строгого режима экономии во всех сферах производственно-хозяйственной деятельности компании. Поэтапная реализация в компаниях экономического режима в основном осуществляется за счет снижения стоимости материальных ресурсов на единицу продукции, снижения затрат на обеспечение производства, а также управления и нейтрализации брака и других непроизводственных расходов [8]. Затраты на материалы, как вы знаете, в большинстве секторов занимают большую часть системы издержек производства, поэтому также небольшая экономия сырья, материалов, топлива и энергии при производстве каждой единицы продукции в целом для предприятия дает отличный эффект. Компания имеет возможность влиять на количество материальных ресурсов, начиная с их поставки. Сырье включается в себестоимость его закупки с учетом транспортных расходов, поэтому оптимальный выбор поставщиков материалов влияет на себестоимость продукции. Важно обеспечить получение материалов от поставщиков, находящихся на небольшом расстоянии от компании, а также транспортировку товаров менее дорогим видом транспорта. При заключении договоров на приобретение материальных ресурсов необходимо приобретать материалы, точно соответствующие спецификациям на материалы, по их размерам и формам собственности, чтобы попытаться использовать относительно недорогие материалы, без одновременного снижения качества продукта. Важно обеспечить получение материалов от этих поставщиков, которые находятся на небольшом расстоянии от компании, а также

перевозку товаров более экономичным видом транспорта. При заключении договоров на закупку материальных ресурсов, необходимо приобретать материалы, которые точно соответствуют запланированным спецификациям на материалы по их размерам и свойствам, стараться использовать достаточно недорогие материалы, не снижая при этом качество продукта. Основным условием снижения затрат на сырье и материалы для производства единицы продукции является совершенствование конструкции изделий и совершенствование технологии производства, использование прогрессивных видов материалов, использование технически обоснованных стандартов материальной ценности. Резервы снижения себестоимости устанавливаются для каждой статьи расходов за счет определенных организационных и технических мер (внедрение нового оборудования и более передовых технологий производства, улучшение организации труда и т д), что поможет сэкономить заработную плату, сырье, материалы, энергию и др.

Список литературы

1. Агбалян Д.М., Самарин А.В. Принципы менеджмента в компании MCDONALD'S // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск, 2019. – С. 11-14.
2. Аврашков Л.Я. , Адамчук В.В., Антонова О.В. Экономика предприятия: учебник для вузов. – М.: Банки и биржи, 2018 – 742 с.
3. Горфинкель В.Я. , Швандер В.А. Экономика организаций (предприятия). – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014 – 608 с.
4. Вартанова А.А., Домаева А.А., Самарин А.В. Проблема текучести кадров в США и Канаде // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск, 2019. – С. 84-86.
5. Савин А.Г., Самарин А.В. TOYOTA COMPANY: история успеха // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск, 2019. –С. 9-11.
6. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Перспективы развития науки и высшей школы в свете последних изменений, внесенных высшей аттестационной комиссией // ЭКО. – 2007. – № 2 (392). – С. 13-27.
7. Скуфьина Т.П. Расчет трансакционных издержек потребительского рынка (по

результатам обследования потребительского рынка Мурманской области) // Проблемы прогнозирования. – 2003. – № 4. – С. 138-143.

8. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6-3. – С. 643-647.

9. Samarina V.P., Skufina T.P., Baranov S.V. Comparative estimation of power efficiency of countries and world regions // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – Т. 173. – № 11. – С. 127-136.

УДК 332.143

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

Рябчукова Ольга Юрьевна,

аспирант СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: oyryabchukova@gmail.com, tel.+7-915-030-3550

В статье рассматриваются вопросы, связанные с основным направлением интеграции производства в отрасли, рассмотрены принципы формирования интегрированных хозяйственных образований и способы их создания в черной металлургии.

Ключевые слова: интегрированные хозяйственные образования, вертикальная интеграция, экономическая устойчивость, стратегия предприятия.

INTEGRATED ECONOMIC ENTITIES IN FERROUS METALLURGY

Vera P. Samarina

Olga Y. Ryabchukova,

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

The article discusses with the issues related to the main direction of integration of production in the industry, the principles of formation of integrated economic entities and ways of their creation in the ferrous metallurgy.

Key words: integrated economic entities, vertical integration, economic sustainability, enterprise strategy.

В современных рыночных условиях для уверенного развития любой компании требуется составление грамотной стратегии на основании целей компании и специфики ее

деятельности, которую компании сами способны и должны обеспечить, включая стратегическое партнерство с другими, более крупными, для достижения общих экономических, стратегических, социальных и других целей. Одной из форм стратегического партнерства, получившая наибольшее распространение на российском рынке, является вертикальная интеграция.

Знание и понимание особенностей черной металлургии указывают на то, что основным направлением интеграции производства в этой отрасли остается вертикальная интеграция, объединяющая участников межотраслевой технологической цепи: в рамках одной корпорации последовательных, взаимосвязанных производств разных отраслей. Наиболее яркий пример этому – организация производства в рамках единого технологического процесса, сущность которого в преобразовании отношений между разрозненными предприятиями, направленном на создание единого конкурентоспособного производственно-сбытового комплекса. Общий метод его создания – введение системы централизованного управления в области рыночного позиционирования, планирования, снабжения и координации деятельности всех субъектов, входящих в структуру данного объединения наряду с чётким определением экономической, функциональной специализации предприятий. Такие монополии-компании осуществляют свою деятельность в различных отраслях промышленности, в том числе горной, металлургической и пр.

Эффективность вертикальной интеграции производства подтверждается и мировым опытом развития черной металлургии. В странах с рыночной экономикой вертикальная интеграция служит средством надежного обеспечения производства важнейшими видами сырья и материалов. Металлургические компании устанавливают контроль над предприятиями тех отраслей, затраты на продукцию которых составляют существенную часть издержек производства металлопродукции. Не менее важным стимулом интеграции является и расширение возможностей дальнейшего комбинирования на основе комплексного использования сырья и концентрации капитала с целью внедрения новых технологий диверсификации. Вертикальная интеграция является составляющей более общего процесса диверсификации – процесса расширения хозяйственной деятельности корпорации за пределами своей отрасли с целью присоединения к ней предприятий, не связанных с основной сферой деятельности корпорации, при этом охватываются не только смежные или родственные по технологии отрасли.

Интеграционный процесс затронул практически все отрасли российской

экономики: как на уровне сложившихся крупных вертикально-интегрированных структур, так и среди только пытающихся выйти на путь профессиональной широкомасштабной интеграции [3; 5].

Учитывая тенденции в развитии бизнес-процессов в направлении все возрастающего уровня интеграции можно выделить основные принципы формирования интегрированных хозяйственных образований промышленности, руководствуясь следующими базовыми принципами.

Принцип безусловного финансово-экономического подчинения заключается в праве и обязанности интегрированного хозяйственного образования определять стратегию устойчивого экономического и инвестиционного развития на основе корпоративных целей.

Принцип диверсификации капитала реализуется на основе оптимального распределения акционерного капитала между участниками посредством определенных критериев: размера прибыли, уровня рентабельности, величины производственной мощности.

Принцип окупаемости. Все компании должны приносить доход. В случае приобретения какого-либо бизнеса или создания новой компании действия должны быть экономически обоснованными.

Принцип достаточности означает, что число зависимых компаний должно быть, как минимум, достаточным для решения стратегических задач, как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде.

Общая стратегия экономической устойчивости должна быть взята за основу в процессе образования вертикально-интегрированной структуры. Такие структуры создаются для определенных целей: завоевания новых секторов рынка и минимизации затрат, а это повышает стоимость компании, ее капитализацию. Для достижения данной цели необходима эффективная работа всей системы. Менеджмент компании должен четко представлять методы управления для получения максимальной эффективности [2]. Методы образования структуры должны быть определены таким образом, чтобы был обеспечен постоянный контроль за финансовыми потоками всех бизнес-единиц, реализованы задачи эффективного управления финансами всей структуры, а появление новых структур осуществлялось практически «безболезненно», с минимальными затратами [1].

Способами создания вертикально-интегрированных структур являются: выделение,

образование на основе договора, слияние и поглощение. Рассмотрим эти способы.

Способ выделения организации являлся достаточно распространенным в нашей стране, появился в результате приватизации государственных предприятий, при этом хозяйственные комплексы преобразовывались в акционерные общества. Специфика создания представлена разукрупнением акционерных обществ и одновременно их объединением. Структура вновь создаваемых акционерных обществ и собственников уставного капитала реорганизуемого общества абсолютно одинакова.

Способ образования на основе договора с помощью выделения, например, путем распределения акций среди акционеров, является скорее вынужденной мерой. Несмотря на возможность осуществления финансово-экономического контроля за деятельностью созданных обществ со стороны акционеров, они не всегда быстро и качественно его выполняют. В связи с чем целесообразным является заключение договора о совместной деятельности с целью более эффективного управления финансами и достижения других управленческих целей.

Слияния и поглощения – один из самых распространенных путей развития, к которому прибегает большинство, даже самых успешных, компаний. Это способ поиска завоевания исключительного положения путем поглощения конкурентов и дополнительных источников расширения своей доли на рынке.

Слияние, как правило, это объединение интересов двух компаний в соответствии с решением акционеров этих компаний, при котором слившиеся компании прекращают свое автономное существование в качестве юридического лица. Результатом слияния может быть создание новой компании, которая берет под свой контроль и непосредственное управление все активы и обязательства [4; 7].

Тип слияния – присоединение – можно выделить отдельно – это вид реорганизации юридического лица, при котором одна из объединяющихся компаний выживает, а другие утрачивают свою самостоятельность и прекращают существование.

Поглощение – это приобретение одной компанией акционерного капитала другой (путем приобретения более 30% уставного капитала) в обмен на денежные средства, акции или облигации, при этом сохраняется юридическая самостоятельность компании.

Возможности развития компаний черной металлургии представляются достаточно широкими. Они могут, развивая производство и осуществляя технологическое перевооружение, увеличивать свою долю на рынке и рентабельность. Необходимость увеличения прибыльности и снижения затрат компании приводит к осознанию роли и

выбору вертикальной интеграции [6].

Современные крупные интегрированные организации постоянно диктуют вектор развития современной экономики и представляют собой основу поддержания стабильности в области производства любой развитой страны. Вертикально интегрированная компания – это довольно популярный вариант ведения бизнеса, и в российской экономике различные интеграционные процессы становятся все более и более значимыми. Одной из наиболее важных причин становления таких структур в действующем секторе отечественной экономики можно назвать то, что для ведения экономической деятельности были созданы благоприятные условия, появилась возможность усиливать свои конкурентные позиции и осуществлять контроль над рыночной обстановкой.

Список литературы

1. Горбунов А.Р. Управление финансовыми потоками. Проект «сборка холдинга». 5-е изд. – М.: Глобус, 2004. – 240 с.
2. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент/ 2-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 816 с.
3. Молотников А. Слияния и поглощения. Российский опыт. – М: Вершина, 2006 – 344 с.
4. Рид С.Ф., Лажу А.Р. Искусство слияний и поглощений. Пер. с англ. – 4-е изд. – М.: Альпина Паблишерз, 2014. – 844 с.
5. Самарина В.П. Управление экономическими системами в условиях изменяющейся внешней среды / В.П. Самарина, Е.В. Субботина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № 11. – С. 135-142.
6. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6-3. – С. 643-647.
7. Samarina V.P. Some problems of anti-recessionary public management in Russia at present / V.P. Samarina, T.P. Skufina, S.V. Baranov, A.V. Samarin // International Review of Management and Marketing. – 2016. – Т. 6. – № 6. – С. 38-44.

УДК 338.001.36

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

В статье рассматриваются современные экономические проблемы черной металлургии. Показана связь предприятий черной металлургии с экономическими кризисами. Сделан вывод о том, что сформировавшиеся проблемы черной металлургии требуют системного и сбалансированного комплекса решений.

Ключевые слова: черная металлургия, предприятие, экономические проблемы, производство металлопродукции, железная руда.

ECONOMIC PROBLEMS BLACK METALLURGY IN THE WORLD

Vera P. Samarina

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

The article discusses the current economic problems of the steel industry. The connection of steel companies with economic crises is shown. It is concluded that the emerging problems of the steel industry require a systematic and balanced set of solutions.

Key words: steel, enterprise, economic problems, steel production, iron ore.

Добыча железной руды и производство металлопродукции является одним из старейших видов промышленного производства в России и за рубежом. Черная металлургия является базовой предпосылкой социально-экономического развития многих старопромышленных регионов России. Производственные функции предприятий черной металлургии среди других формируют валовой региональный продукт (ВРП) и валовой внутренний продукт (ВВП) [1; 15; 16]. Однако технологические и организационные особенности добычи железной руды и производства черных металлов породили ряд системных экономических проблем развития.

Черная металлургия в силу особенностей производственных процессов весьма материало- и энергоемкая [8; 9]. Это обстоятельство исторически предопределило размещение предприятий черной металлургии в непосредственной близости от источников сырья (месторождений железных руд) и топлива (залежей угля). На этой природной базе сформировались обширные металлургические районы, объединяющие железорудные и угольные бассейны. Таким образом сформировались кластеры черной металлургии в России (на Урале, в Донецко-Приднепровском районе и др.), во Франции (в Лотарингии и восточной части Центрального массива), в Великобритании (на территориях Средней Шотландии, Северо-Восточной и Северо-Западной Англии, в Йоркшире, Мидленде), в Испании (на севере Астурии) в Германии (в Сааре и Руре), в США (в Западной Пенсильвании) и в других странах [4].

Предприятия черной металлургии имеют во многом сходные экономические проблемы. Основные среди них:

- сильнейшая зависимость от спроса и уровня цен на мировом рынке;

- высокая степень износа основных средств, вызванная, во-первых, технологическими особенностям производства, а во-вторых – многолетним использованием оборудования и зданий, многие из которых были созданы еще в советский период;

- ограниченный спрос, сложившийся под воздействием системы территориального разделения труда и низкой степени передела металлопродукции;

- проблема занятости населения моногородов и монорегионов, сформировавшаяся из-за прямой зависимости развития рынка труда и благосостояния региона от положения дел в черной металлургии.

Черная металлургия всегда очень остро реагировала на экономические кризисы. Кризис финансовых рынков порождает кризис в промышленности и строительстве. В результате спрос на продукцию черной металлургии резко сокращается. Металлопроизводители вынуждены активизировать антикризисные программы. Горнодобывающие предприятия вынуждены регулировать объем добычи железной руды путем частичной остановки оборудования или путем значительного сокращения производительности. В тот же время, выход экономики страны из кризиса и стабилизация в промышленности всегда сопровождается ростом спроса на продукцию предприятий черной металлургии. Соответственно, растет спрос на железную руду. Поэтому многие российские и зарубежные экономисты обращались к анализу ситуации в черной

металлургии как к индикатору кризиса в стране. Оценка объемов производства железной руды, анализ основных внутренних и внешних рынков сбыта, прогноз развития горнодобывающих и других металлургических предприятий дают развернутую картину экономической ситуации, в которой находится государство [2; 3; 10].

В настоящее время нарастают процессы глобализации и углубления интеграции стран, добывающих железную руду, в систему мировых хозяйственных связей. Усиливается роль Всемирной торговой организации как регулятора торговых отношений между производителями и потребителями продукции на международном рынке, в том числе – железной руды [5; 6; 11; 12].

С одной стороны, ожидание нового экономического кризиса и санкции против России затрудняют хозяйственно-экономическую деятельность отечественных предприятий черной металлургии, снижается инвестиционная привлекательность российских предприятий для иностранных инвесторов. С другой – ослабление рубля приводит к снижению себестоимости производства металлопродукции в валютном эквиваленте. Это в свою очередь позволяет поставщикам проводить лояльную ценовую политику, получая, таким образом, конкурентные преимущества при экспортных поставках. В результате девальвация национальной валюты приводит к росту экспорта металлопродукции. Экспорту продукции предприятий черной металлургии в ряде случаев способствует и совместное решение партнеров работать с национальной валютой потребителей, отказавшись от расчетов в евро и в долларах.

Большинство регионов России, где развита черная металлургия, имеют узкую специализацию [1; 8]. В этом заключается основная проблема инерционности их развития. При условии получения высоких доходов от продажи железной руды и металлопродукции у предприятий нет необходимости развивать новые направления и диверсифицировать производство. В управлении регионами лоббируются интересы крупных горно-металлургических корпораций. Население сильно зависит от деятельности предприятий черной металлургии, которые не только обеспечивают занятость, но и создают и поддерживают социальную инфраструктуру. Особо отметим существенное влияние предприятий черной металлургии на окружающую природную среду, что негативно влияет на качество жизни населения [7; 13; 14].

В заключении отметим, что экономический рост по-прежнему остается важнейшим критерием развития черной металлургии. Сформировавшиеся системные проблемы требуют столь же системного и сбалансированного комплекса решений, учитывающих

интересы населения, бизнеса и государства. Спрос на железную руду и металлопродукцию российского производства довольно высок. Пока экономическую нишу на мировом рынке в подавляющем большинстве не заняли конкуренты, российским производителям необходимо максимально быстро решать сложившиеся системные проблемы. Только при комплексном, всестороннем подходе к повышению эффективности российские производители металлопродукции реализуют возможность восстановить свои позиции на мировом рынке и составить серьезную конкуренцию другим странам.

Список литературы

1. Баранов С.В., Самарина В.П., Шаталова Т.А. Территориальная политика Российской Федерации и неравномерность пространственного развития // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. С. 280.
2. Вартанова А.А., Домаева А.А., Самарин А.В. Проблема текучести кадров в США и Канаде // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск, 2019. – С. 84-86.
3. Роменец В.А., Ильичев И.П. Мировой финансовый кризис и черная металлургия России. – Экономика в промышленности, 2009. – № 1. – С. 8а-13.
4. Самарина В.П. Внешнеэкономическая деятельность России на рынке черных металлов // Экономика в промышленности. – 2012. – № 2. – С. 9-13.
5. Самарина, В.П. «Плюсы» и «минусы» вступления России во Всемирную торговую организацию для черной металлургии / В.П. Самарина // Экономика в промышленности. –2012. – № 2. – С. 23–26.
6. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Перспективы развития науки и высшей школы в свете последних изменений, внесенных Высшей аттестационной комиссией // ЭКО. – 2007.– № 2. – С. 13-27.
7. Самарина В.П., Скуфьина Т.П. «Зеленая экономика» горнодобывающих регионов России: факты и тенденции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 7. С. 267-272.
8. Самарина В.П. Черная металлургия России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2016. 2016. С. 528-532..

9. Самарина В.П. Эффект декаплинга в экономическом развитии Мурманской области // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2014. – Т. 2. – № 39. – С. 24-30.

10. Скуфьина Т.П. Региональное развитие России в контексте макроэкономических движений. Апатиты, 2016.

11. Харсте К., Люнген Х.Б. (2011) Черная металлургия в экстремальной экономической ситуации. – Черные металлы, 2011. – № 1. – С. 70-77.

12. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6-3. – С. 643-647.

13. Samarina V.P. Assessment of the Impact of Economic Activity on the Degree of Overland Flow Contamination in the Zone of the Kursk-Belgorod Magnetic Anomaly: Case Study of the Oskol River. Water Resources. 2007. Т. 34. № 5, 549-553.

14. Samarina V.P. Effect of Engineering-Industrial Activities in the Region of the Kursk Magnetic Anomaly on the Ecological State of the River Waters. Geochemistry International, 2008, 46 (9), 928-934.

15. Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V. Russia's north regions as frontier territories: demographic indicators and management features. European Research Studies Journal, 2018. Т. 21, № 3, 705-716.

16. Skufyina T.P. Socio-economic differentiation of space: inconsistencies between the theory and regulation practice. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2013. № 6 (30), 52-58.

УДК: 338.242.2

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

Бирюков Илья Петрович

Студент СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: biryukov.001@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы влияния инновационной деятельности на развитие предприятий. Рассматриваются различные факторы влияния. Выявляются показатели инновационного потенциала. Выделяются три фазы жизненного цикла инноваций.

Ключевые слова: предприятие, инновация, жизненный цикл инновации, факторы развития.

THE IMPACT OF INNOVATION ON THE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES

Vera P. Samarina

Ilya P. Biryukov

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

The article discusses the impact of innovation on the development of enterprises. Various influences are considered. Innovative capacity indicators are identified. Three phases of the innovation lifecycle stand out..

Key words: enterprise, innovation, life cycle of innovation, development factors.

В основе инновационной деятельности предприятия лежит инновационная политика. Инновационная политика, в свою очередь, вытекает из стратегии развития

предприятия. Под инновационной политикой понимают общие принципы и набор технологических, управленческих и экономических мероприятий, которые обеспечивают жизненный цикл инновации, необходимый для достижения стратегических целей предприятия [2; 8; 10].

На развитие инновационной деятельности влияют следующие факторы:

1. Научно-технический прогресс.
2. Создание организаций, которые будут обеспечивать постоянный приток инноваций – продуктов интеллектуального творчества.
3. Поддержана за счет государства.
4. Предпринимательская среда, которая формирует потребность в инновациях и способна принять их в условиях конкуренции [3; 4; 6; 11].

На рисунке 1 представлены составляющие инновационной деятельности на предприятии.



Рисунок 1 – Составляющие инновационной деятельности на предприятии

Все инновации начинаются с зарождения идеи и проходят несколько стадий существования, что в совокупности определяет его жизненный цикл [5; 7]. На рисунке 2 представлены этапы жизненного цикла инноваций.

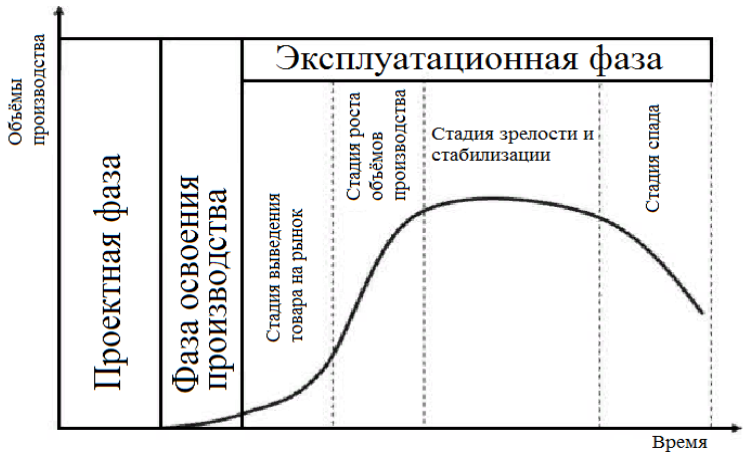


Рисунок 2 – Жизненный цикл инноваций

Как видно, жизненный цикл инноваций делят на три фазы:

1) проектная – включает прикладные научные исследования, поисковые, фундаментальные, а также опытно-конструкторские работы;
2) освоение производства – период выпуска экспериментальных партий товара, улучшения технологии и производственного процесса; сопровождается большими издержками производства;
3) эксплуатационная – период рыночной жизни инновации; здесь очень важна маркетинговая деятельность, выводящая продукцию на рынок.

В свою очередь, эксплуатационный период принято делить на четыре стадии, представленные на рисунке 3.



Рисунок 3 – Стадии эксплуатационного периода

Большое значение при развитии инновационной деятельности на предприятии

имеет инновационный потенциал [1; 9; 12]. Оценку инновационного потенциала предприятие проводит на основе следующих показателей, представленных в таблице.

Таблица – Показатели, характеризующие инновационный потенциал

Показатели	Характеристика
Научно-технические	Результаты прикладных и фундаментальных исследований, изобретений, количество открытий
Материально-технические	Степень технической оснащенности экспериментального оборудования, необходимого для создания инноваций
Информационные	Объем информационных потоков, которые обслуживают инновации в форме различных регламентов и т.д.
Кадровые	Работники с учеными степенями и званиями; доля работников, занятых инновационной деятельностью
Организационно-управленческие	Число управляемых информационных потоков и инновационных проектов, ступеней управления инновациями
Инновационные	Интеллектуальный продукт – лицензии, патенты; наукоемкость внедренной продукции, уровень новизны технологий, продукции
Рыночные	Уровень конкурентоспособности внедренной продукции, спрос на нее, число заказов на проведение каких-либо работ
Экономические	Расходы на научные исследования, стоимость нового продукта, экономическая эффективность инноваций
Финансовые	Объем инвестиций в исследования и разработки, нематериальные активы; источники финансирования инноваций

Таким образом, можно сделать вывод о том, что инновационная деятельность занимает важное место в жизни производства и имеет прямое отношение к происходящим изменениям в промышленности, экономике, в поведении производителей, покупателей и работников. Инновация - это разработка и производство новых или улучшенных

продуктов, процессов и технологий, необходимых для увеличения эффективности развития и производства. Поэтому инновационная деятельность должна всегда ориентироваться на рынок и его потребности.

Список литературы

1. Агбалян Д.М. Принципы менеджмента в компании MCDONALD'S / Д.М. Агбалян, А.В.Самарин // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск, 2019. – С. 11-14.
2. Большаков А.С. Современный менеджмент: Теория и практика / А.С. Большаков, В.И. Михайлов. – СПб.: Питер, 2012.
3. Вартанова А.А., Домаева А.А., Самарин А.В. Проблема текучести кадров в США и Канаде // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск, 2019. – С. 84-86.
4. Жильников М.В. Аутсорсинг в России и за рубежом / М.В. Жильников, А.В. Самарин // Будущее науки - 2019: сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции. – Курск, 2019. – С. 302-305.
5. Инновационный менеджмент / под ред. О.М. Хотяшева. – СПб.: Питер, 2012.
6. Мухамедьяров А.М. Инновационный менеджмент / А.М. Мухамедьяров. – М.: ИНФРА-М, 2012.
7. Рассолов В.М. Формирование инвестиционного климата крупного металлургического предприятия В.М. Рассолов, В.П. Самарина // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. – 2014. – С. 165-169.
8. Самарина В.П. Влияние факторов внешней среды на результативность инновационной деятельности российских предприятий / В.П. Самарина // Инновационные подходы к решению социально-экономических, правовых и педагогических проблем в условиях развития современного общества: материалы I международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 82-86.
9. Самарина В.П. Рискни с идеей! Особенности развития венчурного

предпринимательства в России / В.П. Самарина // Российское предпринимательство. – 2008. – № 1. – С. 9-13.

10. Черникова, А.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке / А.А. Черникова, В.П. Самарина, Н.А. Полева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6-3. – С. 643-647.

11. Samarina V. Some system problems of Russian mining enterprises of ferrous metallurgy / V. Samarina, T. Skufina, A. Samarin, S. Baranov // International Review of Management and Marketing. – 2016. – Т. 6. – № S1. – С. 90-94.

12. Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V. Russia's North regions as frontier territories: demographic indicators and management features // European Research Studies Journal. 2018. Т. 21. № 3. С. 705-716

УДК: 338.242.2

ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

Кладовщикова Полина Сергеевна

Студент СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: polya.kladovshikova@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы сокращения длительности производственного процесса на предприятии. Рассматриваются основные методы сокращения длительности производственного процесса и их взаимосвязь с повышением выпуска готовой продукции и прибыли предприятия.

Ключевые слова: предприятие, производственные процессы, организация производства, время, длительность производственного цикла

WAYS TO REDUCE THE DURATION OF THE PRODUCTION PROCESS AT THE ENTERPRISE

Vera Samarina

Polina Kladovshikova

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

The article deals with the issues of reducing the duration of the production process at the enterprise. The main methods of reducing the duration of the production process and their relationship with the increase in the output of finished products and profits of the enterprise are considered.

Keywords: enterprise, production processes, organization of production, time, duration of the production cycle

Введение. Организация производственного процесса на предприятии сочетает в себе взаимосвязь основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, происходящих от «входа» в систему до ее «выхода» в виде готовой продукции. Основоположником организации производства как науки является Фредерик Тейлор, осуществивший организацию элементов производства внутри предприятия. Одной из характеристик эффективности производственного процесса является его длительность. Последователь Ф.Тейлора, Генри Форд, ставил одной из главных задач сокращение деятельности производственного цикла, что приводило к увеличению выпуска готовой продукции, и как следствие, увеличению прибыли.

Актуальность представленной темы состоит в том, что в настоящее время вопрос сокращения длительности производственного цикла затрагивает множество предприятий, так как в условиях рыночной экономики производство, как и товар, должны быть конкурентоспособны.

Грамотная и четкая организация труда оказывает влияние не только на получение прибыли, но и на эффективность производственного процесса, работы предприятия, которая также является немаловажным фактором в производственном процессе.

Целью работы является рассмотрение путей сокращения деятельности производственного цикла.

Результаты и их обсуждение. Для определения методов сокращения длительности производственного цикла, следует рассмотреть его понятие.

Производственный цикл — это определенный период времени от момента начала производства до выхода готовой продукции, приемки и сдачи ее на склад, измеряемый в днях/ часах Производственный цикл можно разделить на две стадии: время протекания производственных процессов и время перерывов. Состав производственного цикла представлен на рис. 1.

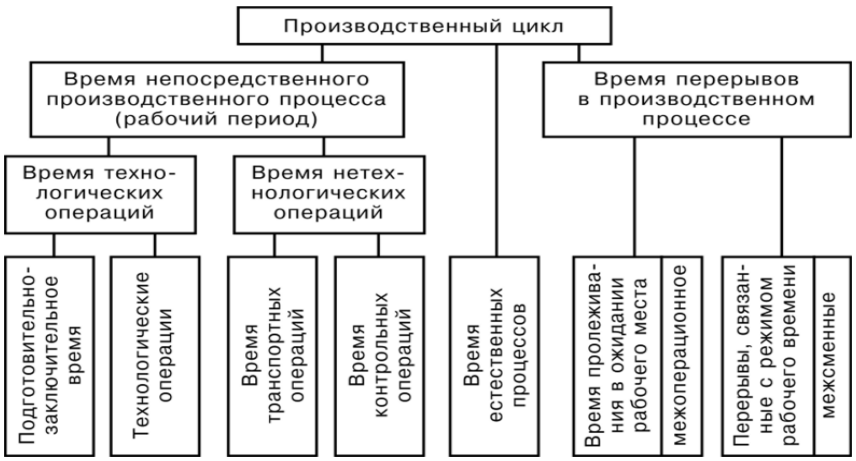


Рисунок 1 – Состав производственного цикла

Существует несколько путей сокращения длительности производственного процесса:

1) Уменьшение трудоемкости основных технологических операций. Данный метод подразумевает в себе улучшение технических характеристик используемого в производстве оборудования, замену конструкций уже используемых машин, замену инструмента на более совершенный. На данном этапе научно-технического прогресса, ручная часть некоторой работы в производственном цикле заменяется инновационными автоматическими машинами, позволяющими за доли секунды делать работу, на которую у человека было бы затрачено большее время.

2) Совершенствование логистики предприятия. Совмещение процессов упаковки и сборки готовой продукции, правильное ее размещение в складе, распределение потоков отгрузки и транспортировки товара с помощью автоматических сборочных линий и крупногабаритного транспорта также может сократить производственный цикл, так как логистика является неотъемлемой частью любого производства.

3) Увеличение количества параллельно выполняемой работы. Так как многие процессы на предприятии выполняются последовательно друг за другом, то это замедляет все производство из-за появления простоев оборудования. Увеличение параллельности выполняемой работы сократит простои и позволит избежать узких мест в производственном цикле.

4) Сокращение времени перерывов. Большое количество перерывов случается из-за аварий на производстве, когда оборудование выходит из строя. Правильное

построение графика планово-ремонтных работ позволит избежать чрезвычайных ситуаций. Также, своевременное высвобождение техники и закупка более технологичного оборудование не только позволить сократить длительность производственного цикла, но и улучшить качество выпускаемой продукции.

5) Рациональная планировка рабочих мест. Основные требования к планировке рабочих мест:

• рабочее место не должно быть тесным;

• достаточное количество свободного места для доступа к деталям оборудования во время ремонта и чрезвычайных ситуаций;

• правильное расположение мебели и оборудования в отведенной площади;

• планировка рабочего места должна учитывать технологические маршруты, маршруты работы, возможность применения наиболее целесообразных в данных условиях транспортных средств.

Рабочее место предполагает внутреннюю и внешнюю планировку. Внешняя планировка подразумевает в себе рабочее место относительно остальных элементов цеха: стен, колонн, других рабочих мест, производственных линий и т.д.

Требованиям к расстановке предметов на рабочем месте являются:

5.1) минимальные передвижения рабочих от одного рабочего места к другому в течении рабочего времени;

5.2) удобство расположения мебели, оборудования и инструмента и экономия использования производственной площади.

Стоит заметить, что сокращение длительности производственного процесса зависит не только от оборудования, но и от рабочих. Мотивация к работе является еще одним методом сокращения длительности производственного процесса. Чем больше сотрудник хочет работать, тем быстрее и качественнее он выполняет свою работу. Данное теорией занимались многие ученные Ф. Герцберг, А. Маслоу, В.Врум. Именно тогда была проведена процедура хронометража рабочего времени, которая помогла выявить факторы, замедляющие производственный процесс. Время не стоит на месте, каждый раз появляются новые теории сокращения длительности производственного цикла. Особенно в век автоматизации и информационных технологий, но кроме оборудования в производственном цикле значимое место занимает и человеческий фактор.

Заключение. Мероприятия в области уменьшения продолжительности производственного цикла приносят комплексный финансовый результат. Они формируют

предпосылки усовершенствования производственных мощностей, сокращение удельного веса накладных затрат в себестоимости товара. Таким образом, снижение продолжительности всех составляющих производственного цикла является значимым условием усовершенствования множества технико-экономических характеристик работы предприятия.

Список литературы

13. Тейлор Ф.У. Принципы научного менеджмента [Электронный ресурс] // URL: http://elib.spbstu.ru/dl/quality/management/prnauchnmen/prnauchnmen.html (Дата обращения 17.11.2019)

14. Агафонова М. С., Турищева Е. С. Механизм устойчивого развития экономики предприятия и его стабилизация // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 2. – С. 421–425. – URL: http://e-koncept.ru/2016/46099.htm.

15. Азгальдов Г. Г., Костин А. В. Интеллектуальная собственность, инновации и квалиметрия. Экономические стратегии, 2008. № 2(60)

16. Самарина В.П. Рискни с идеей! Особенности развития венчурного предпринимательства в России // Российское предпринимательство. 2008. № 1. С. 9-13.

17. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 643-647.

18. Скуфьина Т.П. Проблема асимметричности экономического развития пространства в современных исследованиях // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-3. С. 650-652.

19. Skufyina T.P. Socio-economic differentiation of space: inconsistencies between the theory and regulation practice. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2013. № 6 (30). С. 52-58.

20. Самарина В.П. Эффект декаплинга в экономическом развитии Мурманской области // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2014. № 2 (39). С. 24-30.

21. Samarina V.P. Assessment of the impact of economic activity on the degree of overland flow contamination in the zone of the Kursk-Belgorod magnetic anomaly: Case study of the Oskol river // Water Resources. 2007. Т. 34. № 5. С. 549-553.

22. Самарина В.П., Скуфьина Т.П. "Зеленая экономика" горнодобывающих регионов России: факты и тенденции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 7. С. 267-272.

23. Вартанова А.А., Домаева А.А., Самарин А.В. Проблема текучести кадров в США и Канаде // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 84-86.

24. Жильников М.В., Самарин А.В. Аутсорсинг в России и за рубежом // Будущее науки - 2019: сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2019. С. 299-302.

25. Самарин А.В., Камашев Н.Д. Зарубежный опыт в области менеджмента и маркетинга (на примере компании MARKS & SPENCER) // Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления: материалы XIV международной научно-практической конференции. 2019. С. 344-347.

УДК: 338.242.2

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

Шульженок Ксения Викторовна

Студент СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: shulzhenok98@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы совершенствования производственного процесса на предприятии. Рассматриваются основные методы организации производственного процесса, к которым авторы относят целую группу организационно-технических приемов и способов взаимосвязи факторов производства в пространстве и времени.

Ключевые слова: предприятие, производственные процессы, организация производства.

THE WAY OF THE PRODUCTION PROCESS ON THE ENTERPRISE

Vera Samarina

Ksenia Shuljenok

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

The article discusses the improvement of the production process in the enterprise. The main methods of organizing the production process are considered, to which the authors refer to a whole group of organizational and technical techniques and ways of interconnection of factors of production in space and time.

Key words: enterprise, manufacturing processes, manufacturing organization.

Введение. Всем известно, что основной целью любого предприятия является увеличение прибыли и рост эффективности производства. Существует множество мнений касательно целей производства, однако на наш взгляд наиболее точным является определение, сформированное Фредериком Тейлором. В своей работе «Принципы научного менеджмента» он отмечает, что «Главнейшей задачей управления предприятием должно быть обеспечение максимальной прибыли для предпринимателя, в соединении с максимальным благосостоянием для каждого занятого в предприятии работника» [1]. Основополагающим фактором, влияющим на ход производственного процесса и, как следствие, уровня его благосостояния, является повышение эффективности его организации.

Актуальность данной статьи заключается в том, что несмотря на ход времени, предприятия нуждаются в поиске путей совершенствования производственного процесса. Грамотная и четкая организация труда оказывает влияние не только на получение прибыли, но и на скорость работы предприятия, которая также является немаловажным фактором в производственном процессе. На сегодняшний день перечисленные критерии являются достаточно важными, так как сложившаяся кризисная ситуация сказывается на работе большинства российских предприятий.

Целью работы является рассмотрение нескольких методов повышения эффективности производственного процесса.

Результаты и их обсуждение. Для того чтобы наиболее правильно подойти к поиску путей улучшений производственного процесса, рассмотрим его понятие. Производственный процесс – это совокупность всех этапов работы численного состава предприятия и орудий труда, которыми оно располагает. К основным методам организации производственного процесса относят целую группу организационно-технических приемов, а также способов взаимосвязи факторов производства в пространстве и времени. [2]

Существует несколько методов совершенствования процессов производства. Одним из них является полная автоматизация и механизация. Под этим можно понимать замену ручного труда машинами и механизмами, установка автоматических станков и так далее. Комплексная механизация представляет собой способ выполнения совокупности работ, которые входят в производственный цикл.

Следующим методом является эффективное использование основных фондов. Для того, чтобы повысить вероятность положительного исхода для данного метода, следует соблюдать следующие меры. Они представлены на рисунке 1.



Рисунок 1- Меры по эффективному использованию основных фондов

Перейдем к рассмотрению еще одного метода – подбор грамотного персонала. В основном, самые строгие требования предъявляются к управляющему персоналу, так как на них возложена самая большая ответственность. К этому типу персонала относят следующих специалистов: менеджеры, руководители, директора, заведующие. Именно эта категория персонала выполняет следующие функции. Они представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Функции управленческого персонала

К обязанностям управленцев относится не только знание этих функция, но и их обязательное выполнение и соблюдение. Сотрудники, выполняющие все условия, служат для предприятия прочным фундаментом, именно они закладывают основу и направляют работу в нужную сторону, а также мотивируют сотрудников и контролируют качество производимых работ.

Еще одним способом совершенствования производства является внедрение инноваций, под которыми понимается непрерывное совершенствование производства. Рассмотрим подробнее понятие «инновации». На самом деле существует достаточно много определений, на наиболее конкретно оно было сформулировано Г. Г. Азгальдовым и А. В. Костиным, которые относят к инновациям «не всякое нововведение, а только такое, которое серьезно повышает эффективность действующей системы» [3].

Инновации на предприятии представляют собой способ проявления научно-технического прогресса на микроуровне [4; 5]. Они позволяют обновлять номенклатуру производимой продукции, повышать ее качество для удовлетворения потребностей потребителя и максимизируют прибыль организации. Инновации могут происходить сразу в нескольких сферах: технической, трудовой, управленческой [6; 7].

Рассматривая инновации как технический аспект, можно отметить, что они относятся не только к замене ручного руда машинным, но и подразумевают под собой замену всего оборудования и техники на более новую. Это необходимо делать на каждом предприятии, так как оборудование подвержено как физическому, так и моральному износу. Время неумолимо бежит вперед и новинки в сфере технологий развиваются также быстро. Именно поэтому необходимо обновлять имеющуюся технику, так как то, что было новым пару лет назад, уже не будет таким же на сегодняшний день. Благодаря закупке нового оборудования, становится возможным повысить производительность труда, тем самым помогая предприятию максимизировать прибыль. Поэтому такой способ повышения эффективности производительности труда является допустимым.

Также следует отметить экологический аспект совершенствования производственного процесса на предприятии. Более новое оборудование и инновационные технологии повышают экологизацию производства и способствуют снижению нагрузки на окружающую природную среду [8; 9; 10].

Стоит заметить, что инновации заключаются не только в закупке нового оборудования. Также они относятся и к сотрудникам предприятия. Каким образом это отражается на сотрудниках? Несмотря на том, что все привыкли слышать об инновациях в технической сфере, это не означает, что на этом все заканчивается [11; 12; 13]. Каждый год появляются новые программы и схемы подсчета, происходят принятия новых положений и меняются критерия для трудоустройства. Появляется необходимость проходить курсы повышения квалификации для получения новых знаний.

Заключение. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что совершенствование производственного процесса на предприятии необходимо для максимизации прибыли, к чему и стремится каждая фирма. Выяснили основные способы совершенствования – механизация и автоматизация, эффективное использование основных фондов, набор грамотного персонала и внедрение инноваций.

Список литературы

26. Тейлор Ф.У. Принципы научного менеджмента [Электронный ресурс] // URL: http://elib.spbstu.ru/dl/quality/management/prnauchnmen/prnauchnmen.html (Дата обращения 17.11.2019)

27. Агафонова М. С., Турищева Е. С. Механизм устойчивого развития экономики предприятия и его стабилизация // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 2. – С. 421–425. – URL: http://e-koncept.ru/2016/46099.htm.

28. Азгальдов Г. Г., Костин А. В. Интеллектуальная собственность, инновации и квалиметрия. Экономические стратегии, 2008. № 2(60)

29. Самарина В.П. Рискни с идеей! Особенности развития венчурного предпринимательства в России // Российское предпринимательство. 2008. № 1. С. 9-13.

30. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 643-647.

31. Скуфьина Т.П. Проблема асимметричности экономического развития пространства в современных исследованиях // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-3. С. 650-652.

32. Skufyina T.P. Socio-economic differentiation of space: inconsistencies between the theory and regulation practice. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2013. № 6 (30). С. 52-58.

33. Самарина В.П. Эффект декаплинга в экономическом развитии Мурманской области // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2014. № 2 (39). С. 24-30.

34. Samarina V.P. Assessment of the impact of economic activity on the degree of overland flow contamination in the zone of the Kursk-Belgorod magnetic anomaly: Case study of the Oskol river // Water Resources. 2007. Т. 34. № 5. С. 549-553.

35. Самарина В.П., Скуфьина Т.П. "Зеленая экономика" горнодобывающих регионов России: факты и тенденции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 7. С. 267-272.

36. Вартанова А.А., Домаева А.А., Самарин А.В. Проблема текучести кадров в США и Канаде // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 84-86.

37. Жильников М.В., Самарин А.В. Аутсорсинг в России и за рубежом // Будущее науки - 2019: сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2019. С. 299-302.

38. Самарин А.В., Камашев Н.Д. Зарубежный опыт в области менеджмента и маркетинга (на примере компании MARKS & SPENCER) // Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления: материалы XIV международной научно-практической конференции. 2019. С. 344-347.

УДК: 331

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

Керимли Газанфар Рамиз оглы

Студент СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: jazzik99@bk.ru

В статье рассматриваются вопросы классификации производственных процессов на предприятии. Рассматриваются основные понятия производственных процессов и их классификации.

Ключевые слова: производственный процесс, организация производства, организация производственного процесса, операция, классификация.

CLASSIFICATION OF PRODUCTION PROCESSES

Vera Samarina

Gazanfar Kerimli

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

The article deals with the classification of production processes in the enterprise. The basic concepts of production processes and their classification are considered.

Keywords: production process, production organization, production process organization, operation, classification.

Введение. Различные отрасли промышленного производства, как и предприятия одной отраслевой принадлежности, значительно отличаются друг от друга по характеру

создаваемой продукции, используемых средств производства и применяемых технологических процессов.

Эти различия порождают исключительное многообразие производственных процессов, протекающих на предприятиях. Важнейшими факторами, определяющими специфику производственных процессов в промышленном производстве, являются: состав готового продукта, характер воздействия на предметы труда (технологический процесс), степень непрерывности процесса, значение различных видов процессов в организации производства продукции, тип производства.

Актуальность представленной темы состоит в том, что в настоящее время вопрос классификаций производственного процесса затрагивает множество предприятий, так как в условиях рыночной экономики производство, как и товар, должны быть конкурентоспособны.

Готовый продукт влияет на производственный процесс своей конструкцией (сложностью и размерами форм), а также требуемой точностью составных частей, физическими и химическими свойствами [1, 2].

Целью работы является рассмотрение классификации производственного процесса.

Результаты и их обсуждение. Производственным процессом называют упорядоченный в пространстве и времени комплекс трудовых операций и природных явлений, приводящий к преобразованию сырья в продукцию с заданными параметрами [3].

Для обеспечения наибольшей эффективности производства необходима рациональная его организация, которая основана на ряде принципов:

1) специализация, характеризующаяся ограничением номенклатуры и массовостью изготовления одноименной продукции;

2) непрерывность, предполагающая увеличение времени нахождения предмета труда в обработке, уменьшение времени его нахождения без движения в ожидании возобновления процесса изготовления, сокращение перерывов в использовании живого труда и средств труда;

3) пропорциональность, требующая относительно равного выпуска продукции или объема выполняемых работ за определенный период времени всеми взаимосвязанными подразделениями предприятия, группами оборудования, рабочими местами и т.п.;

4) параллельность, включающая одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса, концентрацию технологических операций на рабочем месте и совмещение во времени выполнения основных и вспомогательных операций;

5) прямоточность, обеспечивающая кратчайшее расстояние движения предметов труда в процессе производства;

6) ритмичность, предполагающая регулярное повторение процессам производства через равные промежутки времени;

7) гибкость – возможность быстрой перестройки на выпуск новой продукции [4].

Организация производства – система мер, направленных на рационализацию в пространстве и времени вещественных элементов и людей, занятых в процессе производства [5].

Организация производственного процесса – это методы подбора и сочетания его элементов в пространстве и времени в целях достижения эффективного конечного результата [6].

Операция – часть процесса производства, выполняемая на одном рабочем месте и состоящая из ряда действий над одним объектом производства (деталью, узлом, изделием) одним или несколькими рабочими.

Один из главных классификаторов производственных процессов – функции, в соответствии с которыми их подразделяют на четыре типа:

1) Основные служат для преобразования формы либо состояния исходного материала. Их совокупность формирует основное производство.

2) Вспомогательные используют для получения продукции, применяемой на предприятии для снабжения процессов предыдущего типа и создания условий для этого. Сюда относят контроль и обслуживание оборудования, снабжение энергией основных процессов. К тому же в некоторых случаях изготавливают детали и инструменты. Совокупность данного типа процессов образует вспомогательное производство.

3) Обслуживающие обеспечивают предыдущие виды процессов ресурсами, средствами труда и энергией. Сюда же относят обеспечение сотрудников. Обслуживающее производство, объединяющее совокупность данных процессов, называют хозяйством.

4) Управленческие подразумевают формирование и применение решений, производственное регулирование, контроль осуществления программы, анализ выполненной работы [7].

Производственные процессы подразумевают целенаправленное влияние на предмет труда. По характеру и содержанию данного воздействия их подразделяют на две группы:

1. При технологических сырье подвергается влиянию труда, претерпевая изменения.

2. При естественных преобразуется под воздействием природных факторов его физическое состояние. Это происходит в трудовых перерывах.

Следует отметить, что доля природных явлений существенно сокращается ввиду того, что их последовательно переводят в технологические для интенсификации производства [8].

К данной классификации очень близка другая, основанная на источниках энергии производственных процессов, включающая также два вида:

– к пассивным относят природные явления.

– активные подразумевают непосредственное или опосредованное приводимыми энергией средствами труда влияние на исходный материал [9].

На основе типа воздействия на сырье либо промежуточный продукт с целью превращения его в окончательный производственные процессы дифференцируют на химические, сборочно-разборочные, механические, консервационные.

Данная классификация применяется для определения перечня оборудования, планировки, обслуживания. Как видно, она близка к классификации, основанной на стадии производства. То есть химическое или механическое влияние объект труда испытывает на всех этапах, а два последних вида воздействия характерны для сборочных процессов.

Производственный процессы различаются между собой многими параметрами. Так, по линейности их дифференцируют на непрерывные, комбинированные и дискретные. По структуре выделяют еще два типа:

– простые являются последовательностью операций, регламентируемой технологией изготовления;

– в сложные входят как последовательно, так и параллельно осуществляемые операции [10].

Классификация производственных процессов по функциональному признаку дана в таблице.

Таблица – Классификация производственных процессов

Классификационный признак	Вид процесса
Назначение в производстве	Основной, вспомогательный, обслуживающий
Характер технологических операций	Заготовительный, обработочный, сборочный
Характер объекта производства	Простой, сложный
Участие труда в процессе	Трудовой, естественный
Характер протекания во времени	Дискретный, непрерывный
Степень автоматизации	Ручной, механизированный, автоматизированный, автоматический

Производственные процессы осуществляются человеческим трудом и оборудованием. На соотношении данных факторов производства основана классификация, подразделяющая описываемые категории по степени автоматизации или применения механизмов на четыре вида:

– немеханизированные подразумевают осуществление операций силами рабочих;

– при механизированных совмещают механические устройства с человеческим участием;

– при автоматизированных человек управляет и контролирует механизмы;

– производство и управление в автоматических процессах возложены на механизмы [11].

Таким образом, производство включает большое количество процессов, по-разному временно и пространственно согласованных. На формах их взаимосвязи основана еще одна классификация, включающая три типа производственных процессов. Аналитические подразумевают разложение исходного комплексного сырья в качестве начальной обработки для получения нескольких продуктов, поступающих в дальнейшем на различные обрабатывающие процессы. При синтетических первичная обработка состоит, наоборот, в соединении созданных несколькими процессами компонентов в единый продукт. В результате прямых один вид сырья преобразуется в один вид полуфабрикат либо продукт.

Заключение. На большинстве современных предприятий присутствуют все или по крайней мере несколько разновидностей производственных процессов данной классификации. Так, на участках массового производства выпускают унифицированную, стандартную продукцию. Серийные участки служат для выпуска изделий ограниченного применения.

Многие предприятия заняты индивидуальным производством каких-либо специфических изделий либо выполнением специальных заказов, где применяются единичные процессы. Наконец, со временем приходится расширять производственную гамму либо переходить на новую продукцию, предварительно осваивая ее опытными процессами.

Список литературы

39. Лоскутов И.А., Классификация производственного процесса, Аудит и финансовый анализ., 2018., С. 30-37.
40. Самарина В.П. Проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий в современную российскую промышленность // Материалы XIX Отчетной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава под редакцией С.Л. Иголкина. 2016. С. 88-91.
41. Марунин В.Н., Классификация производственных процессов, 2019., С. 70-73.
42. Samarina V.P., Skufina T.P., Baranov S.V. Comparative estimation of power efficiency of countries and world regions // Актуальні проблеми економіки. 2015. Т. 173. № 11. С. 127-136.
43. Шопин И.И., Классификация как инструмент повышения эффективности производственного процесса, 2014., С. 145-148.
44. Агбалян Д.М., Самарин А.В. Принципы менеджмента в компании MCDONALD'S // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 11-14.
45. Samarina V.P., Skufina T.P., Samarin A.V. Russia's north regions as frontier territories: demographic indicators and management features // European Research Studies Journal. 2018. Т. 21. № 3. С. 705-716.
46. Вартанова А.А., Домаева А.А., Самарин А.В. Проблема текучести кадров в США И Канаде // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й

Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 84-86.

47. Самарина В.П. Черная металлургия России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2016 2016. С. 528-532.

48. Мистахов Р.И., Силенов М.А., Мингалеев Г.Ф., Классификация производственного процесса, 2015., С. 163-166.

49. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 643-647.

УДК 330.34

ПОДГОТОВКА КАДРОВ В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Савон Диана Юрьевна

д.э.н., профессор кафедры промышленного менеджмента

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

e-mail: di199@yandex.ru, tel.+7-915-296-5001

Самарина Вера Петровна

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства

СТИ НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru, tel.+7-915-528-0180

В статье рассматриваются вопросы подготовки кадров в сложившихся условиях цифровой экономики, так как с помощью цифровых технологий можно повысить уровень эффективности и качества образования. Курс на цифровую экономику становится определяющим в развитии российского образования и охватывает все его ступени. Современный рынок труда диктует потребность в новых профессиях, которым необходим багаж знаний в области экономики. Поэтому должна совершенствоваться существующая система экономического образования для подготовки кадров по цифровой экономики. Следовательно, новые средства обучения должны позволять органично сочетать информационно-коммуникативные, личностно-ориентированные технологии с методами поисковой и творческой деятельности и соответствовать новым условиям цифровизации.

Ключевые слова: подготовка кадров, экономическое образование, цифровизация, цифровые технологии, устойчивое развитие.

TRAINING IN THE FIELD OF ECONOMICS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

Diana Y. Savon

National Research Technological University «MISiS»

Vera P. Samarina

Staryy Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University

The article discusses training issues in the current digital economy, as with the help of digital technologies it is possible to increase the level of efficiency and quality of education. The course towards the digital economy is becoming decisive in the development of Russian education and covers all its levels. The modern labor market dictates the need for new professions that need a lot of knowledge in the field of economics. Therefore, the existing system of economic education should be improved for the training of personnel in the digital economy. Consequently, new teaching aids should allow organically combining information and communication, personality-oriented technologies with the methods of search and creative activity and comply with the new digitalization conditions.

Keywords: training, economic education, digitalization, digital technology, sustainable development.

Планетарный резонанс хозяйственной деятельности человечества делает экономическое образование актуальнейшей проблемой современности. Именно, экономическое образование может внести главные научные основания в комплексное изучение накопившихся проблем, связанных с дальнейшим развитием цивилизации [1, с. 7]. Экономическое образование в интересах устойчивого развития – это шаг к реформированию системы образования и информационной политики на основе новой научной парадигмы цифровизации. Все это значительно расширяет предмет экономической теории и практики. Результатом изучения экономических дисциплин должны стать знания о новых стратегиях развития, об цифровой экономике, которая сможет привести масштабы и характер хозяйственной деятельности в соответствие с экологической выносливостью природы и необходимым качеством среды обитания.

Поэтому целью данной работы является рассмотрение основных аспектов развития экономического образования в условиях цифровой экономики и выработка суждений об ее роли в общей системе экономических отношений.

Мировоззренческая эволюция концепции устойчивого развития состоит в том, что экология, экономика и социум – это не три различные системы знаний и практики, а взаимоподчиненные подсистемы единого целого.

Принцип естественной иерархии заключается в том, что человек и общество являются частью природы. В такой модели человек становится не системообразующим,

но системоразвивающим элементом, при условии, что он способствует сохранению и развитию надсистемы. В последние 15 лет высокие темпы роста экономики России были обусловлены, прежде всего, расширением участия страны в мировых сырьевых и энергетических рынках. В настоящее время возможности экономического роста за счет этих факторов в основном исчерпаны [2, с. 18].

Экономическая наука в современных условиях обязана дать ответы на многие вопросы, которые волнуют сегодня специалистов и общественность. Осмысление глобальных общественных благ происходит в условиях нарастающего экологического кризиса – изменение климатических условий, резкое ухудшение качества среды обитания, дефицит питьевой воды, и пр., то есть все то, что значительно снижает уровень общественных благ. Следует помнить, что такие общественные блага как вода, воздух, биологическое разнообразие, в свою очередь, поддерживают базовые компоненты биосферы Земли [3, с. 37-38]. К проблеме сохранения глобальных общественных благ следует отнести и нераспространение ядерного оружия, и устранение источников политической нестабильности, и соблюдение региональных балансов власти. В последние годы тревогу вызывает также загрязнение космического пространства, а также «виртуального пространства» или киберпространства. Для сохранения глобальных благ мировая система должна иметь инструменты согласования интересов стран, находящихся на разных стадиях технологического и социально-экономического развития

Увеличивается число экономических преступлений в киберпространстве, из-за чего фирмы вынуждены нести потери, неизвестные для традиционной экономики. Фактором производства становится даже быстрота получения и обработки определенных, значимых данных, а элементом недобросовестной конкуренции спланированная дезинформация. Экономическая наука не может остаться без внимания к подобным проблемам. Изменениям подвергается старые экономические категории, терминологический аппарат, интерпретация тех или иных понятий. Развитие исследований в области институциональной теории, оперирующей такими категориями, как информация, трансакции, по-нашему мнению, может поспособствовать преодолению научных затруднений.

Новая экономика – экономика устойчивого развития в условиях цифровизациии требует не просто инвестиций или каких-то новых технологий, но, прежде всего, методологических и социальных новаций, смены приоритетов и целей развития цивилизации. Пока экономическая деятельность человека рассматривалась по отношению

к природному потенциалу как малая величина, природный потенциал считался условно бездефицитным, а макроэкономика не чувствовала свою зависимость от надсистемы, частью которой является. Однако со временем масштабы экономической деятельности увеличивались, и встал вопрос о необходимости согласования целей, их соизмерения: каков максимальный предел роста экономической системы в ограниченной природной системе? Этот предел, по-видимому, должен определяться ассимиляционным потенциалом территории.

Продолжающееся усложнение общественных структур и отношений, основой которых все чаще выступают современные цифровые технологии, вызывающие экспоненциальный рост потоков данных, выдвигает на первый план вопрос о формировании цифровой экономики. Важность протекающих процессов позволила поставить вопрос о формировании нового типа экономики, где доминирующее значение приобретают отношения по поводу производства, обработки, хранения, передачи и использования увеличивающегося объема данных. Данные становятся основой экономического анализа, исследующего закономерности функционирования современных социально-экономических систем.

Фирма характеризуется множественными взаимодействиями. Поэтому возникает проблема агрегации данных об этих взаимодействиях в единый комплекс управления организацией, интеграции разнородных информационных сред в единое цифровое пространство фирмы, где под информационной средой понимается совокупность программно-технических средств, предназначенных для обработки данных, управления технологическими процессами, которые вписаны в своеобразный организационно-управленческий контур, призванный вырабатывать и осуществлять на практике конкретные решения в той или иной области жизнедеятельности фирмы. От цифрового потенциала фирмы зависят уровень ее рентабельности, трансакционные издержки, организационная эффективность, а, следовательно, и рыночные перспективы. Существует значительный потенциал использования современных цифровых технологий в деятельности фирм. Важно уделять внимание таким аспектам, как использование современной вычислительной техники, программного обеспечения, наличия квалифицированных специалистов. Необходимо учитывать, что цифровые технологии обладают существенным потенциалом для ускорения инновационных процессов, поэтому показатели инвестиций в развитие цифрового потенциала фирмы являются важным фактором ее конкурентоспособности в современных условиях. Появляющиеся новые

модели ведения бизнеса, сетевые структуры, основывающиеся на коллективных методах производства и потребления, трансформируют традиционные рыночные отношения и требуют выработки новых решений в области управления современной фирмой.

Необходимо отметить, что цифровые возможности становятся куда более значимыми, нежели доступность сырья, наличие финансовых ресурсов или благоприятные отношения с партнерами по бизнесу. Без достоверных данных перечисленные условия просто не будут обеспечены. Упорядоченные данные являются ресурсом, который позволяет постоянно или в течение длительных периодов планировать будущие действия. Технический прогресс, сводящийся к неуклонному совершенствованию технических систем и повышению их эффективности, по сути, сводится к появлению данных о новых возможностях этих систем. Общество развивается прогрессивно только тогда, когда на смену старым возможностям по обработки данных создаются новые, превосходящие прежние. Это обстоятельство должно выражаться не только тем, чтобы уметь обработать увеличивающийся объем данных, но и использовать их с целью обеспечения производства с повышающейся отдачей при экономии ресурсов.

В современной экономике компании цифрового сектора выходят на первый план и становятся точками роста, обеспечивающими экономику цифровым ресурсом. Если в начале XX века основными локомотивами мировой экономики были крупные нефтяные, металлургические, машиностроительные и горнодобывающие предприятия, то в настоящее время крупнейшими компаниями являются представители сектора цифровой экономики.

Идея о цифровой экономике начала появляться в последние годы 20-го века. Причиной этому послужило развитие технологий, позволивших осуществлять все больше и больше коммерческих операций в онлайн режиме. Активно начал развиваться рынок продажи программного обеспечения, компьютерных игр и электронных книг, которые можно было заказать и оплатить, не выходя из дома. Основное направление цифровой экономики – это обеспечение быстрого и легкого доступа к услугам посредством сети Интернет. Преимуществом цифровых технологий являются низкие затраты, что влияет на снижение себестоимости товара и цены для конечного потребителя. В последние годы концепция цифровой экономики начала выходить за рамки коммерческого аспекта покупки и продажи электронных продуктов в Интернете. Сегодня эта идея также включает использование виртуальных процессов в рамках текущей деятельности крупных компаний и корпораций. Также данная концепция внедряется во внутреннюю работу

правительств для эффективного выполнения транзакций между предприятиями и ведомствами. По мере того, как технологии продолжают развиваться, цифровая экономика продолжит расширяться, поскольку спектр товаров и услуг, предлагаемых в электронном виде, постоянно растет. В соответствии с поручениями Президента Российской Федерации распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 года утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации». С целью обеспечить цифровизацию важных для страны инфраструктур был также принят Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [4].

План по развитию электронной экономики рассчитан на 8 лет. К 2025 году во всех уголках России должен появиться широкополосный Интернет. Стоимость абонплаты за Интернет не должна превышать 0,05 процента от среднемесячного дохода. До 2024 года в 10 самых крупных городах России будет доступен 5G Интернет. Уже сейчас в госсекторе активно внедряется электронный документооборот. В 2025 году 90 процентов всех межведомственных операций должно совершаться через виртуальную сеть. Правительство также планирует в ближайшее время выпустить на дороги городов беспилотный общественный транспорт.

Дальнейшее развитие мировой экономической системы, нацеленной на неограниченный рост любыми средствами, основанный на традиционной парадигме развития, необратимо ведет к экологическим и социальным бедствиям, к разрыву между богатыми и бедными странами.

В настоящее время, когда очевидны достижения в области общей теории систем и синергетики, в которых главным объектом исследований становятся сложные саморазвивающиеся системы, процессы самоорганизации и самоуправления – современная экономика должна рассматриваться из общего представления об устойчивости планеты и о трансграничных эколого-экономических проблемах [5].

Обобщая, можно сказать, что цифровой экономикой можно охватить все то, что поддается формализации, то есть, превращению в логические схемы. Локомотивом для развития новых технологических рынков, на которые сделана ставка в реализации Национальной технологической инициативы (НТИ), в разрезе «Цифровой Экономики», как новой реальности современного мира, способен стать ИТ (информационные технологии) – бизнес [6].

Правительства многих стран, прогнозируя такие изменения, все больше стремятся к развитию цифровой экономики, используя ее преимущества для ответа на ключевые вызовы современности, такие как снижение уровня безработицы, борьба с бедностью,

деградация окружающей среды. Современные национальные цифровые стратегии касаются вопросов развития экономики, создания инновационных предприятий, повышения занятости населения, формирования эффективного общественного сектора [7; 8]. Таким образом, основной целью программы «экономическое образование в интересах цифровой экономики» является формирование системы знаний, навыков и мировоззрения, необходимых для принятия решений и осуществления деятельности в рамках цифровизации.

1. Для эффективной подготовки специалистов образовательные учреждения должны тесно контактировать с предприятиями и организациями отраслей производства, учитывая и потребность в будущих специалистах по профессиям [9; 10]. Так как количество бюджетных мест в вузе ограничено, то компании могут использовать целевую подготовку по необходимым специальностям [4].

2. Постоянное внедрение новейших технологий в отрасли должно сопровождаться изменением инфраструктуры непрерывного повышения квалификации, которое требует от персонала постоянно повышать свою квалификацию, приобретая знания, умения технических решений, управления безопасной работы технологического оборудования при выполнении работ [11; 12]. С этой целью шире использовать возможности социального партнерства компаний и университетов, подняв на более высокую ступень повышение квалификации, соответствующую задачам «Индустрии – 4.0»

3. Использование в образовании цифровых технологий, в том числе больших данных, искусственного интеллекта, разного рода нейротехнологий, претендует на изменение природы познания и предоставления образовательных услуг в целом. Одновременное формирование на рынке труда огромной потребности в новых занятиях и профессиях, связанных с использованием передовых производственных технологий, интеллектуализацией, роботизацией производства.

4. Качество человеческого капитала и подготовка кадров - ключевой вопрос для запуска российской технологической революции [13]. Стране необходим запуск специальных масштабных образовательных программ, нацеленных на формирование базовых компетенций цифровой экономики. Новая экономика требует новых специалистов.

Список литературы

1. Акимова Т.А. Долгий путь к экономическому образованию в интересах устойчивого развития // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. –

2012. – №2. – С.7.

2. Иванов В.В. Цифровая экономика: мифы, реальность, возможности / В.В. Иванов, Г.Г. Малинецкий. – М.: ООО «Нюанс», 2018. – 64 с.

3. Пешкова М.Х. Механизм государственно-частного партнерства при эколого-экономической оценке техногенных минеральных объектов / М.Х. Пешкова, Д.Ю. Савон // Горный журнал. – 2016. – № 10. – С. 37-41.

4. Распоряжение Правительства Российской Федерации программа «Цифровая экономика Российской Федерации» от 28 июля 2017 г. № 1632-р. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756 (дата обращения: 29.07.2019).

5. Савон Д.Ю. Императивы формирования государственно-частного партнерства в условиях устойчивого развития регионов России: монография. / Д.Ю. Савон, В.В. Гассий, Е.В. Маркер. - Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест», 2012. – 144 с.

6. Смородинская Н.В. Ключевые черты и последствия индустриальной революции 4.0 / Н.В. Смородинская, Д.Д. Катуков // Инновации. – 2017. – № 10 (228). – С. 10-13.

7. Самарина В.П. Проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий в современную российскую промышленность // Материалы XIX Отчетной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава под редакцией С.Л. Иголкина. 2016. С. 88-91.

8. Самарина В.П. Черная металлургия России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2016. 2016. С. 528-532.

9. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 643-647.

10. Samarina V.P., Skufina T.P., Baranov S.V. Comparative estimation of power efficiency of countries and world regions // Актуальні проблеми економіки. 2015. Т. 173. № 11. С. 127-136.

11. Савин А.Г., Самарин А.В. Toyota Company: история успеха // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 9-11.

12. Агбалян Д.М., Самарин А.В. Принципы менеджмента в компании MCDONALD'S // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2019. С. 11-14.

13. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Перспективы развития науки и высшей школы в свете последних изменений, внесенных высшей аттестационной комиссией // ЭКО. 2007. № 2 (392). С. 13-27.

ПРОБЛЕМАТИКА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СУБСИДИЙ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ БЮДЖЕТОВ

PROBLEMS OF GRANTING AND REALIZATION OF SUBSIDIES FOR MUNICIPAL BUDGETS

Строганова Яна Сергеевна

Волкова Александра Алексеевна

Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж ул. 20-летия Октября д.84

Stroganova Yana Sergeevna

Volkova Alexandra Alekseevna

Voronezh state technical University, Voronezh, Russia St. 20-letiya Oktyabrya, 84

e-mail: roxxie@yandex.ru

e-mail: alexandra0798@mail.ru Телефон: 89204030320

Аннотация: В данной статье рассмотрена основная проблематика распределения и реализации субсидий для муниципальных бюджетов. В статье отражен порядок финансирования бюджетных учреждений за счет субсидий, а также сущность межбюджетных субсидий в условиях бюджетного федерализма.

Abstract: this article discusses the main problems of distribution and implementation of subsidies for municipal budgets. The article reflects the procedure for financing budgetary institutions through subsidies, as well as the essence of inter-budgetary subsidies in the conditions of budgetary federalism.

Ключевые слова: субсидия., реализация субсидий., межбюджетные субсидии., порядок финансирования бюджетных учреждений., бюджетный федерализм.

Key words: subsidy., implementation of subsidies., inter-budget subsidies., order of financing of budgetary institutions., fiscal federalism.

Введение

Актуальность темы данной статьи заключается в том, что современное российское местное самоуправление нередко критикуется за нецелевое использование средств из бюджета на местном уровне.

Таким образом, решение проблемы распределения и реализации субсидий позволит контролировать доходные и расходные части муниципального бюджета с целью избежать нецелевого использования бюджетных средств.

1 Основные проблемы при предоставлении и реализации субсидий

В настоящее время подавляющее большинство санкций, взыскиваемых органами государственного финансового контроля, налагается за нецелевое использование бюджетных средств. Бюджетным кодексом Российской Федерации введено понятие "нецелевое использование бюджетных средств", под которым подразумеваются направление и использование бюджетных средств на цели, не соответствующие условиям их получения.Такое нарушение может повлечь за собой не только наложение на организацию соответствующих штрафных санкций, но и привлечение к административной и уголовной ответственности виновных должностных [1].

В то же время понятие "бюджетные средства" в действующем законодательстве отсутствует. Между тем четкая установленная законом дефиниция данного термина была бы весьма полезна для разрешения значительного количества споров, возникающих при осуществлении государственными органами своих контрольных функций.

Бюджетные средства представляют собой - денежные средства, находящиеся в собственности федерального бюджета, то есть средства, размещенные на счетах соответствующего бюджета.

Главным системообразующим нормативно-правовым актом бюджетного законодательства, раскрывающего проблематику предоставления субсидий, в настоящее время является Бюджетный кодекс Российской Федерации, статьей 1 которого установлено, что к бюджетным правоотношениям относятся отношения, возникающие между субъектами бюджетных правоотношений в процессе формирования доходов и осуществления расходов бюджетов всех уровней бюджетной системы. С точки зрения Бюджетного кодекса Российской Федерации, до момента, пока денежные средства существуют в системе счетов федерального казначейства, они, безусловно, являются бюджетными средствами, и регулирование их использования осуществляется нормами бюджетного законодательства.

Во-первых, субвенции и субсидии имеют целевой характер. Во-вторых, могут быть переданы физическому или юридическому лицу. В силу прямого указания закона средства субвенций и субсидий, уже перечисленные на счет такого лица, все-таки остаются бюджетными. Это подтверждается как приведенной выше нормой Бюджетного кодекса

Российской Федерации, так и целевым характером данных средств. Они не могут быть израсходованы на цели, иные, чем предусмотренные при их выделении [1].

В соответствии со ст. 78 Бюджетного кодекса Российской Федерации предоставление субсидий и субвенций юридическим лицам, которые не являются государственными или муниципальными унитарными предприятиями, бюджетными учреждениями, а также гражданам-предпринимателям допускается в случаях, предусмотренных федеральными целевыми программами и федеральными законами, на условиях и в порядке, которые особо определены федеральным законом о федеральном бюджете на очередной финансовый год. При этом субсидии и субвенции в случаях их нецелевого использования и в случаях их неиспользования в установленные сроки подлежат возврату в бюджет [2].

Таким образом, процедура реализации целей предоставления субсидий и субвенций бюджетным законодательством не регламентирована, то есть данные средства, оставаясь бюджетными, допускают достаточно большую степень свободы при обращении с ними. Тем не менее, как сказано выше, средства субвенций и субсидий являются бюджетными, и их получатель подлежит ответственности за целевое использование и возврат данных средств по нормам бюджетного законодательства.

2 Межбюджетные субсидии в условиях бюджетного федерализма

Особенность организации межбюджетного субсидирования в Российской Федерации проявляется в интеграции территориального и отраслевого распределения государственных финансовых ресурсов. Через механизм межбюджетного перераспределения средств осуществляется государственная финансовая поддержка субъектов хозяйствования отдельных отраслей (преимущественно находящихся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов РФ). В частности, обязательства Российской Федерации по государственной поддержке сельского хозяйства, субъектов малого и среднего предпринимательства реализуются через обязательства по предоставлению субсидий субъектам РФ на реализацию данных мероприятий. Аналогично, через механизм межбюджетного субсидирования осуществляется финансовое обеспечение обязательств по государственной финансовой поддержке определенных категорий граждан и организаций социального назначения.

С точки зрения целевой направленности межбюджетные субсидии можно разделить на следующие виды:

1.Социальные субсидии направлены на решение вопросов финансирования социальных выплат населению, на проведение разнообразных мероприятий в области здравоохранения, образования;

2.Экономические субсидии направлены на активизацию деятельности субъектов реальной экономики, выводу предприятий из кризиса, создание новых производств;

3.Инфраструктурные субсидии направлены на развитие различных элементов инфраструктуры – дорожное хозяйство, ЖКХ, энергетика и т.п.;

4.Экологические субсидии направлены на решение существующих экологических проблем.

Исследования различных способов межбюджетного регулирования в субъектах РФ с целью обеспечения сбалансированности доходных и расходных полномочий органов местного самоуправления, сглаживания бюджетной асимметрии муниципальных образований и стимулирования эффективного управления бюджетными средствами.

Межбюджетные трансферты, которые делятся на субсидии, субвенции, дотации и иные межбюджетные трансферты, являются важным источником доходов консолидированных бюджетов субъектов РФ в рамках горизонтального выравнивания бюджетной обеспеченности.

В настоящее время под субсидиями бюджету понимаются межбюджетные трансферты, предоставляемые в целях софинансирования расходных обязательств публично-правового образования, возникающие в ходе выполнения полномочий органов государственной власти или органов местного самоуправления, отнесенных к их компетенции.

От существующих форм межбюджетных трансфертов субсидию отличает долевое финансирование и целевой характер. Принцип долевого финансирования направлен на мотивацию его получателя в принятии и исполнении софинансируемых расходных обязательств.

Таким образом, межбюджетные субсидии являются инструментом регулирования территориального, отраслевого и социального развития. Целевая направленность субсидий позволяет оказывать воздействие не только на мотивацию органов государственной власти субъектов РФ и органов местного самоуправлении в обеспечении финансовой поддержки приоритетных отраслей и социальных объектов, но и на заинтересованность субъектов хозяйствования в осуществлении определенных расходов и программ.

3 Порядок финансирования бюджетных учреждений за счет субсидий

Финансовое обеспечение государственных (муниципальных) услуг можно определить, как комплекс организационно-экономических мероприятий, связанных с покрытием за счет средств бюджета расходов на оказание государственных (муниципальных) услуг. Механизм финансового обеспечения государственных (муниципальных) услуг можно выделить следующие элементы:

- планирование бюджетных средств организациям, оказывающим государственные (муниципальные) услуги;

- предоставление бюджетных средств организациям, оказывающим государственные (муниципальные) услуги;

- экономное и эффективное расходование денежных средств организациям, оказывающим государственные (муниципальные) услуги;

- контроль целевого использования денежных средств организациям, оказывающим государственные (муниципальные) услуги;

- мониторинг результативности использования бюджетных средств на оказание государственных (муниципальных) услуг.

Порядок формирования и финансового обеспечения государственного (муниципального задания) определяется:

- Правительством РФ – в отношении федеральных бюджетных учреждений;

- Высшим исполнительным органом власти субъекта РФ – в отношении бюджетных учреждений субъекта РФ;

- Местной администрацией – в отношении муниципальных бюджетных учреждений.

В соответствии с ч. 3 ст. 69.2 Бюджетного кодекса РФ государственное (муниципальное) задание на оказание государственных (муниципальных) услуг (выполнение работ) федеральными учреждениями, учреждениями субъекта РФ, муниципальными учреждениями формируется в порядке, установленном соответственно Правительством РФ, высшим исполнительным органом государственной власти субъекта РФ, местной администрацией муниципального образования, на срок до одного года в случае утверждения бюджета на очередной финансовый год и на срок до трех лет в случае утверждения бюджета на очередной финансовый год и плановый период (с возможным уточнением при составлении проекта бюджета) [3].

Согласно БК РФ государственное (муниципальное) задание должно содержать:

1. Показатели, характеризующие качество и (или) объем (содержание) оказываемых государственных (муниципальных) услуг (выполняемых работ);

2. Порядок контроля за исполнением задания, в т. ч. условия и порядок его досрочного прекращения;

3. Требования к отчетности об исполнении задания.

Таким образом, объем задания является переменной величиной и зависит не от исторически сложившихся объемов сметного финансирования, а от планируемых результатов деятельности образовательных учреждений, качества оказываемых ими услуг (выполнения работ) и иных факторов по решению учредителя.

Заключение

Исходя из вышеизложенного, представленный порядок финансирования бюджетных учреждений за счет субсидий позволяет решить проблему нецелевого расходования бюджетных средств, благодаря расчету показателей, характеризующих качество и объем оказываемых государственных услуг, а также контролю за исполнением задания и требования к его исполнению.

Список литературы

1. Комягин Д.Л., Бюджетное право России: учебное пособие / Д.Л. Комягин; общ. ред. А.Н. Козырин. – М.: Институт публично-правовых исследований, 2011. – 352 с.
2. Федеральный закон от 05.08.2000 № 116-ФЗ (ред. от 30.09.2017) "О внесении изменений и дополнений в Бюджетный Кодекс Российской Федерации".
3. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 145-ФЗ.

ПРЕДПРИЯТИЕ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Скрипай А.А., студентка 3 курса

Старооскольский филиал ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Старый Оскол

Аннотация: *статья посвящается анализу теоретических основ и методов управления конкурентоспособностью предприятия. Произведен анализ факторов и инструментов, влияющих на конкурентоспособность предприятия. Сформулированы пути повышения уровня конкурентоспособности бизнеса.*

Ключевые слова: конкурентоспособность предприятия; управление конкурентоспособностью; конкуренция; рыночная конкуренция, конкурентоспособность бизнеса; повышение конкурентоспособности.

Annotation: the article is devoted to the analysis of the theoretical foundations and methods of managing the competitiveness of an enterprise. The analysis of factors and tools that affect the competitiveness of the enterprise. Formulated ways to improve the level of business competitiveness.

Keywords: enterprise competitiveness; competitiveness management; competition; market competition, business competitiveness; increase competitiveness.

В связи с динамичностью внешней среды, где рыночная экономика способствует росту конкуренции, руководство каждой организации стремиться улучшить свои финансовые показатели, производственные характеристики и конкурентоспособность производимых товаров и услуг.

С этой целью стратегическое управление нацелено использовать различные инструменты, как с субъективными, так и с объективными результатами, которые в дальнейшем помогают улучшить конкурентоспособность фирмы, способствуют развитию ее бизнеса. Благодаря высокому уровню конкурентоспособности предприятия, возможно устойчивое развитие и масштабирование ее бизнеса. Именно показатель конкурентоспособности производства и продукции является одним из определяющих факторов в глазах таких заинтересованных лиц, как партнеры, кредиторы, поставщики и потребители.

Конкурентоспособность предприятия – это способность использовать свои сильные и слабые стороны и концентрировать свои усилия в той области производства товаров и

услуг, где оно может занять лидирующие позиции на внутреннем и внешнем рынках [5]. Правило: «делай то, что получается лучшего всего», эффективно и в бизнесе, подтверждая практическую роль и пользу оценки конкурентоспособности предприятия.

Управление конкурентоспособностью организации – это система, предназначенная для воздействия на элементы и процессы, обеспечивающие формирование конкурентных преимуществ и развитие конкурентного потенциала предприятия с целью повышения его устойчивости в условиях роста конкурентного давления и изменения факторов внешней среды [1].

Актуальность вопроса управления конкурентоспособности и повышения ее уровня связана с современными макроэкономическими процессами Российской Федерации, где динамичность внешней среды и неустойчивость социального поля усложняют реализацию стратегии развития бизнеса предприятий.

На сегодняшний день, каждое современное предприятие любой отрасли является производственным объектом, которым интересуется n-ое количество заинтересованных лиц (стейкхолдеров). К ним относятся не только инвесторы, руководители, собственники, рабочий персонал и регуляторы государственной власти, но и общество, поставщики, кредиторы и потребители, каждый из которых дает свою оценку действиям предприятия. По этой причине, система менеджмента любой компании сталкивается с моментом, согласно которому необходимо провести оценку своих действий, бизнеса и его операционного цикла, от результатов чего зависит стратегическое управление предприятием [2].

Целью оценки своих действий по отношению к стейкхолдерам является анализ конкурентных преимуществ и их развитие для повышения уровня конкурентоспособности бизнеса компании. Стоит заметить, что именно заинтересованные лица выступают ключевыми элементами успешной системы. Чем выше уровень удовлетворенности стейкхолдеров, включая всех до последнего, тем выше вероятность того, что конкурентоспособность предприятия будет расти. Лишь при благоприятном взаимодействии с партнерами и потребителями, предприятие может достичь своих стратегических целей.

Более тяжелым выглядит процесс анализа и оценки отечественного предприятия, корпоративное управление которого все еще не совершенное. Кроме того, дополнительные факторы, которые вызывают проблемы для управления конкурентоспособности российского бизнеса являются нестабильность условий внешней

среды, начиная с рыночной конъюнктуры национальной экономики и заканчивая правовым полем. В связи с этим, важным вопросом при управлении и повышении уровня конкурентоспособности предприятия является его первоочередная оценка.

Так, к основным факторам, которые влияют на уровень конкурентоспособности предприятия стоит относить [3]:

– конкурентоспособность продукции, товаров, услуг;

– конкурентоспособность технологий и производства;

– конкурентоспособность кадров, трудовых ресурсов и интеллектуального/информационного капитала.

С целью управления конкурентоспособностью предпринимательской структуры и повышения уровня ее оценки, можно использовать следующие инструменты, среди которых наиболее эффективными являются [4]:

– снижение уровня отпускной цены предприятием на готовую продукцию путем минимизации издержек (снижения размера себестоимости производства) или повышения уровня производительности труда;

– повышение уровня качества производимой продукции, увеличивая, в том числе, торговый ассортимент товаров и услуг, производимых предприятием;

– улучшение уровня качества обслуживания клиентов во время покупки и после совершенной покупки, как система гарантированного обслуживания, что повышает стоимость бренда компании.

Также, с целью направлений достижения конкурентных преимуществ, руководство предприятия вправе использовать следующие методы и стратегии, активно внедряемые российскими и зарубежными компаниями:

– лидерство в издержках; дифференциация продукции;

– фокусирование на определенном рыночном сегменте;

– ранний выход на рынок;

Достижение целенаправленного повышения уровня конкурентоспособности предприятий – комплексная программа, состоящая из выбранной стратегии, методов, инструментов и устранения ограничивающих факторов. От правильно настроенной стратегии управления конкурентоспособности предприятия зависит уровень ее экономической и финансовой устойчивости, перспективы бизнеса и инвестиционная оценка со стороны акционеров и кредиторов. При этом, важными аспектами при

повышении уровня конкурентоспособности предприятия является качество его продукции, обслуживания и производственного процесса, низкий временной период операционного цикла которого прямой метод снижения затрат.

Список литературы

1. Управление конкурентоспособностью предприятия. URL: http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/upravlenie-konkurentosposobnostyu-predpriyatiya.html (дата обращения 09.04.2019).
2. Майкл Портер. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 456 с.
3. Беззубова Е.Н. Особенности управления конкурентоспособностью предприятия // ТДР. 2011. №1.
4. Шелудько Е.Б. Конкурентоспособность предприятия: сущность, факторы и принципы // Концепт. 2016. №6.
5. Габибова М.Ш. Пути повышения конкурентоспособности предприятия // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Москва, июнь 2015 г.). — М.: Буки-Веди, 2015. — С. 85-87.

УДК 330.88

ББК 65

ЭФФЕКТ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Ченцова Елена Павловна

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова, г. Старый Оскол, Россия

Ткачева Анна Сергеевна

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия

Аннотация

В данной статье представлено рассуждение на тему роли и значения одного из важных поведенческих эффектов – эффектов подтверждения. Отражена важность его учета в процессе принятия решений.

Ключевые слова: Поведенческие эффекты, эффект подтверждения, принятие решений.

EFFECT OF CONFIRMATION IN DECISION-MAKING

Chentsova E.P.

National University of Science and Technology MISIS (Stary Oskol branch), Stary Oskol, Russia

Tkacheva A.S.

Belgorod National Research University, Belgorod, Russia Abstract

Annotation

This article presents a discussion on the role and significance of one of the important behavioral effects - confirmation effects. The importance of its consideration in the decision-making process is reflected.

Key words: Behavioral effects, confirmation effect, decision making.

В современных условиях хозяйствования, скажем, достаточно сложных с точки зрения проверки информации на предмет достоверности и приоритетности, решающую роль в принятии решений на различных уровнях человеческого бытия имеют различные поведенческие эффекты.

Одним из поведенческих эффектов, с которым, к сожалению, мы сталкиваемся регулярно, является эффект подтверждения (или предвзятости подтверждения). Его суть заключается в том, что человек собирает, запоминает и сообщает окружающим только ту

информацию, которая согласуется с его мировоззрением, убеждениями, ощущениями. То есть инстинктивное стремление людей подтвердить свою точку зрения во что бы то ни стало заставляет их интерпретировать неоднозначные факты выгодным для себя образом, игнорировать альтернативы и научный поиск.

На наш взгляд, стремление искать подтверждение своим взглядам и последовательно отстаивать позицию может загнать человека в ловушку. В известной книге Роберта Чалдини «Психология влияния: как научиться убеждать и добиваться успеха» есть описание схожего поведенческого эффекта, который характеризуется в желании людей быть последовательными в своих словах и поступках [1].

Автор приводит один интересный пример, который свидетельствует о том, что желание отвечать за свои решения и слова превосходит даже важность принятия судьбоносных решений: «Присяжные заседатели в суде не изменят своего мнения после того, как они открыто объявят его» [1].

Особенно это актуально для тех людей, которые являются научными сотрудниками, преподавателями и исследователями. Как часто, бывает, поверишь в уникальность и перспективность своей научной идеи и отказываешься замечать очевидные несовершенства, больше не имеешь желания переключаться на другие теории, а конструктивную критику сначала воспринимаешь негативно. А ведь научное мышление отличается от других видов мышления поиском не только подтверждающих, но и опровергающих доказательств.

В этом примере есть и обратная сторона медали. Учёные, предлагающие что-то новое, но действительно стоящее, часто сталкиваются с сопротивлением со стороны научного сообщества, а исследования по спорным результатам нередко получают разгромные рецензии только потому, что результаты исследований не совпадают с предыдущими убеждениями большинства ученых.

Подведя итог вышесказанному, хочется попросить дорогого читателя проявлять немного больше осознанности в интерпретации информации и принятии решений и тогда, вы рискнете стать по-настоящему свободными от предвзятости подтверждения.

Список литературы

1. Чалдини, Роберт. Психология влияния [Текст] / Роберт Чалдини; [пер. с англ. О. Епимахова]. - Москва: Эксмо, 2015. – 365 с.

УДК 330.88

ББК 65

ПРЕУВЕЛИЧЕННАЯ ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ КОГЕРЕНТНОСТЬ И ЕЕ РОЛЬ В ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

Ченцова Елена Павловна

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Старый Оскол, Россия

Ткачева Анна Сергеевна

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия

Аннотация

В данной статье представлены аспекты преувеличенной эмоциональной когерентности и ее роли в поведенческой экономике. Отражены практические стороны реализации эффекта ореола.

Ключевые слова: преувеличенная эмоциональная когерентность, поведенческая экономика, эффект ореола.

EXTENDED EMOTIONAL COHERENCE AND ITS ROLE IN BEHAVIORAL ECONOMY

Chentsova E.P.

National University of Science and Technology MISIS (Stary Oskol branch), Stary Oskol, Russia

Tkacheva A.S.

Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Annotation

This article presents aspects of exaggerated emotional coherence and its role in behavioral economics. The practical aspects of the implementation of the halo effect are reflected.

Key words: exaggerated emotional coherence, behavioral economics, halo effect.

В данной статье нам бы хотелось бы осветить одну из эффективных эвристик в поведенческой экономике и социальной психологии – эффект ореола. Эффект ореола (он

же гало-эффект, мимикрия, эффект обобщения, эффект нимба) представляет собой когнитивное искажение (ореол, сияние), основанное на склонности хорошо (или плохо) воспринимать людей, ситуации под влиянием общего впечатления и переносить этот воздействие на частные особенности.

Дэниэль Канеман связывает этот эффект с преувеличенной эмоциональной когерентностью [1]. В данном случае человек пропускает в сознание только то, что соответствует сложившемуся первому впечатлению, и отсеивает то, что ему противоречит. Например, приписывание больших умственных способностей людям с привлекательной внешностью (эффект ореола красоты).

Впервые наличие существования эффекта ореола экспериментально было доказано Эдвардом Ли Торндайком при перенесении эмоций от известных черт предмета или явления на неизвестные. В данном исследовании выявлено главное негативное свойство гало-эффекта – формирование ошибок в оценке личности, ситуации, которые в свою очередь закрепляют стереотипы и искажают информацию, используемую при принятии решений [2].

В продолжении сказанного, заметим, поскольку эффект ореола базируется на человеческой склонности мыслить ложными категориями, то из этого проистекают следующие часто встречаемые заблуждения. Во-первых, человек, достигший значительных высот в определенной сфере, окружающими оценивается как эффективный и в других областях. Согласимся, бывают и такие проявления личности. Например, известный космонавт Алексей Архипович Леонов является прекрасным художником, ученым. В этом случае, «талантливый человек талантлив во всем» [3].

Однако, множество примеров в российской практике доказывают обратное. В данном случае речь пойдет об «эффективных менеджерах». Рассмотрим конкретные примеры. Один известный руководитель розничной сети (без привязки к фамилии) устроился в крупный интернет-проект. Однако проект оказался провальным, и менеджер был вынужден покинуть компанию по окончании испытательного срока. Один из постоянных членов клуба миллиардеров, не смог реализовать ни одного из своих многочисленных проектов за те пять лет, когда руководил одной из республик.

Во-вторых, работает установка «рядом – значит вместе» (повышение статуса за счет других). Данная установка тесно взаимодействует с проявлением кооптации, активно транслируемой и используемой в качестве манипуляций в настоящее время. Эффект ореола зачастую «накрывает» родственников известных людей. Однако, не всегда «яблоко

от яблоньки далеко не падает». Самый свежий пример – Банк Santander. В 2014 году место председателя заняла его дочь. Известно, что в последующие годы этот банк столкнулся со значительными трудностями.

Рассуждая об эффекте ореола, нам бы хотелось затронуть еще одну тему, тесно с ним связанную – тему успешности. Постулат успешности, активно навязываемый бизнесом в рекламе, заставляет людей обращать внимание на внешние атрибуты личности. Если ты успешен, то обязательно должен обладать «нимбом», определенным набором «успехов». К такому набору многие относят «автомобиль, часы, зубы (оказывается, не смешно) и прочее». Эффект ореола «успешности» является истинным двигателем торговли. Что ни говори, «встречают по одежке, провожают по уму». Вход в определенные социальные группы без подтверждения определенного статуса (деньги, красота, власть, талант и пр.) в большинстве случаев невозможен. Интересна закономерность: человек, сделавший прорыв в бизнесе или другой сфере какое-то время подкреплен инерционным движением успешности, о чем говорилось ранее. Анализируя вышеизложенное, заметим, эффект ореола реален, он есть, был и будет. Он имеет как положительные, так и отрицательные последствия. Естественно, положительные стороны упрощают нам жизнь, сокращают сроки принятия наших решений. Однако, к сожалению, отрицательные нарушают целостное восприятие человека самого себя и окружающую действительность, что открывает большой простор для эффективных манипуляторов.

По нашему мнению, здесь кроется глобальная потеря моральных, этических, нравственных ценностей человеческого бытия. Происходит замена интеллекта, честности, доброты внешней притягательностью и прочим. Что в свою очередь прямым образом сказывается на нехватке порядочных профессионалов в любой сфере деятельности.

Подводя итог вышесказанному, скажем о том, что в наших силах свести к минимуму негативные последствия эффекта ореола, повышая грамотность населения в вопросах поведенческой экономики. Надо чаще размышлять о будущем, которое мы хотели бы для наших детей, внуков.

Список литературы

1. Дэниэль Канеман. Думай медленно... решай быстро. – М.: АСТ, 2014. – 656 с.

2. Торндайк, Эдвард Ли. Принципы обучения, основанные на психологии [Текст] / Э. Торндаик; Пер. с англ. Е. В. Герье; Со вступ. статьей Л. С. Выготского. - 2-е изд. - Москва: Работник просвещения, 1929 (9-я тип. "Мосполиграф"). - 235с.

3. Леонов, Алексей Архипович. Время первых. Судьба моя - я сам: / Алексей Леонов. - Москва : АСТ, cop. 2019. - 346 с.

УДК 338.1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Удовикова Алла Александровна

к.э.н., доцент кафедры экономики, информатики и математики СОФ НИУ «БелГУ»

e-mail: udovikova@yandex.ru, tel.+7-920-555-7417

Чупахина Наталья Ильинична

д.э.н., профессор кафедры экономики, управления и организации производства СТИ НИТУ «МИСиС»

В статье раскрыты теоретические аспекты инновационного развития предприятий, а в частности, сущность инноваций и инновационных процессов, определены основные направления инновационного развития экономических субъектов в РФ. Это обусловлено тем, что инновации являются ключевым фактором для обеспечения эффективного функционирования предприятия – поддержания высокой прибыльности, повышения качества выпускаемой продукции, снижения затрат, а также повышения конкурентоспособности продукции.

Ключевые слова: инновации, инновационная деятельность, инновационный процесс, инновационное развитие, государственная поддержка инноваций.

THEORETICAL ASPECTS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES

Alla A. Udovikova

Starooskolsky branch Of the national research University «BelSU»

The article reveals the theoretical aspects of innovative development of enterprises, and in particular, the essence of innovation and innovation processes, the main directions of innovative development of economic entities in the Russian Federation. This is due to the fact that innovation is a key factor for ensuring the effective functioning of the enterprise-maintaining high profitability, improving the quality of products, reducing costs, as well as improving the competitiveness of products.

Key words: innovations, innovative activity, innovative process, innovative development, state support of innovations.

Управление инновациями является ключевой задачей для будущего успеха предприятия и национальной экономики в целом. Инновационная деятельность любого экономического субъекта является сложным диверсифицированным процессом со многими взаимодействующими внешними и внутренними факторами, прямыми и обратными связями и т.д. Поэтому оценка инновационного развития предприятий должна базироваться на адекватной модели инновационных процессов в их взаимосвязи, адаптируемой к конкретным условиям.

Понятие «инновация» в переводе с английского означает «нововведение», «новшество», следовательно, инновация или нововведение означает процесс реализации определенного новшества в конкретных условиях экономической среды.

Термин инновация в экономической литературе представляется в различных аспектах и вмещает в себя множество сложных и многогранных интерпретаций по своему содержанию. Анализ различных точек зрения показал, что инновацию можно рассматривать с разных сторон: как результат, как изменение и как процесс.

Понятие инновации как экономической категории может быть раскрыто с помощью следующих аспектов:

- во-первых, как результат процесса разработки, в ходе которого осуществляется внедрение новых видов продукции, услуг в существующие рамки жизненного пространства на основе трансформации, модификации идей, открытий, изобретений, научных решений, патентов, информации;

- во вторых, как новшество, принимающее товарную форму, приобретающее коммерческую ценность и удовлетворяющее рыночный спрос;

- в третьих, как постоянно возобновляемый фактор процесса производства. Он выражается в качественном изменении технологической, организационной составляющих производственной системы, которая переходит на более высокий уровень своего функционирования посредством внедрения новейших технических разработок, а также прогрессивных методов управления;

- в четвертых, как эффект после использования нововведений. Экономический эффект может проявляться в обеспечении дополнительной прибыли, либо в приумножении конкурентных преимуществ [4].

Инновации можно рассматривать как составную часть инновационного процесса, представляющего собой совокупность действий, необходимых для последовательного превращения идеи в инновацию.

Результаты анализа теоретических представлений о понятии «инновация» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Теоретические представления о понятии инновации с позиции взглядов различных авторов

Авторы	Содержание понятия
В.М. Аньшин	Инновация рассматривается как вложение средств в экономику, обеспечивающее смену поколений техники и технологии [4]
С. Платонов	Инновация приводит к выходу за пределы системы [5]
Э.А. Уткин	Инновация рассматривается как результат деятельности по обновлению предыдущей деятельности или процесс, в котором идея приобретает экономический смысл [6]
С.В.Шестакова, А.А. Мамедов	Инновация рассматривается как реализация конечного результата инновационной деятельности [7]
I.N. Marchenkova, A.A. Udovikova, N.I. Lyakhova, K.A. Nikitina	Под инновацией понимается внедрение новых продуктов или технологий, опирающихся на научные исследования и разработки [8]

Таким образом, на основании приведенных определений можно сделать вывод, что инновация – это процесс использования результатов научных достижений (новшества), направленный на повышение эффективности деятельности и создающий предпосылки для дальнейшего стратегического развития предприятия и представляют собой важнейшую экономическую категорию расширенного воспроизводства, играющую ключевую роль в реализации структурных сдвигов в экономике и является конечным результатом инновационного процесса, в основу которого положен комплекс организационно-экономических и инвестиционно-финансовых мер по созданию и использованию нововведений.

В современных условиях развитию инновационной деятельности препятствует немало как экономических барьеров, так и отсутствие высококвалифицированных кадров, что формирует низкий инновационный потенциал [9]. Поэтому со стороны государства необходимо вырабатывать стимулы к нововведениям для подъема инновационного

микроклимата, что создаст экономический эффект и конкурентное преимущество товаров.

Для создания совокупности благоприятных условий по переходу на новый уровень инновационной деятельности и обеспечению на этой основе роста конкурентных преимуществ необходима продуманная система государственного регулирования. При этом используемые методы и формы государственного воздействия могут быть самыми разнообразными и отвечать поставленным целям по реализации инновационной политики в сложившихся условиях [8].

В качестве юридических оснований инновационной функции государства могут выступать нормативные правовые акты, содержащие в себе нормы, связанные с регламентацией осуществления и стимулированием инновационной деятельности.

Важнейшими приоритетными направлениями государственного регулирования в сфере инноваций является принятие ряда государственных законов:

- Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [1] описывает инфраструктуру поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства в области инновационной деятельности, предусматривает финансовую поддержку из средств бюджетов различных уровней в виде субсидий в порядке, установленном Правительством Российской Федерации и т.д.;

- Федеральный закон от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» [2], раскрывает основные понятия в области научно-исследовательской деятельности, определяет принципы регулирования научно-технической деятельности. Основными целями государственной научно-технической политики являются развитие, рациональное размещение и эффективное использование научно-технического потенциала, увеличение вклада науки и техники в развитие экономики государства, реализацию важнейших социальных задач;

- Федеральный закон «Об инновационных научно-технологических центрах» от 29 июля 2017 г. № 216-ФЗ [3] регулирует отношения, возникающие при создании инновационных научно-технологических центров и обеспечении их функционирования в целях реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, повышения инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок, коммерциализации их результатов, расширения доступа граждан и юридических лиц к участию в перспективных, коммерчески привлекательных научных и научно-технических проектах.

Со стороны государства для активизации экономического роста существует объективная необходимость в создании инновационной среды на предприятиях, в сфере образования, в научно-технических центрах [10, 11]. Оно должно стимулировать и создавать условия в научно-технической сфере, обучать высококвалифицированных специалистов в сфере высоких технологий, создавать инновационные бизнес-инкубаторы, где развиваются новые эффективные проекты.

Инновационный процесс – это творческий или интеллектуальный процесс создания и преобразования научных знаний в новую продукцию, имеющую потребительскую ценность, используя ресурсный потенциал, при помощи которого достигается конечный результат – инновация (нововведение) (рис. 1).

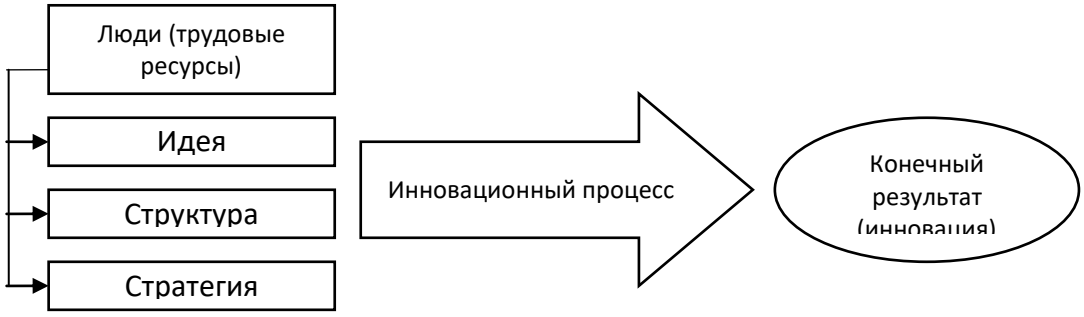


Рис. 1 – Содержание инновационного процесса

Государственной поддержкой, направленной на стимулирование инновационных процессов, является создание различных фондов, таких как Фонд «Национальное интеллектуальное развитие», Фонд содействия развитию малых форм предприятий, Фонд перспективных исследований, фонд «Сколково», фонд «ВЭБ-Инновации». Задачами фондов является поощрение инновационных проектов в виде грантов, субсидий. Их основной целью является оценка потенциала научных разработок и наукоемких услуг исследовательских коллективов, инфраструктурная и финансовая поддержка перспективных проектов для технического обоснования реализуемости идеи на лабораторном уровне, поддержка стартапов.

Немаловажной составляющей регулирования инновационных процессов являются целевые государственные инновационные программы, крупные инновационные проекты, имеющей основной целью поддержание научных исследований и разработок, управление проектами и интеллектуальной собственностью [4].

На базе имеющегося арсенала государственных поддерживающих ресурсов в

инновационной сфере создаются специализированные программы обучения сотрудников, организуются научные школы, конференции и лекции для студентов и молодых ученых, организуются стажировки по программе повышения квалификации, дистанционное обучение.

Экономическими инструментами государственного регулирования инновационных процессов являются развитие рыночных механизмов; проведение налоговой политики, направленной на уменьшение налоговой нагрузки для субъектов инновационной сферы и политики ценообразования, способствующей росту предложения на рынке инноваций; создание системы обучения и подготовки квалифицированного персонала; развитие внешнеэкономических связей в инновационной сфере, развитие лизинга наукоемкой продукции, улучшение экспортного потенциала страны.

Действующими государственными льготами сфере инноваций являются освобождение от налога на добавленную стоимость научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также реализации прав на результаты интеллектуальной деятельности; ускоренный порядок амортизации основных средств, используемых в научно-технической деятельности; освобождение от налога на прибыль средств целевого финансирования фонда фундаментальных исследований и ряда других фондов; предоставление инвестиционного налогового кредита организациям, осуществляющим внедренческую и инновационную деятельность; пониженные тарифы страховых взносов для организаций, внедряющих результаты интеллектуальной деятельности и другие.

Юридические действия и операции как элементы содержания инновационной функции государства, прежде всего, охватывают собой действия и операции, направленные на правовое регулирование процессов инновационного развития, а также на применение на практике соответствующих правовых норм. С одной стороны, они исходят от субъектов, уполномоченных принимать нормативные правовые акты, регламентирующие осуществление инновационной деятельности, и находят свое выражение в принятии указанных актов. С другой стороны, ряд юридических действий и операций может быть инициирован заинтересованными физическими и юридическими лицами в рамках установленных законодательством правоприменительных процедур (например, подача заявки на выдачу патента).

Несмотря на всестороннюю государственную поддержку инноваций, в этой области существует много проблемных моментов, а именно неэффективное и недостаточно контролируемое расходование финансовых ресурсов государства на

научные исследования; отсутствие обратной связи между исполнителями создаваемой интеллектуальной собственности и инвестором; барьеры на пути продвижения действительно талантливых ученых в науку; низкая мотивация кадров; слабая технологическая база; бюрократические препятствия, обусловленные отраслевым регулированием, процедурами сертификации, таможенным и налоговым администрированием; несовершенство рыночных механизмов; неконкурентоспособный инвестиционный климат. Особенно эти проблемы обостряются в условиях существующего экономического кризиса и санкционных ограничений.

По результатам исследования может быть сделан выводы, о том, что государственное регулирование инновационных процессов создает важную методологическую и практическую основу как для повышения эффективности реализации государством инновационной функции в целом, так и для совершенствования существующего в стране законодательства об инновационной деятельности в частности.

Список литературы

10. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ (ред. от 02 августа 2019 г. № 293-ФЗ) // СПС «Консультант Плюс». Разд. «Законодательство».– Режим доступа: http://www. consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_52144/.

11. О науке и государственной научно-технической политике [Электронный ресурс]: федер. закон от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ (в ред. от 26 июля 2019 г. № 232-ФЗ) // СПС «Консультант Плюс». Разд. «Законодательство».– Режим доступа: http://www.consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_ 11507/.

12. Об инновационных научно-технологических центрах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 29 июля 2017 г. № 216-ФЗ (в ред. от 26 июля 2019 г. № 240-ФЗ) // СПС «Консультант Плюс». Разд. «Законодательство».– Режим доступа: http://www.consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_ 221172/

13. Аньшин В.М. Инновационный менеджмент: концепции, многоуровневые стратегии и механизмы инновационного развития: учеб. пособие / В.М. Аньшин, А.А. Дагаев.-2-е изд.- Дело, СПб., 2016.- 416 с.

14. Платонов С. Современные методы и инструменты оценки коммерческой

эффективности инновационных проектов / С. Платонов // Международная экономика. – 2018. – № 3. – С. 136-142.

15. Уткин, Э.А. Управление инновациями: учеб. пособие / Э.А. Уткин. – М.: ИФРА-М, 2015.– 264 с.

16. Шестакова, С.В. Инновационный подход к деятельности/ С.В.Шестакова, А.А. Мамедов// Московский бухгалтер. – 2018. – № 23. –С. 358-364.

17. Marchenkova I.N., Udovikova A.A., Natalia I. Lyakhova N.I., Nikitina K.A. Innovative approach to enterprise financial condition management by a dynamic model development // Journal of Fundamental and Applied Sciences is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Libraries Resource Directory. We are listed under Research Associations category.- С. 1260-1273.

18. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Перспективы развития науки и высшей школы в свете последних изменений, внесенных высшей аттестационной комиссией // ЭКО. 2007. № 2 (392). С. 13-27.

19. Самарина В.П. Проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий в современную российскую промышленность // Материалы XIX Отчетной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава под редакцией С.Л. Иголкина. 2016. С. 88-91.

20. Самарина В.П. Черная металлургия России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2016. 2016. С. 528-532.

УДК 658.5.018.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

К.С. Шибанов, старший преподаватель

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва

e-mail: shibanov@outlook.com

Аннотация. *Автором статьи предложена методика оценки эффективности использования инструментов бережливого производства, с помощью которой предприятия могут точнее оценивать величину реально достижимого эффекта с учетом влияния имеющихся в компании ограничений. При использовании единой методики оценки БП на основе предложенной системы ограничителей упрощается сравнение результатов различных компаний между собой. Предложенный подход является универсальным и подходит для всех типов предприятий.*

Ключевые слова: бережливое производство; оценка эффективности; методика оценки.

IMPROVEMENT OF METHODS FOR ESTIMATING EFFICIENCY OF LEAN PRODUCTION

K.S. Shibanov, Senior Lecturer

National University of Science and Technology "MISiS", Moscow

e-mail: shibanov@outlook.com

Abstract. *The author of the article proposed a methodology for assessing the effectiveness of the use of lean manufacturing tools, with the help of which enterprises can more accurately assess the value of the actually achievable effect, taking into account the influence of the restrictions available in the company. Using a unified methodology for assessing BP based on the proposed system of limiters, it is easier to compare the results of different companies among themselves. The proposed approach is universal and suitable for all types of enterprises.*

Keywords: Lean; efficiency mark; assessment methodology.

В два последних десятилетия все крупнейшие российские компании базовых отраслей промышленности (нефтехимической, горнодобывающей, энергетической,

металлургической и т.д.), а вслед за ними и предприятия с меньшей капитализацией, активно внедряют инструменты бережливого производства (далее – БП). Поскольку зарубежные компании используют их с конца 80-хх гг., отечественному бизнесу приходится их спешно догонять [1]. В настоящее время применение принципов БП постепенно выходит за рамки производства, и они широко используется в непроизводственных компаниях, при открытии «бережливых» поликлиник, школ, предприятий жилищно-коммунального сектора, транспорта и т.д.

Одновременно с внедрением инструментов БП возникла необходимость оценки результатов их использования, для чего компании либо выбирают одну из многочисленных предлагаемых методик, либо разрабатывают собственную. Отсутствие единого, согласованного и используемого всеми, подхода приводит к некорректному сравнению результатов компаний, различному их толкованию и искажению. В связи с этим, представляется актуальной задача анализа и сравнения имеющихся методик оценки БП с последующим предложением универсального подхода. Это поможет выполнять оценку точнее и позволит более эффективно управлять процессом внедрения БП, что и является темой данного исследования.

Так как БП чаще всего рассматривают как средство увеличения операционной эффективности, то результат его использования обычно определяют через изменение значений ключевых показателей работы предприятия, таких как объем производства, выход годного, расход сырья и т.д. При этом у компаний всегда находятся ограничения, не позволяющие в данный момент реализовать потенциал улучшений в полной мере. Идея предлагаемого подхода заключается в разработке системы возможных ограничений, методов оценки их влияния, и корректирования с их помощью величины реально достижимого эффекта от применения БП.

Для разработки методики оценки БП вначале исследована модель идеальной ситуации, при которой цели БП на предприятии могут реализоваться в полной мере, и отсутствуют какие-либо факторы, которые могут на это повлиять. Поскольку целью БП является изготовление и передача продукции заказчику точно в срок, без проблем с качеством и по договоренной цене, то для этого компании необходимо добиться, чтобы фактическое время изготовления продукции не превышало целевое, равное сумме времени технологической обработки без потерь на транспортировку, хранение запасов, повторную обработку и т.д. Из этого следует, что эффективность внедрения БП можно

устанавливать только путем сравнения фактического времени изготовления товара и времени создания его стоимости [2].

В реальном мире, в отличие от идеального, свое влияние непрерывно оказывают различные факторы, не позволяющие предприятию в настоящее время достичь целевого времени изготовления продукции. Автором выделены наиболее значимые из них, влияние которых следует учитывать при определении достижимого, а не целевого эффекта от внедрения БП. К ним относятся:

1) *регулярность поставок* – если поставщики не интегрированы в цепочку создания стоимости, фактическое время выпуска продукции превышает целевое на величину времени хранения запасов, и это следует учитывать в расчетах;

2) *неустранимые транспортировки*, занимающие время, но которые невозможно избежать из-за особенностей планировки производственных помещений и размещения оборудования;

3) *несовершенство технологий производства*, ни одна из которых не может гарантировать стопроцентное качество, в результате чего часть времени будет по-прежнему затрачиваться на изготовление брака, повторную обработку, исправления;

4) *социальные обязательства компании*, не позволяющие предприятию привести численность персонала к требуемой, из-за избытка которой, как и любого другого вида ресурсов, фактическое время выпуска продукции увеличивается, а переход на вытягивающий способ производства осложняется;

5) *текущее состояние оборудования*, выражающееся в возникновении простоев, в результате которых из-за возникновения ожидания фактическое время цикла производства увеличивается.

С помощью оценки степени влияния каждого фактора предлагается устанавливать, насколько недостижимо целевое время изготовления продукции в настоящее время, и определять величину достижимого эффекта от использования БП для данного предприятия.

Используя предложенную методику, предприятия могут точнее оценивать величину реально достижимого эффекта от БП с учетом влияния имеющихся в компании ограничений. Определение реально достижимого эффекта, в отличие от целевого, теснее связано с эффективностью БП, и, следовательно, мониторинг этого показателя лучше отражает эффективность самого процесса внедрения БП. При использовании единой методики оценки БП на основе предложенной системы ограничителей упрощается

сравнение результатов различных компаний между собой. Предложенная методика является универсальной и подходит для всех типов предприятий.

Список литературы

1. Шибанов К.С., Лещинская А.Ф. Повышение эффективности использования технологии бережливого производства // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 2 (103). – С. 957-960.

2. Шибанов К.С. Исследование особенностей технологии бережливого производства // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 1(102). – С. 1045-1049.

УДК 330.142.211.4

РЕШЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ – КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЧЕТВЁРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Малашенко Валерий Петрович, профессор, доктор экономических наук

Аннотация: *в статье рассмотрены пути и способы решения задач обеспечивающих создание базы развития Четвёртой промышленной революции, в основе которых социальные проблемы, обеспечение стабильного роста благосостояния и уровня жизни населения, действенная защита прав и интересов трудящихся.*

Ключевые слова: *четвёртая промышленная революция; доверие; экономика; уровень жизни; нищета; защита; права; интересы; кризис;экономическая политика; система.*

SOLVING SOCIAL PROBLEMS IS A KEY FACTOR OF DEVELOPMENT FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

Malashenko Valery Petrovich, Professor, doctor of Economics.

Abstract*: the article discusses the ways and means of solving problems ensuring the creation of a development base for the Fourth Industrial Revolution, which are based on social problems, ensuring a stable growth of welfare and living standards, effective protection of the rights and interests of workers.*

Keywords:fourth industrial revolution; the trust; economy; standard of living; poverty; protection; the rights; interests; a crisis; economic policy; system.

О доверии

Основным детонатором большинства экономических кризисов была утрата доверия к власти, сначала предпринимателями, а затем и большинством населения. Нобелевский лауреат по экономике 2008 года Пол Кругман, исследуя причины, прошедших за последнее столетие кризисов - инфляционного 70-х, кризиса фунта стерлингов, кризиса в Японии, азиатского кризиса, кризисов в Мексике, Бразилии, российского дефолта 98-го года, обосновал - первопричиной кризисов была непоследовательность проводимой правительствами этих стран социальной политики и, как результат, потеря ими доверия населения.

Один из примеров - начало Великой депрессии в США, когда население, буквально атаковывало банки забирая вклады и за какие-то три дня разрушило финансовую систему страны.Второй пример. Одной из причин распада Советского

Союза стало печально знаменитое изъятие сторублёвых купюр, затеянное правительством Павлова в 1991 году. В результате - огромные очереди в сберкассах, дефицит товаров, окончательное потеря населением уважения к ЦК КПСС.Или уже российский пример. Вначале 90-х российское общество ожидало, что приход к власти демократов добавит в общественные отношения справедливости, но ожидания не оправдались вызвав апатию и катастрофическое снижение доверия к власти.

Слова Пола Кругмана «Утрата доверия к власти порождает экономический кризис» очень точно отражает значимость понятия *«доверие»*[1].

Генеральный директор Microsoft Сатья Наделла в предисловии к работе Клауса Шваба и Николаса Дэвиса «Технологии Четвёртой промышленной революции»назвал главным в*«современном цифровом мире – доверие»* и выразил мнение о необходимости радикального изменения нормативно-правового климата и законодательства: *«Сила прорывных технологий в сочетании с квалифицированной рабочей силой тем больше, чем интенсивнее применяются эти технологии, а значит, экономический рост и новые возможности станут доступны всему человечеству.Но главное в современном цифровом мире – доверие. Нам нужен новый нормативно-правовой климат, без которого невозможно уверенное применение инновационных технологий. Устаревшие законодательства плохо приспособлены к решению описываемых проблем – это огромная помеха»* [2].

Решение социальных проблем - основное направление создания базы развития Четвёртой промышленной революции

Следует признать, экономические теории, формирующие социальные и политические системы, спасшие миллионы людей от нищеты, определявшие не только экономическую политику многих стран, но и глобальную мировую экономику в целом, не справляются с нынешними проблемами. В мире растет неравенство, а негативные последствия интегрированной глобальной экономики вредят окружающей среде и беднейшим категориям населения, наименее приспособленным к тому, чтобы сносить издержки прогресса. Растущая неприязнь между самой обеспеченной частью населения и всеми остальными говорит о том, что социальное единство ослаблено и находится на грани распада. Общественное доверие к бизнесу, правительствам, средствам массовой информации, самим гражданским обществам во многих странах снизилось до катастрофического предела - существующая мировая экономическая система не справляется со своими задачами.

Нарушение экономических законов и пренебрежение к основам экономических теорий дорого обходится мировой экономике ипривод к экономическим кризисам. Особенно подвержены таким нарушениям тоталитарные режимы, ограничивающие свободы своих граждан, что существенно снижает действенность рыночной экономики.

*В своей з*наменитой работе «Исследование о природе и причинах богатств народов» Адам Смит даёт ответ на самый злободневный вопрос – почему одни народы богатые, а другие бедные: *«Щедрая оплата труда является как неизбежным следствием, так и естественным симптомом роста национального богатства. Скудное существование трудящихся бедняков, с другой стороны, служит естественным симптомом того, что страна переживает застой, а их голодание – что она быстро идёт к упадку»*[3].

Классическую теорию характеризуют два базовых понятия. *Первое.* Не допускается, что при полной занятости населения уровень их расходов может быть *недостаточен*для закупки всей произведённой продукции. *Второе.* Если бы даже уровень общих расходов и оказался недостаточным, включаются такие рычаги регулирования, как *цена и заработная плата, в результате чего снижение общих расходов не повлечет за собой сокращение реального объема производства*, *занятости и реальных доходов населения*. Ещё один из основных постулатов классической теории *– государственное невмешательство в экономику*.

Изучение и понимание классической экономической теории помогала предпринимателям обеспечивать рост объёмов производства и производительности труда, создавать новые рабочие места и увеличивать прибыль, добиваться высоких темпов экономического развития. Но со временем рыночная экономика, следовавшая принципам классической теории, стала давать сбои - увеличилась частота кризисов, возросла безработица, перепроизводство превращала цветущие предприятия в банкротов. По определению Карла Маркса, основной причиной перепроизводства является рост «*неоплаченного капиталистами труда, и огромная диспропорция между доходами трудящихся и владельцами капитала* [4]. При этом продукция, создаваемая *неоплаченным трудом*наёмного работника и безвозмездно присваиваемая капиталистом не участвует в «*совокупном расходе и, естественно, не добавляет в экономикунеобходимое для приобретения всех произведённых товаров количество денег»,* поэтому часть продукции не находит своего покупателя вызывая тем самым *«перепроизводство»*[4].

Периодически мировое сообщество обращает внимание на социальные проблемы. К сожалению, случается это, чаще всего, после глобальных экономических кризисов. Одним из примеров умелого сочетания рыночных механизмов с государственным регулированием экономики были реформы Франклина Делано Рузвельта избранного в 1933 году президентом США на пике самого масштабного мирового экономического кризиса, получившего название «*Великая депрессия»*.

В основе экономического механизма «Нового курса» Рузвельта,*понимание,* что достичь баланса расходов с доходами можно лишь развивая демократические условия сосуществования различных слоев общества и установления справедливости в распределении общественных благ. В поддержку справедливости были приняты новые Законы о деятельности профсоюзов, о заключения коллективных договоров, о порядке объявления и проведения забастовок. Все это обеспечило возможность защиты прав и интересов трудящихся, развитие социального партнерства, как основы взаимодействия между наемными работниками и работодателями. При этом предусматривалось участие представителей Министерства труда в решении конфликтных ситуаций, возникающих при заключении коллективных договоров, получивший широко известное в демократических странах термин «трипартизм».

Стержнем решения проблемы бедности стали меры по повышению потребительского спроса на основе *сбалансирования трех экономических составляющих: цен на товары, заработной платы и издержек.* При этом, если цены на товары и издержки балансировались за счёт конкуренции, то приведение к балансу *«заработной платы»* потребовало усиленной деятельности профессиональных союзов трудящихся.

В мировой экономике не придумали других способов наилучшего решения проблем роста доходов трудящихся, как объединение интересов работников и работодателей. Называется этот способ «Социальное партнёрство». При этом, социальное партнёрство предполагает неукоснительное равенство сторон, а основными инструментами достижения равенства является справедливое трудовое законодательство и действенные профессиональные союзы трудящихся ведущие на равных переговоры с работодателями и добивающиеся справедливых социально-трудовых отношений на производстве.

Во многом этому помогла политика и деятельность президента Ф. Рузвельта: «*Мы убеждены, что труд достоин такого же уважения, как и собственность. Однако*

наши работники физического и умственного труда заслуживают не только уважения. Они имеют право на практическую защиту, которая обеспечила бы им возможность применять свой труд и получать доход, достаточный для достойного и постоянно растущего уровня жизни. Более того, этот доход должен позволять сделать накопления, чтобы обезопасить себя от неизбежных превратностей жизни. То и другое должно быть доступно среднему человеку, если мы хотим избежать роста классовых настроений в нашем обществе. Если механизмы и методы регулирования трудовых отношений не используются в полной мере, то виноваты в этом в равной степени и предприниматели, и рабочие.Пора нам предпринять решительные усилия, чтобы реализовать на деле то единство труда и капитала, которое является одной из высоких целей закона о восстановлении» [5].

Для реализации этого принципа, Ф. Рузвельт предлагал, в первую очередь, избавиться от страха. Знаменательно, на трибуне за которой он выступал на инаугурации в марте 1933 года был лозунг: «*Единственное, чего нам следует бояться – самого страха, безрассудного, безликого, неоправданного ужаса, который парализует усилия, необходимые для превращения отступления в наступление»*[5].
После революции в России капиталистический мир понял, *нельзя загонять трудящихся в нищету,лучшеподелиться частью, чем потерять всё*. И это понимание положительно повлияло на рост благосостояния трудящихся и их *бытие во многих странах*, что, как и прогнозировал Карл Маркс, *повысило самосознание трудящихся, роль гражданского общества и его институтов*, существенно изменило поведение людей, а в экономической науке возникла объективная потребность поиска новых критериев экономического развития. И уже в первой половине XX векапоявилась новая экономическая теория, получившая имя её автора Джона МейнардаКейнса, связавшая воедино экономическое и социальное развитие, определившая *рост потребительского спроса, как основной механизм экономического развития*. Для реализации этого механизма в развитых, демократических странах были созданы условия, обеспечивающие защиту прав и интересов трудящихся на справедливую оплату труда и достойную систему социального обеспечения.

Закономерным продолжением развития экономических теорий стали принципы развития Четвёртой промышленной революции, сформулированныеКлаусом Швабом и Николасом Дэвисомв работе «Технологии Четвёртой промышленной революции»**:** *«Людям, которым посчастливилось пользоваться благами трех предыдущих*

революций,Четвертая промышленная революция даст возможность продолжить восхождение к вершинам развития человечества. При этом она улучшит и жизнь тех, кому пока недоступны преимущества, которые дают технологические системы, должным образом используемые государственными и частными организациями. Если вокруг технологий Четвертой промышленной революции сложатся соответствующие институты, стандарты и нормы, то люди во всем мире смогут стать более свободными, здоровыми,образованными – и жить достойной жизнью, болеебезопасной и экономически защищенной».

Чтобы сформировать *«справедливое и инклюзивное»* будущее,авторы «Технологии Четвёртой промышленной революции» поставилирешение социальных проблем на первое место: «Первая задача:*обеспечить справедливое распределение благ Четвертой промышленной революции. Богатство и благосостояние, созданные предыдущими революциями, были и остаются распределенными неравномерно. Хотя неравенство между странами заметно снизилось с 1970-х годов благодаря быстрому развитию государств, перешедших к рыночной экономике, неравенство внутри стран растет. Среднегодовые доходы в развитых странах снизились на 2,4 % за период с 2011 по 2016 год, а в 2015 году в США впервые за 25 лет было зарегистрировано снижение ожидаемой продолжительности жизни, главным образом из-за ухудшения здоровья белого рабочего класса. Люди могут не иметь возможности использовать преимущества технологий по многим причинам: из-за недоступности, дороговизны или неуместности этих технологий, их предвзятости в явном или скрытом виде или стремления организаций к присвоению прибыли и концентрации богатства»* [1].

Пункт.3 статьи 11 российского Закона «О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности»предоставляет профсоюзам право добиваться внесения в коллективные договора и согласовывать «*Системы оплаты труда, формы материального поощрения, размеры тарифных ставок (окладов), а также нормы труда…»* которые как раз и обеспечивают рост заработных плат. Основной показатель качества этой работы – стабильный рост реальных доходов, обеспечивающий стабильное развитие экономики. Если же посмотреть на проблему роста потребительского спроса в разрезе экономики страны, то задача профсоюзов в части обеспечения стабильного роста доходов становится ключевой - любой кризис можно было бы избежать, если бы профсоюзы не согласовывали несправедливые «*системы оплаты труда», «несправедливые формы материального поощрения и размеры*

тарифных ставок (окладов)» не обеспечивающие достойный уровень жизни трудящихся и рост потребительского спроса!

В.В. Путинв 2017 году, в ходе «Прямой линии» с жителями страны высказал мысль: «*У нас много задач, но первая и самая главная обеспечить рост доходов граждан страны, избавиться от нищеты, от бараков и аварийного жилья, но сделать это можно исключительно развивая должными темпами нашу экономику*».

История России знает немало примеров быстрого роста экономики - годы НЭПа, индустриализация 30-х, послевоенное восстановление, но особенно впечатляют результаты правления одного из самых почитаемых премьер-министров царской России, Петра Аркадьевича Столыпина, реформы которого в начале XX века вывели экономику России в пятёрку самых развитых стран мира. Способ решения задачи экономического возрождения российской экономики в те времена можно выразить словами Столыпина: *«Наше экономическое возрождение мы строим на наличии покупной способности у крепкого достаточного класса на низах».*Думаю, такое направление решения проблем экономического развития остаётся самым действенным и необходимым.

Кстати, крепкий достаточный класс царской России*на низах* в те времена состоял не только из среднего сословия включая учителей, врачей, служащих, но и квалифицированных рабочих, и работящих крестьян.

Список литературы

1. Клаус Шваб, Николас Дэвис. Технологии Четвёртой промышленной революции. М: ООО Издательство ЭКСМО - 2018, - 320с
2. Пол Кругман. Возвращение Великой депрессииМ: ООО Издательство ЭКСМО - 2018,-334 с
3. Адам Смит. Исследование о природе и причинах богатства народовМ: ООО Издательство ЭКСМО - 2008, - 958 с.
4. Карл Маркс. Квинтэссенция всех томов «Капитала» в одной книге. М: Издательство «Книжный дом «ЛИБРОКОМ» - 2011, - 399 с.
5. Франклин Делано Рузвельт. Беседы у камина. М: ООО Издательство ЭКСМО - 2008, - 275 с.

НОВАЯ АМОРТИЗАЦИОННАЯ СИСТЕМА – ОСНОВНОЙ ИНВЕСТОРРЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

Малашенко Валерий Петрович профессор, доктор экономических наук

Аннотация: *В статье рассмотрены проблемы восстановления промышленности России в контексте идеологии четвертой промышленной революции, представлен исторический аспект формирования стратегии реиндустриализации России. Выделена основная задача первого этапа реиндустриализации - восстановление машиностроительной отрасли, которая должна стать базой для расширенного воспроизводства основных фондов российских предприятий, обоснован переход к системе амортизации обеспечивающейвосстановление основных фондов.*

Ключевые слова: *четвёртая промышленная революция, индустриальная экономика, производительность труда, реиндустриализация, основные фонды, амортизация, расширенное воспроизводство, коэффициент износа,инвестиции в основной капитал.*

NEW DEPRECIATION SYSTEM - THE MAIN INVESTOR IN REINDUSTRIALIZATION

Malashenko Valery Petrovich, Professor, doctor of Economics.

Abstract: *the article deals with the problems of restoration of Russian industry in the context of the ideology of the fourth industrial revolution, presents the historical aspect of the formation of the strategy of re-industrialization of Russia. The main task of the first stage of reindustrialization-the restoration of the engineering industry, which should become the basis for the expanded reproduction of fixed assets of Russian enterprises, justified the transition to a system of depreciation to ensure the restoration of fixed assets.*

Keywords: *fourth industrial revolution, industrial economy, labor productivity, reindustrialization, fixed assets, depreciation, extended reproduction, depreciation coefficient, investments in fixed capital.*

Идеология Четвёртой промышленной революции

Говоря о четвёртой промышленной революции**,** нельзя не вспомнить знаменитую работу Джона Кеннета Гэлбрейта «Новое индустриальное общество», 50-летие которой учёный мир отметил в 2017 году. Эта работа стала вехой в мировой социально-

экономической литературе и получила широкое распространение во многих странах мира, в том числе и СССР. Более того, её изучение входило в обязательную программу экономических факультетов советских университетов. В работе Гэлбрейт блистательно предсказал,- «мы живём и будем жить в индустриальной экономике, в системе где определяющую роль играет материальное производства и постоянный прогресс технологий на основе объективных законов развития» [1]. При этом, как показало время, любое игнорирование этих законов ведёт к деиндустриализации и вызывает деградацию экономики и общества.

В чем же причина возросшей в последние годы популярности работы Гэлбрейта «Новое индустриальное общество»?

Ответ на этот вопрос в идеологии нового индустриального общества Гэлбрейта, которая с годами не только не утратила свою актуальность, но и на фоне глубочайших проблем «постиндустриальной экономики» показала свою жизнеспособность. Следует понимать, к основным характеристикам индустриальной экономики относится не только экономическая сфера, включающая независимость от природно-климатических факторов, преобладание индустриального производства, наличие мощных промышленных технологий, господство частной собственности и рыночной экономики, но и политическая, включающая правовое государство и сильные институты гражданского общества, обеспечивающие защиту прав и свобод граждан. Индустриальная экономика немыслима без социальной сферы, которая обеспечивает высокую мобильность и формирующая новую структуру общества на основе перехода от сословий к социальным группам.Существенно дополняет индустриальную экономику духовная сфера, когда человек осознаёт себя как личность и ему открывается возможность самореализации.

На популярность работы не в последнюю очередь повлияло и то, что «Новое индустриальное общество» как, впрочем, практически все работы Гэлбрейта, написана простым, доступным языком, понятным не только экономистам, но и широкой образованной публике.

Для «постиндустриальной экономики» характерен рост доли высококачественных инновационных услуг и снижение этой доли в промышленном производстве, при том, что эффективная инновационная промышленность насыщая потребности экономических агентов, потребителей и населения, наращивая инновационные изменения постепенно снижает темпы своего роста и способствует росту безработицы. Развитие «постиндустриальной экономики» совпало с развитием Всемирной торговой организации

(ВТО), которая способствовала огромному оттоку капитала в развивающиеся страны из стран «постиндустриальной экономики». Развивающиеся страны получили доступ к самым современным технологиям, на основе которых создавались новые производства, развивалась наука. Всё это привело к небывалому росту производства бытовых товаров и мощному потоку этих товаров на мировые рынки. Предприятия развитых стран не выдерживали конкуренции с качественными и более дешёвыми товарами развивающихся стран. В результате в развитых странах закрывались производства и росла безработица.

ВТО превратилось в мощный трубопровод, соединяющий экономики разных стран, по которым в одну сторону перемещаются товары, а в другую деньги, а если экономики этих стран представить в виде бассейнов, уровень наполнения которых соответствует уровню жизни населения этих стран, то можно увидеть, как медленно, но стабильно, по закону сообщающихся сосудов, идёт выравнивание этих уровней, но к сожалению, в основном за счёт снижения уровня жизни населения развитых стран. Не обошли проблемы «постиндустриальной экономики» и российскую экономику. Пятнадцатилетие нефтяного и газового изобилия, позволившее игнорировать законы индустриализации привело страну, несмотря на огромные природные ресурсы и накопленные золотовалютные резервы, к снижению темпов роста ВВП, заработных плат и уровня жизни населения, снижению темпов роста производительности труда и катастрофическому росту износа основных фондов. Примерно так выглядит эра «постиндустриальной экономики» в начале XXI века.

Большим преимуществом корпораций Гэлбрейт считал возможность концентрации капитала, что обеспечивало «применение всё более сложной и совершенной техники в сфере материального производства. Машины заменяли примитивный ручной труд, и, по мере того как они всё шире использовались для управления другими машинами, начинали выполнять более простые функции человеческого мозга» [1]. Эти процессы требовали не только крупных инвестиций, но и привлечение более квалифицированных специалистов и существенному реформированию производственных отношений. Возрастание ценности персонала выводит отношения между работодателем и персоналом на более высокий уровень, при этом термин «управление персоналом» всё чаще заменяется термином «управление человеческими ресурсами» (УЧР), определяемый как «стратегический и логически последовательный подход к управлению наиболее ценным активом предприятия: работающими там людьми, которые коллективно и индивидуально вносят вклад в решение задач предприятия» [4].

Основная задача УЧР - объединение усилий руководителей по всей иерархии управления и работников на основе сближения их интересов. По мере качественного роста индустриализации и снижения безработицы, стали проявляться структурные изменения и в профессиональном составе рабочей силы. Увеличилось численность работников с высшим образованием, повысилась вовлеченность работников в дела корпораций. Корпорации стали шире привлекать работников к деятельности по управлению, повышать мотивацию персонала, применяя коллективные формы оплаты труда, сближающие интересы работников и работодателей.

Рост корпоративного капитала привёл к изменению экономической роли государства «государство берёт на себя задачу регулирования совокупного дохода, расходуемого на приобретение товаров и услуг, в масштабе всей экономики. Оно стремится обеспечить достаточно высокий уровень покупательной способности, позволяющей реализовать всю продукцию, которую может произвести существующая в данный момент рабочая сила» [3].

Движение к индустриальной экономике

Термин «Реиндустриализация» понимается как «*переход от раннеиндустриальной и индустриальной базы производства к его новым технико-технологическим основаниям, перевод производства на более прогрессивный путь развития (высокие технологии) с привлечением достижений информатики, биотехнологий, нанотехнологий, новейших материалов и использованием новых источников энергии»*[3]. *С*ущественно дополняет этот термин рассуждения профессора Бодрунова С.Д.: «*Реиндустриализация в специфических условиях России должна пониматься как разработка и практическое воплощение сугубо внутренних взаимосвязанных индустриальных проектов, создающих потребительные стоимости как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Итогом реиндустриализации должен явиться, во-первых, устойчивый экономический рост, базирующийся на конкурентных рынках товаров и капитала; во-вторых, социально устойчивый рост, базирующийся на социально ориентированном распределении доходов; в-третьих, экологически ориентированный рост, базирующийся на установлении равновесия между экономической активностью и окружающей средой»* [3].

Но, на мой взгляд, прежде чем говорить ореиндустриализации, необходимо создать условия при которых в процессы реиндустриализации будут вовлечены многомиллионные коллективы трудящихся российских предприятий. А сделать это можно лишь при *устойчивом экономическом росте, базирующемся на росте производительности труда в*

сочетании с устойчивым социальным развитием, на основе социально-ориентированном распределении доходов, обеспечивающем участие трудящихся в получении доли чистой прибыли по результатам производственно-финансовой деятельности предприятий.

Новая система амортизации

Показательно, степень износа ОФ российских предприятий в 1991 году был равен 35,4%, а в 2017 году достиг уровня 48,1% - увеличение составило 35,87%. При этом стоимость ОФ на конец 2017 года [4] составила всего 197,373 трлн. руб. или смешные 3,0 трлн. дол. США (1 доллар = 65,8 руб.). На мой взгляд, такой уровень стоимости ОФ характеризует не только низкий уровень инвестиций в воспроизводство ОФ за эти годы, но и их явную недооценку, что существенно снижает объём налога на имущество и размер амортизационных начислений.

Начиная с 1991 года в России снижается спрос на оборудование, машины и механизмы, что привело к существенному снижению объёмов производства и численности персонала машиностроительной отрасли. Только с 2000 по 2017 годы численность работников машиностроительной отрасли снизилось с 2 081 000 до 682 000 человек. Снижение спроса на продукцию машиностроительной отрасли существенным образом отразилось на рост плановых и неплановых (аварийных) ремонтов и численности ремонтного персонала предприятий.

В 1994 году, в связи с высоким уровнем инфляции, по постановлению Правительство РФ приняла постановление о проведению переоценки ОФ предприятий, которая до 1998 года были обязательной для всех организаций на территории РФ. Но уже 24 июня 1998 г., согласно постановлению Правительства № 667 начиная с 1998 года переоценка ОФ была признана необязательной и предприятия получили право проводить переоценку лишь в случае, если балансовая стоимость объектов основных фондов превышала текущие рыночные цены. «Пороговое» значение было превышено уже в 2011 году, но решение о переоценке принято не было.

По данным Росстата [5], с 2010 по 2017 год стоимость основных фондов увеличилось на 104,188 трлн. руб. (111,8%), коэффициент обновления ОФ составил 39,47%, коэффициент выбытия 6,57%, а степень износа основных фондов за этот период увеличился на 1,0%, с 47,1% до 48,1%.

Данные о состоянии основных фондов и их качестве представлены в таблице 1

Таблица 1

№ п/п	Показатели	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Стоимость ОФ, млрд. руб.	93185	101938	121269	133522	147430	160725	183404	197373
2	Увеличениестоимости ОФ, млрд. руб.	10882	8753	19331	12253	13908	13295	22679	13969
3	Инвестиции в основной капитал, млрд. руб.	9152,1	11035,7	12586,1	13450,2	13902,6	13897,2	14748,9	15966,8
4	Стоимость выбывших ОФ, млрд. руб.	739,5	809,0	842,9	928,2	1170,1	1591,3	1467,2	1579, 0
5	**Разница** (4-3-5) млрд. руб.	**-2469,4**	**1473,7**	**-7587,8**	**269,0**	**-1175,5**	**-989,1**	**-9397,3**	**4188,0**
6	Коэффициент выбытия ОФ, %	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0	0,8	0,8
7	Коэффициент обновления ОФ, %	3,7	3,9	4,8	4,6	4,3	3,9	4,4	4,4
8	Степень износа ОФ, %	47,1	**51,3**	**47,7**	48,2	**49,4**	**47,7**	48,1	48,1
9	Рост + (снижение -) степени износа ОФ, %	+3,9	+8,9	**-7,1**	+1,0	+2,48	**-3,45**	+ 0,4	0
10	Сумма начисленнойамортизации, за весьпериод млрд. руб. (1 х 8/100)			57845,1	64357,6	72830,4	76665,8	88217,3	94936,4

Исследования динамики степени износа основного технологического оборудования ряда предприятий горно-металлургического комплекса Белгородской области, анализ статистических данных состояния ОФ российских предприятий, дали возможность обосновать основные причиныкритического износа основных фондов на российских предприятиях:

1.Отсутствие системности воспроизводства ОФ.

2.Постановление № 667 от 24 июня 1998г. и ряд статей Налогового кодекса остановившая переоценку ОФ существенно искажают расчёты показателя степени износа ОФ на российских предприятиях в сторону его уменьшения.

3.Применяемая в России система амортизации, регламентирующая 25 главой Налогового Кодекса РФ, не обеспечивает воспроизводство основных фондов.

Данные об использовании начисленной амортизации представлены в таблице 2

Таблица 2

№ п/п	Показатели	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Сумма за 2013-2017 годы
1	Инвестиции в основной капитал, млрд. руб. (табл.14.3)		3450,2	13902,6	13897,2	14748,9	15966,8	**71965,7**
2	Сумма начисленной амортизации, за весь период эксплуатации ОФ млрд. руб.	7845,1	4357,6	72830,4	76665,8	88217,3	94936,4	
3	Сумма начисленной амортизации за год млрд. руб.		6512,5	8472,8	3835,4	11551,5	6809,1	**37181,3**
4	Инвестиции в ОФ из собственных средств, млрд. руб.		549,9	4742,3	5271,1	5750,7	6268,2	**26582,2**
5	Доля инвестиций в ОФ из собственных средств предприятий %		3,8	34,1	37,9	38,8	39,2	**36,9**
6	Сумма неиспользованной амортизации. млрд. руб.		962,6	3730,5	-1435,7	5800,8	540,9	**10599,1**

Как видим по данным таблицы 2 сумма начисленной за последние 5 лет амортизации составила 37,091 трлн. руб., а инвестиции из собственных средств предприятий (табл.14,5 Россия в цифрах 2018) всего 26,582 трлн. руб. И если принять за основу, что собственные средства предприятий, используемые на инвестиции это

амортизационные отчисления, то только за последние 5 лет более 10 трлн. рублей амортизационных отчислений не были израсходованы на воспроизводство ОФ.

Для своевременной замены морально и физически изношенных ОФ необходимо:

1.Перейти от системы амортизации, обеспечивающей возврат ранее затраченных на приобретение основных фондов средств, к системе, направленной на накопление средств и формирование на предприятиях специальных амортизационных фондов, средства которых должны использоваться исключительно на воспроизводство основных фондов.

2.Создать условия невыгодности использования физически и морально изношенных ОФ.

3. С целью более точного определения степени износа основных фондов предприятий, одновременно с переоценкой основных фондов, проводить переоценку суммы амортизационных начислений, используемых при расчёте степени износа.

4. С целью повышения мотивации собственников предприятий в своевременном воспроизводстве основных фондов, результаты переоценки основных фондов и амортизационных начислений должны использоваться в целях налогового учета.

Предложенные изменения создадут возможность не только возврата ранее затраченных средств на приобретение основных фондов, но и накопление их для простого воспроизводства, обеспечат мотивационные предпосылки к расширенному воспроизводству основных фондов. При этом у владельцев предприятий исчезнет иллюзия высокорентабельного производства, подтолкнет их к поиску путей и способов снижения издержек производства, замене старого изношенного и морально устаревшего оборудования на новое, высокотехнологичное, что обеспечит рост производительности труда.

Инвестиционная активность предприятий, несомненно, вызовет увеличение спроса на продукцию машиностроительной отрасли, обеспечит началореиндустриализации и позволит российской экономике сделать существенный шаг от названия «сырьевой».

Список литературы

1. Джон Кеннет Гэлбрейт Новое индустриальное общество. Избранное. М: ООО «Издательство «Эксмо» 2008. 1198 с.

2.И.А. Благих, С.Д. Бодрунов, Л.Н. Даниленко, А.М. Кулегин, С.В. Лебедев, И.В. Лукоянов. Монография. Гэлбрейт: Возвращение. М: Изд-во Культурная революция, 2017. 424 с.

3. С.Д. Бодрунов, Монография Формирование стратегии реиндустриализации России. Институт нового индустриального развития (ИНИР). СПб., 2013.-680 с.

4. Краткий статистический сборник. Россия в цифрах 2018, Раздел 3. «Национальное богатство» стр. 63-65.

5. Российский статистический сборник. Россия в цифрах 2018, Раздел 14. «Основные фонды» стр. 299-308.

СЕКЦИЯ: НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 5353.05

ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ОЗЕРА СОРБУЛАК

Ниязов М.Н. докторант PhD, НС, marat--90@mail.ru

Воронова Н.А. доктор PhD, natvoronova@mail.ru,

Ходарина Н.Н., НС, hodarinan@mail.ru

Казахский национальный педагогический университет им. Абая

Ефимов А.К., доцент, к.ф.-м.н., efimov.031@mail.ru

Старооскольский технологический институт им. А.А.Угарова НИТУ "МИСИС", Россия, Старый Оскол

Купчишин А.И., проф., д.ф.-м.н., ankupchishin@mail.ru,

Есырев О.В., проф., д.б.н., eov1939@mail.ru

Казахский национальный педагогический университет им. Абая

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Аннотация. Исследовано воздействие различных видов радиации на донные отложения озера Сорбулак. Получены зависимости интенсивности I от времени t как для необлученных, так и для облученных электронами и гамма-квантами биоматериалов. Получено, что кривые зависимости I(t) удовлетворительно описываются в рамках экспоненциальной модели.

Ключевые слова: донные отложения; биоматериал; облучение; микроорганизмы; очистные сооружения

THE EFFECT OF RADIATION ON THE BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE SORBULAK

A.I. Kupchishin[1,2,a], M.N. Niyazov[1], N.A. Voronova[1], N. N. Hodarina[1], O.V. Esyrev[2], Efimov A.K.[3]

[1] Abay Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

[2] Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

[3]Starooskolsky Technological Institute. A.A. Ugarova NITU "MISIS", Russia, Stary Oskol

ankupchishin@mail.ru, marat--90@mail.ru, natvoronova@mail.ru, hodarinan@mail.ru, eov1939@mail.ru, efimov.031@mail.ru

Abstract. Affecting of different types of radiation on the bottom sediments of Lake Sorbulak was investigated. The dependence of intensity I on time t are obtained for both non-irradiated and biomaterials irradiated with electrons and gamma-quanta. It was found that dependence curves I(t) are satisfactorily described in the framework of the exponential model.
Key words: bottom sediments; biomaterial; irradiation; microorganisms; treatment facilities.

Введение

Важной экологической проблемой является защита окружающей среды и сохранение устойчивого развития промышленности. Изучению условий осадконакопления в озёрах уделяется наибольшее внимание [1]. Внедрение новых и модернизация имеющихся технологий, увеличение производства приводят экологической проблеме чистоты вод, донных отложений (ДО) и использованию прибрежных материалов в народном хозяйстве [2, 3]. Процесс накопления тяжелых металлов в донных отложениях внутренних водоемов, рек и каналов характеризуется достаточно высоким содержанием в них фосфат-ионов [4, 5]. Неочищенные воды попадают в канализацию, на городские очистные сооружения [6, 7]. Основными характеристиками степени очистки донных отложений и биоматериалов являются скорость их осаждаемости и иловый индексв. Индекс хорошего осаждения около 60 мл/г, менее плотный 80 – 90 мл/г, а выше 300 мл/г свидетельствует о нарушении работы очистного сооружения [8]. Для получения представления о состоянии микроорганизмов после облучения потоками частиц проводятся определение их количества по сухому весу, зольности, и наблюдение за жизнедеятельностью простейших и коловраток с помощью микроскопа [9, 10]. Настоящая работа посвящена исследованию влияния электронного и гамма излучений на донные отложения озера Сорбулак.

Методика эксперимента. Схема специальной установки для исследования необлученных и облученных ДО представлена на рисунке 1, которая состоит из лазерного источника красного цвета длиною монохроматичной волны 780 нм; детектора излучения (фотодиодный датчик с диапазоном измерения 0 – 15000 Люкс); электронного блока корейской фирмы «Science cube» – это измерительная цифровая лаборатория нового поколения; стоек и различных держателей. Между лазером и детектором устанавливались донные отложения озера-накопителя, помещенные в колбу с водой объемом 25 мл. Так как исследование свойств донных отложений зависит от концентрации, его определение проводят при постоянной дозе ДО (равной 30 г/л). В проведенных исследованиях

снималась зависимость интенсивности света от времени. Время проведения эксперимента равно примерно две минуты.

Облучение образцов электронами и фотонами проводилось на линейном ускорителе ЭЛУ-6 с энергией 2 МэВ в воздушной среде. Образцы для облучения помещались на расстоянии 40, 60 см от выходного окна ускорителя. Величина тока пучка составляла 0,1 – 0,2 мкА/см^2, доза облучения электронами (77 минут) – 500 кГр, а фотонами (48 секунд) – 3Р. Аналогично исследованы необлученные и облученные образцы, полученные два года назад с одинаковыми дозами.

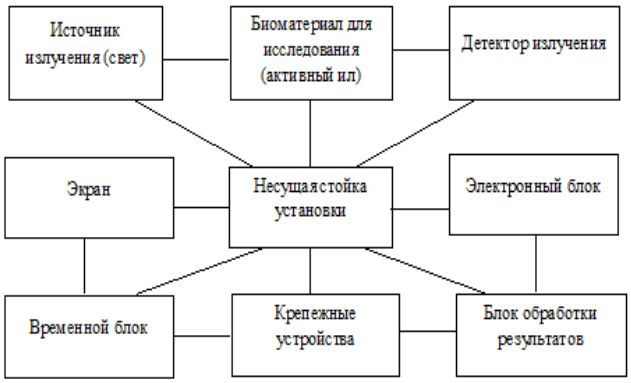


Рис. 1. Схема прохождения излучений через биоматериал

Результаты и обсуждение. Экспериментальные исследования оптическим методом по влиянию электронного и гамма излучений на донные отложения показали, что полное оседание происходит в течении ~ двух минут. Величина интенсивности сначала в интервале времени 0 – 20 секунд – резко возрастает, а затем постепенно выходит на насыщение (рисунки 2, 3). Установлено, что пучки частиц существенно влияют на конкретные зависимости донных отложений (гамма-кванты и рентгеновское излучение). Хотя, характер зависимости I от t после облучения не меняется.

Электронное облучение дозой 500 кГр биоматериала увеличивает скорость оседания по сравнению с необлученными образцами. Как видно на рисунке 3 для кривой 2, облученных биоматериал фотонами 3 Р скорость оседания уменьшается. Что свидетельствует об активности микроорганизмов, находящихся в донных отложениях, активизируется при облучении. Погрешность экспериментов составляет ~ 5%.

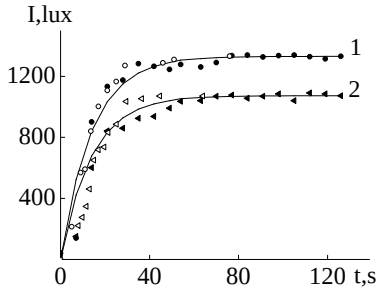


Рис. 2. Зависимость интенсивности от времени для необлученных (1) и облученных электронами дозой 500 кГр (2) донных отложений

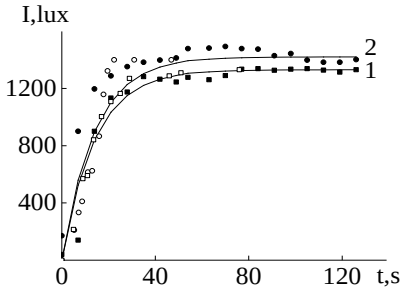


Рис. 3. Зависимость интенсивности от времени для необлученных (1) и облученных фотонами дозой 3 Р донных отложений

белые фигуры – экспериментальные данные 2016; черные фигуры – экспериментальные данные 2018 года; сплошная линия – расчет

Получено, что изменение поведения микроорганизмов после облучения потоком высокоэнергетических электронов разные годы произошло незначительно, которое объясняется их истреблением после облучения электронами большой дозой в течении длительного времени (500 кГр, 77 минут). Сразу после облучения фотонами гамма-излучения активность биоматериала повышается (по данным опытов 2016 года), а материал, облученный в 2018 году менее активен. Такое поведение связано с частичным вымиранием микроорганизмов в течении двух лет в контейнерах. Экспериментальные данные объяснены в рамках предложенной авторами экспоненциальной (каскадно-вероятностной) модели [11]:

$$I = I_0\left(1 - \exp\left(-t/t_0\right)\right),$$

где I_0 – интенсивность при полном оседании донных отложений, а t_0 – время в течение, которого величина $I/I_0 - 1$ материала уменьшается в e – раз. Для данного исследования t_0 составило 12 секунд. Расчетные зависимости удовлетворительно описывают полученные экспериментальные кривые.

Таблица 1. Зависимость параметров I_0, t_0 от дозы и вида облучения

D	I_{max}, (Lux)	I_0, (Lux)	t_0, (s)	год
0	1330	1330	14	2018
500 (кГр)	1072	1070	12	2016
500 (кГр)	1072	1070	12	2018

3 (P)	1420	1420	15	2016
3 (P)	1420	1400	15	2018

Выводы

1. Изучено влияние электронного и гамма излучений на донные отложения озера Сорбулак. Получены закономерности зависимости интенсивности от времени как для необлученного так и для облученного биоматериала, имеющие одинаковый характер. В интервале времени 0 – 20 секунд интенсивность резко возрастает, а при t > 20 с постепенно выходит на насыщение.

2. Облучение образцов биоматериала приводит к значительному изменению оптических свойств донных отложений, связанных с сокращением активности микроорганизмов.

3. Кривые зависимости I от t удовлетворительно описываются в рамках экспоненциальной модели.

Список литературы

1. Тюменев С.Д., Достай Ж.Д. Управление водоснабжением и водоотведением города Алматы/Монография. Алматы: Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева. Институт географии, 2009. 224 с.

2. Guschina LA., Harwood J.L. Algal lipids and theirmetabolism// Algae for biofuels and energy/ Eds. M.A. Borowitzka, N.R. Moheimani. Dordrecht; Heidelberg: New York; London: Springer. 2013. P. 17-36.

3. Feinendegen L.E. Quantification of Adaptive Protection Following Low-dose Irradiation // Health Phys. 2016. Vol. 110, № 3. P. 276-280.

4. Возможности биотехнологической переработки сельскохозяйственных отходов с использованием микроводорослей/ Соловченко А.Е. [и др.]// Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 16. Биология. 2013. № 4. С. 38-48.

5. Stress-induced changes in optical properties, pigmei and fatty acid content of Nannochloropsis sp.: implications f(non-destructive assay of total fatty acids/ Solovchenko A., Khozin-Goldberg I., Recht L., Bouss ba S. // Mar. Biotechnc. 2011. Vol. 13. P. 527-535.

6. Integrated green algal technology for bio re mediation and biofuel/ P Sivakumar G., Xu J., Thompson R.W., Yang Y., Randol Smirh P., Weathers.J. // Bioresour. Technol. 2011.

7. Кириенко Н.И., Усенко О.М., Мусий Т.О. Изменчивость биохимического состава водорослей (обзор)// Гидробиол. Журнал. 2014. Т. 50, № 5. С.54-71.

8. Pittman J.K., Dean A.P., Osundeko O. The potential of sustainable algal biofuel production using wastewater resources// Bioresour. Technol. 2011. Vol. 102. P. 17-25.
9. Дзюбан А.Н. Метаногенез и деструкция органического вещества в донных осадках техногенных водных объектов// Водные ресурсы. 2014. Том 41, № 3. С. 330-338.
10. Braun R., Brachtl E., Grasmug M. Co digestion of protein aceous industrial waste// Appl. Biochem. Biotechnol. 2003. Vol.109. P. 139-153.
11. Voronova N.A., Kupchishin A.I., Taipova B.G. «Nanoclusters and Electron Irradiation Effect on Mechanical Properties of Polyimide-Based Composite»// Key Engineering Materials. 2018. Vol. 769. PP. 72-77. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.769.72
12. Uniaxial Stress and Electron Irradiation Effects on Nanochains Straightening in Film Polymer Materials/ Voronova N.A., Kupchishin A.I., Niyazov M.N., Lisitsyn V.M. // Key Engineering Materials. 2018. Vol. 769. PP. 78-83. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.769.78

УДК 5353.05

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ПВА В МАТЕРИАЛАХ, ОБЛУЧЕННЫХ ЛЕГКИМИ ИОНАМИ В РАМКАХ КВ-МЕТОДА

Шмыгалева Т.А., проф., д.ф.-м.н., shmyg1953@mail.ru, **С.А. Шафии,** студент 2 курса

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, Алматы

Купчишин А.И., проф., д.ф.-м.н., ankupchishin@mail.ru,

Купчишин А.А., к.ф.-м.н., aak1974sasha@mail.ru,

[1] Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, Алматы

[2]Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Казахстан, Алматы

Ефимов А.К., доцент, к.ф.-м.н., efimov.031@mail.ru

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова НИТУ "МИСИС", Россия, Старый Оскол

Аннотация. Проведено математическое моделирование энергетических спектров первично-выбитых атомов и концентрации вакансионных кластеров в меди, облученной протонами и альфа-частицами в рамках каскадно-вероятностного метода. Модель позволяет проследить весь процесс дефектообразования в динамике, а результаты могут быть использованы в промышленности для получения материалов с наперед заданными свойствами.

Ключевые слова: моделирование; первично-выбитые атомы; дефектообразование; аппроксимация; протон.

MATHEMATICAL MODELING OF PEA ENERGY SPECTRA IN MATERIALS IRRADIATED WITH LIGHT IONS IN THE FRAMEWORK OF THE CB-METHOD

TA Shmygaleva[1], A.I. Kupchishin[1,2], A.A. Kupchishin[2], Efimov A.K.[3], S.A. **Shafii[1]**

[1] Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

[2] Abay Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

[3]Starooskolsky Technological Institute. A.A. Ugarova NITU "MISIS", Russia, Stary Oskol

shmyg1953@mail.ru, ankupchishin@mail.ru, aak1974sasha@mail.ru, efimov.031@mail.ru

Abstract. Mathematical modeling of energy spectra of primary-emitted atoms and concentration of vacant clusters in copper irradiated by protons within the frameworks of cascade-probabilistic

method was carried out. The model allows to trace the whole process of defect *formation in dynamics, and the results can be used in the industry to obtain materials with pre-defined properties.*

Key words: modeling; primary-emitted atoms; defect formation; approximation; proton.

Введение. Одной из важных задач радиационной физики твердого тела является моделирование радиационной повреждаемости твердых тел, облученных заряженными частицами. Изучение строения твёрдого тела с новыми свойствами для практического использования, полученными в результате облучения[1, 2] представляют большой интерес. Воздействие заряженных частиц на вещество нарушает структуру твердого тела и образует радиационные дефекты [3 – 9], связанные с генерацией первично, вторично-выбитых атомов т.д. Дефекты в виде каскадных областей вакансионного типа генерируются при протонном облучении. При этом основной характеристикой повреждаемого материала является энергетический спектр первично-выбитых атомов на различных глубинах облучаемого материала. Его знание дает возможность рассчитать количество образующихся дефектов, моделировать их распределения по глубине, размерам, т.е. можно достаточно эффективно проследить весь процесс в динамике на любой глубине облучаемого материала. В работе получены модели спектров ПВА и концентрации кластеров, и произведены их расчеты по глубине в материалах, облученных протонами. Проведено сравнение с ранее полученными результатами. Работа выполнена в рамках каскадно-вероятностного метода.

Методика расчета. Расчет спектров первично-выбитых атомов в материалах, облученных протонами и альфа-частицами, проводился по формуле [6]:

$$W(E_0, E_2, h) = \frac{E_d E_{2\max}}{E_2{}^2 (E_{2\max} - E_d)} \sum_{n=0}^{n_1} \int_0^h \exp(-\ln n! - n \ln \lambda_0 - \frac{1}{\lambda_0 ak} \ln\left(\frac{E_0'}{E_0' - kh'}\right) - \frac{h'}{\lambda_0} +$$

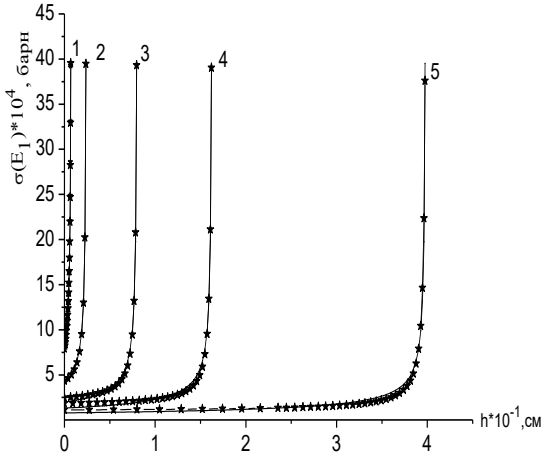
$$n \ln\left(h' + \frac{\ln\left(\frac{E_0'}{E_0' - kh'}\right)}{ak}\right) - \frac{h - h'}{\lambda_2} - \ln \lambda_1(h') - \ln \lambda_2) dh'', \qquad (1)$$

где E_d – пороговая энергия смещения, E_{2max} – максимально возможная энергия, приобретенная атомом, $\lambda_1(h')$ и λ_2 – пробеги смещения протон- и атом-атомных смещений, n_1 – максимальное число соударений при протонном облучении. Расчет концентрации радиационных кластеров при протонном облучении вычисляется из соотношения:

$$C_k(E_0,h) = \int_{E_c}^{E_{2\max}} W(E_0,E_2,h)dE_2\,, \qquad (2)$$

E_2 – энергия первично-выбитого атома, E_c – пороговая энергия на образование кластера.

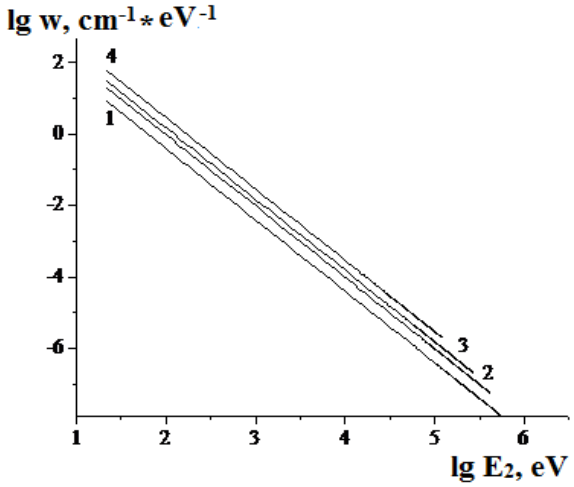
Результаты и их обсуждение. Интегральное сечение взаимодействия рассчитано по формуле Резерфорда [10], получены глубины проникновения из таблиц пробегов и тормозных способностей для легких ионов [11]. Найдены параметры аппроксимации, входящие в выражение для КВФ и спектров ПВА, а результаты представлены на рисунке 1. Отметим, что E_0' – коэффициент аппроксимации, а коэффициенты σ_0, a, E_0', k находятся по методу наименьших квадратов. О весьма хорошем подборе аппроксимаций свидетельствует то, что теоретическое корреляционное отношение для всех элементов и энергий в диапазоне от 5 до 50 МэВ колеблется в интервале от 0,99 до 0,999. Подбор аппроксимационных кривых для протонов труден, а оптимальные значения зависят от начальных данных, для протонов 4 аппроксимационных параметра. Также шаг по h сильно колеблется, а при больших значениях сечений шаг по h и сами значения глубин малы, процесс подбора вида аппроксимационных кривых усложняется в области малых значений первоначальной энергии частицы для протонов. Вообще с увеличением первоначальной энергии подбор кривых осуществляется лучше. Для тяжелых элементов (для Mo) в отличии с легкими, аппроксимационная кривая подбирается несколько легче. Характер КВФ зависимости от n для различных h сначала возрастают, достигают максимума и далее убывают. По формуле (1) выполнялся расчет спектров ПВА. Анализ результатов расчета показывает, что зависимость спектров ПВА от энергии ПВА – убывающие функции. Получено, что рост первоначальной энергии протона (рисунок 3) уменьшает значения концентрации ПВА, с увеличением глубин проникновения увеличиваются (рисунок 2). Сравнение результатов спектров ПВА, рассчитанных по формуле (1) с результатами, полученными ранее в [12] (рисунок 3 пунктиром) показали неплохое согласие.



E_0 = 5(1), 10(2), 20(3), 30(4), 50(5) МэВ

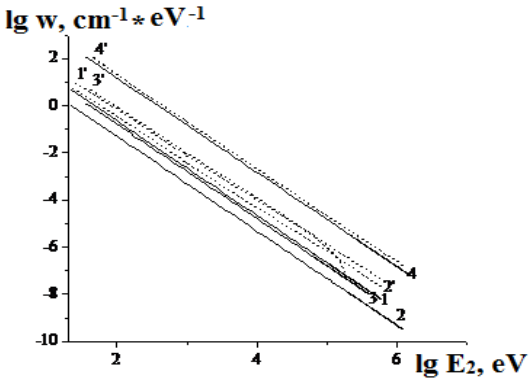
Точки – расчетные данные, сплошная линия – аппроксимация (кривые 1 – 5 соответственно)

Рис. 1. Зависимости модифицированного сечения КВФ от h для протонов в меди



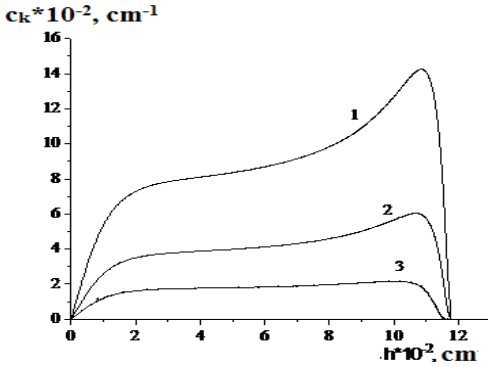
E_0 = 10 МэВ; h = 20(1), 110(2), 181(3), 226(4) мкм

Рис. 2. Зависимость $w(E_0, E_2, h)$ от E_2 для протонов в Cu



1 – p-Cu, h = 10 мкм, E_0 = 10 МэВ; 2 – p-Cu, h=8 мкм E_0 = 20 МэВ; 3 – p-Mo, h = 10 мкм, E_0 = 10 МэВ; 4 – α-Mo, h = 10 мкм, E_0 = 10 МэВ (расчеты по формуле 1), 1′ – 4′ (расчеты из [12])

Рис. 3. ПВА спектры в Cu и Mo на различных глубинах при протонном и альфа-облучениях



E_0 = 25 МэВ E_c = 50 кэВ (1), E_c = 100 кэВ (2), E_c = 200 кэВ (3)

Рис. 4. Концентрации радиационных дефектов от глубины для Cu при протонном облучении

Как видно есть небольшое различие, связанное с тем, что авторы [12] для вычисления спектра ПВА взяли усредненное значение по глубине длины свободного пробега на образование ПВА, а в данной работе использовался пробег, учитывающий потери энергии на ионизацию и возбуждение в процессе генерации ПВА. Также небольшое отличие показывают сравнительные результаты протонов в меди и молибдене с альфа-частицами в молибдене (рисунок 3). На рисунке 4 представлены расчеты концентрации радиационных дефектов при протонном облучении формулой (2). Для легких мишеней кривые возрастают, достигая максимума, затем убывают до нуля. Значения концентрации радиационных кластеров возрастают с увеличением первоначальной энергии частицы с более выраженным максимумом. Аналогичное поведение наблюдается с возрастанием атомного номера мишени. Концентрации уменьшаются с увеличением пороговой энергии E_c. Переход через максимум осуществляется плавней и кривые проходят значительно ниже.

Выводы. Проведено моделирование энергетических спектров ПВА и концентрации вакансиионных кластеров в материалах, облученных протонами. Выполнен подбор аппроксимационного выражения и найдены параметры аппроксимации для различных значений первоначальной энергии. Произведены расчеты каскадно-вероятностных функций. Представлены алгоритмы и выполнены расчеты спектров первично-выбитых атомов в зависимости от энергии ПВА при различных значениях первоначальной энергии и глубин. Проведено сравнение результатов расчетов с расчетами производимыми ранее. Имеется неплохое их согласие. Произведены расчеты концентрации дефектов при различных значениях пороговой энергии. C_k в зависимости от h, сначала они возрастает, затем, достигает максимума и далее убывает.

Список литературы

1. Calculation of ion stopping in dense plasma by the Monte-Carlo method/ Kodanova S.K. [and etc.]// Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 946, No.1. P. 148-154.
2. Microstructure and Physical-Mechanical Properties of (TiAlSiY)N Nanostructured Coatings Under Different Energy Conditions/ Smyrnova K.V. [and etc.]// Metals and Materials International. 2018. Vol. 24, No.2. P. 241-439.
3. Komarov F.F. Nano- and microstructuring of solids by swift heavy ions// Physics-Uspekhi. 2017. Vol. 187, No.5. P. 465-504.
4. Simulation of radiation effects in SiO2/Si Structures/ Komarov F.F. [and etc.]// Acta Physica Polonica A. 2015. Vol. 3, No.1. P. 854-860.
5. Drastic structure changes in pre-damaged GaAs crystals irradiated with swift heavy ions/ Komarov F. [and etc.]// Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. 2015. Vol. 360, No.4. P. 150-155.
6. Cascade and probabilistic method, solution of radiation and physical tasks, Boltzmann's equations. Communication with Markov's chains: Monograph/ E.G. Boos [and etc.]. Almaty: KazNPU after Abay, SRI for NChTaM under al-Farabi KazNU, 2015. 388 p.
7. Relationship between Markov chains and radiation defect formation processes by ion irradiation/ Kupchishin A.I. [and etc.]// Modern Applied Science. 2015. Vol. 9, № 3. P. 59-70.
8. Calculation of the spatial distribution of defects and cascade-probability functions in the materials/ Kupchishin A.I. [and etc.]// Journal of Physics: 552. 2014. P. 1-7.
9. Computer modeling of depth distribution of vacancy nanoclusters in ion-irradiated materials/ N.A. Voronova [and etc.]// Key Engineering Materials. 2018. Vol. 769. P. 358-363.

10. Динс Дж. и Винйярд Дж. Радиационные дефекты в твердых телах. М. 1960. 243 с.

11. Немец О.Ф., Гофман Ю.В. Справочник по ядерной физике. Киев: Наукова думка, 1975. 416 с.

12. Босс Э.Г., Купчишин А.И. Решение физических задач каскадно-вероятностным методом. Алма-Ата: Наука, 1988. Т.2. 144 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ И ФЛЮСУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В АГРЕГАТАХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Л.Н. Крахт, В.О.Казарцев, Н.А. Киселева

Теоретические и технологические основы производства железорудного агломерата представлены, например, в работах [1], диссертациях [2, 3] и других публикациях [4]. Конвейерная агломерационная машина для спекания агломерата и металлизации его газом хвостовой части [1, 2, 4] включает: аглоленту, питатель ленты с постелью, питатель ленты шихтой, зажигательный горн, газовый горн для повторного разогрева пирога агломерата перед металлизацией, вакуум-камеры, эксгаустер, газовые камеры, воздуходувки и другое оборудование. Процесс смешения аглошихты оказывает существенное влияние на равномерность распределения на ленте компонентов сырья, что влияет на показатели качества агломерата.

Обычно о металлургической ценности, например, агломерата судят, в первую очередь, по содержанию железа, но эта оценка не отражает многих специфических свойств железорудного сырья.

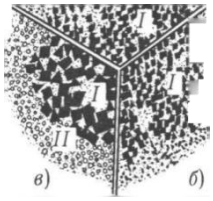
К основным критериям оценки относятся следующие: доля железа, тип основного железосодержащего материала, состав и свойства пустой породы, наличие полезных и вредных примесей, стабильность химического состава, кусковатость, прочность. При этом очень хороший качественный состав железорудного сырья следующий: Fe — 60...70 %, MgO — 0,5...6,0 %, CaO — 2... 10 %, МпО — 0,5...1,0 %, SiO_2 — 0...5 %, S — 0...0Д %, P — 0...0,05 %, $A1_2O_3$ — 0...2 %; а качественный состав очень плохой: Fe — 40...45 %, MgO — 0...0Д %, CaO — 0...0,5 %, МпО — 0...0Д %, SiO_2 — 20...35 %, S — 1...5 %, P — 0,2...1,0 %, $A1_2O_3$ — 5...10 %.

Железорудные агломераты и концентраты в основном используются в доменном производстве [4], однако значительное [3] сокращение объёмов подготовки и переработки металлического лома вынуждает технологов повышать расход чугуна на выплавку стали, а для компенсации теплового баланса и улучшения шлакового режима плавки изыскивать и применять в качестве охладителей и присадок на шлакообразование железосодержащие агломераты, концентраты и окатыши.

В работах [3] изучено использование железорудного агломерата в виде качественного сырья для выплавки феррохрома и стали в электрических печах и кислородных конвертерах. При производстве агломерата существенная роль [1, 8] отводится процессам шихтовки и окомкования, а также спеканию, т. е. процесс

превращения гранулированной шихты в агломерат происходит в несколько этапов.

Процесс превращения гранулированной шихты в агломерат происходит через следующие этапы. На начальной стадии нагрева за счёт тепла зажигательного горна (до зажигания основной массы кокса) шихта начинает спекаться при относительно низких температурах, не превышающих 1 000 °С, и высоком парциальном давлении в газовой фазе. На этом этапе реакции взаимодействия активно проходят только в мелкодисперсной части шихты (накатах, однослойных гранулах, некомкованной шихте). Твердофазные реакции начинаются с окисления магнетита, спекания рудных зёрен и ферритообразования. В участках агломерата, не прошедших зоны высоких температур, возврат остаётся без изменения, крупные куски руды окисляются, включения известняка ферритизируются, структура окомкованной шихты сохраняется (рис. 1).



а — исходная гранула; б — нагретая до 1 000 °С; в — после обжига; I — возврат; II — накат; 1 — кристалл магнезита; 2 — исходная мелкодисперсная шихта; 3 — мелкодисперсная шихта, спечённая до 1 ООО "С; 4 — силикатные фазы, стекло

Рис. 1. Схема преобразования микроструктуры гранулы в процессе агломерации:

Следующим этапом формирования агломерата является преобразование частично спечённой шихты в зоне обжига, где тепловая волна за счёт сгорания коксика достигает 1 300...1 500 °С.

Воздействию высоких температур подвергаются практически все составляющие шихты: возврат, рудно-ферритные спеки, кварц, крупные включения руды и известняка. При прохождении зоны максимальных температур возврат остаётся остовом агломерационного пирога и претерпевает преобразования преимущественно в пластическом состоянии. Это сводится к укрупнению рудных зёрен за счёт диффузии железа через расплав и локализации отдельных объёмов железосиликатного расплава.

Плавление твердофазных преобразований в мелкодисперсной ассимиляции этим расплавом кварца шихты, рудных обломков и включений ферритизированного известняка. Силы поверхностного натяжения этого расплава приводят к обособлению одной или нескольких гранул с образованием блоков, размеры которых различны и зависят от количества локализованных гранул шихты.

Микроскопические исследования структур отдельных блоков свидетельствуют об однотипности их строения. В случае образования блока из одной двухслойной гранулы шихты в нём сохраняется зональность. В центре, на месте преобразованного возврата,

наблюдаются участки крупнокристаллического магнетита и силикатов (рис. 1).

В спечённом агломерате существует два основных вида пористости. Мелкая, часто замкнутая, пористость образуется внутри блоков по границам ранее существовавших гранул. Крупная сквозная пористость всегда приурочена к межблоковому пространству, поры имеют, в большинстве своём, вытянутую форму. Такая пористость образуется при максимальных температурах спекания, когда силы поверхностного натяжения расплава приводят к слиянию, а затем обособлению исходных гранул шихты с образованием блоков. Следовательно, причиной образования крупных проводящих пор является локализация вещества агломерата под действием сил поверхностного натяжения в расплаве, а их направленность и протяжённость зависят от напора просасываемого воздуха.

Таким образом, данные работы [8] свидетельствуют о том, что блочная структура агломерата наследует макроструктуру окомкованной шихты. Окомкованная шихта состоит из гранул, всё пространство между которыми заполнено мелкодисперсной шихтой. Центрами окомкования большинства гранул служит возврат, периферия сложена плотным накатом мелкодисперсной шихты. В состав мелкодисперсной шихты входят концентрат, известняк, кокс и мелкая фракция возврата.

Для теоретического анализа процесса спекания агломерата и решения практических задач ниже представлена математическая модель агломерационного процесса. Эта трёхмерная математическая (динамическая) модель процессов спекания шихты и охлаждения агломерата на агломерационных машинах представляет собой программу, позволяющую получить динамическое распределение в объёме слоя спекаемой шихты на агломашине температуры и химического состава шихты, количества расплава, температуры, химического состава и газодинамических параметров газа в слое, температуры в палетах, а также параметров газа с подсосами воздуха в вакуумкамерах и газоотводящем тракте агломашины с эксгаустерами.

Для описания химических реакций в слое принята фронтальная модель.

Алгоритм модели. Обозначения: h — высота слоя; L — расстояние от загрузки агломашины; t — температура; w — скорость движения фронта в куске; v — скорость газа; Q — теплосодержание, источник тепла; K — концентрация частиц; ρ— плотность; c — теплоёмкость; λ— теплопроводность; γ— коэффициент удельного сопротивления слоя; $d_{ш}$— доля шихты в тепле горения кокса; $d\mathrm{CO_2}$ — доля $\mathrm{CO_2}$ в продуктах горения кокса; индексы «Ca, Mg, Fe, к, ш, г.п, то, гр, р, исп, пл, пар, п» относятся соответственно к

$CaCO_3/CaO$, $MgCO_3/MgO$, Fe_2O_3/FeO, коксу, шихте, газовому потоку, теплообмену, горению, реакциям, испарению, плавлению, пару, потерям.

Зёрна материала рудной части рассматриваются как шары заданного диаметра, внутри которого перемещаются фронты $CaCO_3/CaO$, $MgCO_3/MgO$, Fe_2O_3/FeO. Частица твёрдого топлива принята в виде шара переменного диаметра, уменьшающегося по мере выгорания углерода. Скорости перемещения фронтов реакций в частицах являются функциями температуры материала. При их движении в соответствии с изменением химического состава шихты рассчитываются химический состав газа, источники и стоки тепла. Интенсивность теплообмена между газом и шихтой зависит от скорости газа и прямо пропорциональна суммарной площади поверхности частиц рудной части и твёрдого топлива.

Агломерационный процесс описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных для параметров шихты и обыкновенных дифференциальных уравнений — для параметров газового потока:

диаметр ядра $CaCO_3$—

$$\frac{dD_{Ca}}{d\tau}+\frac{dD_{Ca}}{dL}\cdot\upsilon_{\text{ш}}=\omega_{Ca}(t_{\text{ш}})$$

диаметр ядра $MgCO_3$

$$\frac{dD_{Mg}}{d\tau}+\frac{dD_{Mg}}{dL}\cdot\upsilon_{\text{ш}}=\omega_{Mg}(t_{\text{ш}})$$

диаметр фронта FeO

$$\frac{dD_{Fe_1}}{d\tau}+\frac{dD_{Fe_1}}{dL}\cdot\upsilon_{\text{ш}}=\omega_{Fe_1}(t_{\text{ш}})$$

диаметр фронта Fe_2O_3

$$\frac{dD_{Fe_2}}{d\tau}+\frac{dD_{Fe_2}}{dL}\cdot\upsilon_{\text{ш}}=\omega_{Fe_2}(t_{\text{ш}})$$

1. диаметр несгоревшей части кокса

2. $$\frac{dD_{к}}{d\tau}+\frac{dD_{к}}{dL}\cdot\upsilon_{\text{ш}}=\omega_{к}(t_{\text{ш}})$$

теплосодержание шихты

$$\frac{dQ_{\text{ш}}}{d\tau}+\frac{dQ_{\text{ш}}}{dL}\cdot\upsilon_{\text{ш}}=-Q_{\text{то}}+Q_{\text{гр}}\cdot d_{\text{ш}}+Q_{pFe}-Q_{pCa}-Q_{pMg}-Q_{\text{исп}}-Q_{\text{пл}}+\lambda\cdot\frac{d^2t_{\text{ш}}}{dh^2}$$

влагосодержание шихты

$$\frac{dW_{ш}}{d\tau}+\frac{dW_{ш}}{dL}\cdot\upsilon_{ш}=\frac{Q_{исп}}{595}$$

объёмный расход углекислого газа

$$\frac{dV_{CO_2}}{dh}=K_{ш}\cdot\pi\cdot D_{Ca}^2\cdot\frac{dD_{Ca}}{d\tau}\cdot\rho_{Ca}/100\cdot22{,}4+K_{ш}\cdot\pi\cdot D_{Mg}^2\cdot\frac{dD_{Mg}}{d\tau}\cdot\rho_{Mg}/84\cdot22{,}4+$$
$$+K_{к}\cdot\pi\cdot D_{к}^2\cdot\frac{dD_{к}}{d\tau}\cdot\rho_{к}/12\cdot22{,}4+K_{ш}\cdot\pi\cdot D_{Fe_2}^2\cdot\frac{dD_{Fe_2}}{d\tau}\cdot\rho_{Fe_2}/160\cdot22{,}4$$

объёмный расход CO

$$\frac{dV_{CO}}{dh}=K_{к}\cdot\pi\cdot D_{к}^2\cdot\frac{dD_{к}}{d\tau}\cdot\rho_{к}/12\cdot22{,}4\cdot(1-d_{CO_2})-$$
$$-K_{ш}\cdot\pi\cdot D_{Fe_2}^2\cdot\frac{dD_{Fe_2}}{d\tau}\cdot\rho_{Fe_2}/160\cdot22{,}4$$

объёмный расход пара

$$\frac{dV_{H_2O}}{dh}=\frac{dW_{ш}}{d\tau}/18\cdot22{,}4$$

объёмный расход кислорода

$$\frac{dV_{O_2}}{dh}=K_{к}\cdot\pi\cdot D_{Fe_1}^2\cdot\frac{dD_{Fe_1}}{d\tau}\cdot\rho_{Fe_1}/12\cdot22{,}4\cdot(1-d_{CO_2})-$$
$$-K_{ш}\cdot\pi\cdot D_{к}^2\cdot\frac{dD_{к}}{d\tau}\cdot\rho_{к}/12\cdot22{,}4\cdot\left(0{,}5+\frac{d_{CO_2}}{2}\right)$$

разрежение

$$\frac{dP}{dh}=\gamma\cdot\rho_1\cdot\upsilon_1^2$$

теплосодержание газа

$$\frac{dQ_{г}}{dh}=Q_{то}+Q_{гр}\cdot(1-d_{ш})+Q_{пар}-Q_{п}$$

По теплосодержанию считается температура шихты (газа):

$$t_{ш}=Q_{ш}/(\rho_{ш}\cdot c_{ш})$$

$$t_{г}=Q_{г}/(\rho_{г}\cdot c_{г})$$

Значение коэффициента газодинамического сопротивления слоя задаётся в файле исходных данных. В расчётах оно используется с поправками на состояние слоя (влажный/сухой/спёк), на положение расчётной точки по ширине слоя, при этом учитывается его зависимость от морозности, которая является функцией координаты по ширине слоя.

Ввиду невысокой интенсивности контактного теплообмена в шихте по сравнению с конвективным, коэффициент теплопроводности в слое принимается равным нулю. Коэффициенты теплопередачи от слоя к колосникам палет и от колосников и газа к подколосниковым балкам определены в ходе адаптации модели.

Уравнения тепломассообмена решаются на трёхмерной разностной сетке в области слоя спекаемой шихты. Расчёт агломерационного процесса может производиться как в пакетном, так и в интерактивном режимах. В файле исходных данных задаются: геометрические характеристики агломашины; расходные параметры (скорость аглоленты, состав и расход шихты, распределение входных характеристик шихты по высоте слоя, расход природного газа в горне); параметры и характеристики химических реакций и теплообмена; параметры расчёта (шаги сетки, шаг по времени, параметры точности итерационных процессов).

Расчётные и экспериментальные данные хорошо согласуются с фактическими параметрами работы агломашины и могут быть использованы для теоретических исследований и решения прикладных задач. Результаты расчёта теплового баланса представлены в таблице 1.

Кроме того, для оценки качества смешивания используются показатели, основанные на статистических оценках химического и гранулометрического составов представительных проб шихты: коэффициенты вариации, однородности, среднеквадратичное отклонение [9, 10]. Их можно определить только при исследовании шихты на промышленном или лабораторном смесителе. В работе [9] указано, что коэффициент неоднородности не должен быть менее 95 %.Основанием выбора именно этого значения, вероятно, служили опытные данные процесса спекания без учёта требований доменных цехов конкретных предприятий.

Таблица 1

Тепловой баланс расчёта работы агломашины

Статья баланса	Приход		Расход	
	МДж	%	МДж	%
Природный газ	74,51	6,02	0	0
Твёрдое топливо	688,3	55,61	0	0
Шихта (60	85,02	6,87	78,86	6,31
Воздух/отходящ	68,38	5,53	744,2	59,54
Диссоциация	0	0	125,1	10,01
Испарение H_2O	0	0	176,0	14.08
Окисление FeO	321,4	25,97	0	0
Нагрев колосников и палет	0	0	125,78	10,06
Итого	1	100	1	100

На металлургических предприятиях в качестве критерия оценки качества агломерата используют показатели гранулометрического состава, прочности и химического состава. Для характеристики стабильности состава железорудного агломерата используется показатель укладки в заданный состав — количество проб за месяц, квартал, год, отвечающих требуемому химическому составу с учётом допустимых отклонений. Укладка по составу определяется, как правило, содержанием общего железа, FeO и основностью. Очевидно, что если состав каждого микрообъёма шихты (согласно [9] его величина 90...125 $см^3$) будет соответствовать требованиям к отклонениям от заданного состава, то и химический состав агломерата будет удовлетворять техническим условиям. Для количественной оценки необходимой равномерности агломерационной шихты проведём следующий расчёт [5]. При этом учитывается, что распределение химических элементов в микрообъёмах смешиваемой шихты подчиняется нормальному закону распределения. Поскольку колебания состава во времени имеют случайный характер, то это допущение оправданно. Содержание отдельных компонентов в микрообъёмах шихты будет характеризоваться средним содержанием $X_{ср}$ и среднеквадратичным отклонением о. При заданных вероятности *а* и допустимом отклонении содержания компонента в агломерате $ст_{доп}$ можно вычислить предельное среднеквадратичное отклонение содержания компонента шихты:

$$\sigma_{ш} = \sigma_{доп} \cdot [z \cdot (1-\alpha)]^{-1}$$

где $z \cdot (1-\alpha)$ — доверительный интервал при заданной вероятности.

Рассчитанные в соответствии с этим выражением вероятности при допустимом отклонении по содержанию компонента *X* составляют, %: 1,0; 0,5; 0,25; 0,1 при требуемой укладке (вероятности) от 90 до 99 %.

Согласно полученным данным [5, 9], повышение требований к допустимому пределу отклонений по составу агломерата сказывается и на требованиях к качеству смешивания. Чем стабильнее должен быть состав агломерата, тем ниже предельное отклонение содержания компонента в шихте. Требования к распределению горючего углерода в аглошихте проанализированы с учётом результатов работы [10], согласно которым барабанная проба агломерата обратно пропорциональна введённому отклонению максимальной температуры по высоте слоя от температуры плавления шихты D_M: снижение барабанной пробы >5 мм составляет 1,37 % (абс.) при увеличении D_M на 1 %. Поскольку основной источник тепла в слое — углерод твёрдого топлива, очевидно, что при колебаниях его содержания в отдельных микрообъёмах будет повышаться D., и снижаться барабанная проба. Допустимое среднеквадратичное отклонение содержания углерода в шихте в этом случае составляет

$$\sigma_{\text{с}} = Б^{>5}_{\text{факт}} - Б^{>5}_{\text{мин}} \cdot \left[1{,}37 \cdot z \cdot (1-\alpha)\right]^{-1}$$

где $Б^{>5}_{\text{факт}}$ и $Б^{>5}_{\text{мин}}$ — фактическое и минимальное значения барабанной пробы.

С использованием представленной методики [5, 9] был изучен смеситель типа

СБ-2,8х6 агломерационного цеха ОАО «Уральская сталь». Требования к стабильности качества агломерата заключались в необходимости получения укладки по железу 52,5 ±1,0 % не менее 95,3 % и по основности 1,68 ± 0,1 не менее 89,8 %. На основе этих данных было определено, что допустимая величина среднеквадратичного отклонения содержания железа в шихте не должна превышать 0,51 % (абс.). Отклонения по основности не должны быть более 3,6 % (отн.), или 0,06. Требуемое значение барабанной пробы >5 мм в агломерате в условиях ОАО «Уральская сталь» составляет не менее 63 %, фактическое — на уровне 68 %. Если укладка по этому показателю не менее 99 %, тогда допустимое отклонение по содержанию углерода 1,4 % (отн.). Экспериментально по методике [9] были отобраны пробы и выполнен [5] их химический анализ. Среднеквадратичное отклонение по содержанию железа 1,8 % (абс.) и по основности 0,18. Содержание горючего углерода 4,13 ± 0,58 % (абс.), отклонение 14,0 % (отн.). Таким образом, качество смешивания агломерационной шихты не удовлетворяет требованиям к качеству агломерата и, следовательно, технология смешивания шихты требует

модернизации. Необходимые мероприятия по модернизации агломерационного производства были выполнены, а её результаты представлены в работе [7], что позволило повысить качественные показатели агломерата.

Основные направления повышения эффективности производства железорудного агломерата проанализированы авторами работы [6], в которых показано, что ряд технических решений может быть выполнен на агломерационных фабриках металлургических предприятий, но для других сложных решений требуется дополнительная проработка. К ним относятся такие решения, как использование новых систем загрузки аглошихты, разработка новых конструкций эксгаустеров, спекательных тележек большей ширины и др.

В работах И. С. Барсенева и других авторов показано, что ряд новых технических решений может быть выполнен на агломерационных фабриках России, т. е. в частности использование новых систем загрузки аглошихты, разработка новых конструкций эксгаустеров, спекательных тележек шириной 5 м, которые требуют дополнительной проработки.

Дальнейшее совершенствование и развитие тепловых схем агломерационных машин возможно в результате утилизации тепла уходящих газов и горячего агломерата, в том числе распределение технологических газов агломашин на несколько потоков, каждый из которых будет иметь свои характеристики: влажность, температуру и состав газов, что даст возможность их селективного использования в качестве теплоносителя и рециркулянта. Одни можно вернуть в процесс, другие использовать в энергетических целях, третьи послужат для улавливания и нейтрализации вредных компонентов — оксидов серы, азота, а также попутного производства отдельных элементов (например, Zn). Это обусловливает актуальность разработки и реализации новых тепловых схем агломашин вследствие уменьшения количества выбрасываемых в атмосферу отходящих газов, сокращения затрат энергоресурсов, повышения надёжности оборудования (в том числе путём замены устаревшего оборудования современным).

Реализация первых двух направлений возможна при повторном использовании (рециркуляции) газов, отходящих с агломашины, и охладителей как воздуха на горение в зажигательном горне и для спекания на большей части площади агломашины, теплового агента для экономайзеров, теплоносителя для подогрева шахты. Реализация третьего направления возможна при: внедрении более эффективных типов оборудования (интенсивных смесителей, новых загрузочных устройств, высоконалорных эксгаустеров и

др.); качественой подготовке шихты (особенно при использовании особо тонких концентратов), включая использование связующих веществ и двухстадийное окомкование; оптимизации химического состава агломерата (по FeO, C и его основности) в соответствии с требованиями заказчика и особенностями формирования минеральной структуры спёка.

Реализация этих направлений развития агломерационного производства — предпосылка внедрения технологии спекания в высоком слое, позволяющей минимизировать вредное воздействие аглофабрик на экологию промышленных регионов и снизить энергоёмкость производства. Вместе с тем, использование технологии спекания в высоком слое требует высокого качества исходной шихты, в том числе её оптимальной влажности, и повышения температуры до 60...70 °С, максимальной газоплотности продольных уплотнений и разработки новых тепловых схем агломашин.

Таким образом, возможны разные варианты тепловых схем. Их следует разрабатывать по соответствующему техническому заданию с учётом индивидуальных особенностей технологического процесса и оборудования. Частично технические решения, например использование интенсивных смесителей или замена батарейных циклонов электрофильтрами, уже могут быть реализованы на агломерационных фабриках России. Остальные — использование новых систем загрузки аглошихты, спекательных тележек шириной 5 м и более, разработка новых конструкций эксгаустеров — требуют решения.

Многими учёными [7] разрабатывались и разрабатываются технологии, позволяющие улучшить металлургические характеристики как агломерата, так и обожжённых окатышей. Установлено, что требуемое качество окомкованной шихты обеспечивают: известь, как флюсующая добавка; связующие вещества; доизмельчение руды.

Список литературы

1. Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации [Текст] / Е.Ф. Вегман. – М.: «Металлургия», 1974. – 288 с.

2. Крахт Л.Н. Разработка технологии производства внеокосного агломерата и исследование его металлургических свойств [Текст]: дис. … к.т.н. / Л.Н. Крахт. – М.: МИСиС, 1985. – 26с.

3. Мастеровенко Е.Л. Совершенствование продувки конвертерной ванны с жидкофазным восстановлением добавок железорудного сырья [Текст]: дис. …к.т.н. / Е.Л.

Мастеровенко. – Днепродзержинск, 2006. – 205 с.

4. Некрасов З.И. Требования к металлургическим свойствам агломерата и окатышей. Сб. тр. Ин-та «Уралмеханобр». Окускование железных руд и концентратов [Текст] / З.И. Некрасов, Н.А. Гладков, Л.А. Дрожилин. – Свердловск, 1977. – С. 21-24.

5. Берсенев И.С. Оценка эффективности смешения аглошихты [Текст] / И.С. Берсенев, М.П. Ершов [и др.]. – «Сталь». – 2011. –№8. –С. 28-32.

6. Барсенев И.С. модернизация агломерационного производства ОАО «Уральская сталь [Текст] / И.С. Барсенев, А.А. Солодухин [и др.]. // «Сталь». – 2014. – №8. – С. 10-13.

7. Журавлев Ф.М. Окускованный, офлюсованный железорудный материал с лучшими характеристиками агломерата [Текст] / Ф.М. Журавлев, В.П. Лялюк [и др.] // Бюллетень «Черная металлургия». – 2015. – №1. – С. 31-38.

8. Малышева Т.Я. О механизме формирования железорудного агломерата [Текст] / Т.Я. Малышева, В.Я. Лядова // Известия вузов «Черная металлургия». – 1983. – №9. – С. 19-21.

9. Коротич В.И. Агломерация рудных материалов [Текст] / В.И. Коротич, Ю.А. Фролов,[и др.]. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ. – УПИ, 2003. – 400с.

10. Дмитриева Е.Г. Совершенствование технологии производства агломерата [Текст]: / дис. … к.т.н. / Е.Г. Дмитриева. – Екатеринбург: УрФУ, 2007.

УДК 535.37:537.312:539.16.04

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ДЕФОРМАЦИЮ ПЛЕНОК С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ И СШИВАНИЯ

Зубарева Т.И., МНС

Таипова Б.Г., магистр, НС, buv_7@mail.ru,

Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Казахстан, Алматы

Ефимов А.К., доцент, к.ф.-м.н., efimov.031@mail.ru

Старооскольский технологический институт им. А.А.Угарова НИТУ "МИСИС", Россия, Старый Оскол

Купчишин А.И., проф., д.ф.-м.н., ankupchishin@mail.ru,

Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Казахстан, Алматы

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, Алматы

Аннотация. *Проведены экспериментальные исследования зависимости деформации ε от дозы электронного облучения D с учетом процессов деструкции и сшивания для пленок типа Майлар. Получено, что зависимость ε от D для процесса сшивания описывается линейной, а деструкции – экспоненциальной функцией.*

Ключевые слова: деформация; доза; сшивание; деструкция; электрон.

THE EFFECT OF ELECTRON IRRADIATION ON THE DEFORMATION OF FILMS, TAKING INTO ACCOUNT THE PROCESSES OF DESTRUCTION AND CROSSLINKING

A.I. Kupchishin[1,2], B.G. Taipova[1], T.I. Zubareva[1], Efimov A.K.[3]

[1] Abay Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

[2] Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

[3]Starooskolsky Technological Institute. A.A. Ugarova NITU "MISIS", Russia, Stary Oskol

ankupchishin@mail.ru, buv_7@mail.ru, efimov.031@mail.ru

Abstract. *We have conducted experimental studies of the dependence of the deformation ε on the dose of electron irradiation D with allowance for the degradation and crosslinking processes for Mylar-type films were carried out. It was found that the dependence of ε on D for the crosslinking process is described by a linear function, and the destruction is described by an exponential function.*

Key words: deformation; dose; crosslinking; destruction; electron

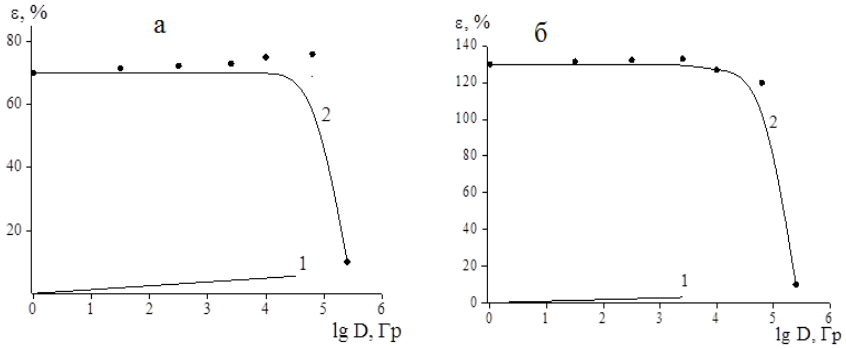
Введение. Исследование процессов под воздействием различных факторов позволяет прогнозировать поведение полимеров в полях интенсивных нагрузок. Определяющим физико-механические свойства материала является количество содержащихся в нем дефектов и

вероятность протекания различных перестроек с их участием[1]. Изучение изменения физико-механических характеристик высокомолекулярных соединений при воздействии высокоэнергетических частиц, вызывающих существенные преобразования в структуре, перспективно. Механизм влияния высокоэнергетических частиц на высокомолекулярные соединения в конденсированном состоянии характеризуется наличием физических и химических стадий. Происходит пространственное превращение вещества, изменяется молекулярный вес макромолекулы, накопление одних и исчезновение других типов химических связей и т.д., которые приводят к разнообразию свойств полимерного материала [2, 3]. Структурные изменения свойств полимеров обусловлены необратимыми процессами структурирования и деструкции. Они обычно осуществляются одновременно, а преобладание одного из них зависит от структуры материала, характера присутствующих веществ в системе и условий облучения [4]. Процесс структурирования улучшает ряд свойств полимеров. Превращение линейного полимера в пространственный сопровождается значительным ростом молекулярной массы, приводящей к его нерастворимости в органических растворителях, повышению механической прочности материала и т.д. А деструкция материала уменьшает его молекулярную массу (изменение механической прочности, температуры размягчения), поэтому для практики большое значение имеет изучение способов предохранения полимеров от деструкции[5]. Становится возможным целенаправленное создание материалов с заранее заданными свойствами [6, 7].

Методика эксперимента. Объектом исследования является промышленная полиэтилентерефталатная пленка производства США (типа Maylar) в виде полосок шириной 5 мм, рабочей длиной 50 мм, толщиной 100 мкм. Облучение образцов производилось на воздухе в специальных держателях на ускорителе электронов типа ЭЛУ-6 при 20 ^{o}C с энергией 4 МэВ, плотностью тока 0,5 мкА/с, длительностью импульсов 5 мкс при частоте их повторения 200 Гц. Поглощенные дозы (D) составляли – 0 – $3*10^5$ кГр. Исследование механических характеристик осуществлялось на компьютеризированной разрывной машине типа РМУ-0,05-1 со скоростью раздвижения зажимов 36,09 ± 0,05 мм/мин. Перемещение захвата – 0,1 мм. Испытания проводились в виде одноосного растяжения с помощью специального реверсора при постоянной нагрузке и температуре 20 ± 2 ^{o}C, относительной влажности воздуха (45 ± 5) %. Определялась деформация в зависимости от дозы облучения. Данные эксперимента передавались в таблицы Excel и математически обработаны (система Mathematica 5).

Обсуждение результатов. Дозовая зависимость деформации при различных температурах представлена на рисунке 1(а, б). Анализ показал, что с увеличением D до 10^4 Гр для температур 293 и 473 К относительное удлинение сначала медленно растет и при D ~ 10^6 Гр ε резко падает до 0. Получено, что до 10^4 Гр для температур 293 и 473 К для пленки Майлар преобладают процессы сшивания, а дальнейшее увеличение дозы ведет к деструкции материала (кривые 1 и 2). С ростом

температуры (Т) деформация (ε) растет. Для интервала доз 0 – $2*10^4$ Гр относительное удлинение при Т = 473 К больше в 1,93 раза чем при Т = 293 К.



а – 293; б – 473 К; точки – эксперимент; 1 – сшивающая составляющая; 2 – составляющая деструкции

Рис. 1. Дозовая зависимость деформации при различных температурах пленок типа Майлар

Предложенная обобщенная модель описывает одновременно процесс сшивания и деструкции для всего интервала доз от 0 до 10^6 Гр (до разрушения) и имеет следующий вид:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2, \ \varepsilon_1 = \varepsilon_0 \exp\left(-\frac{D}{D_0}\right); \quad \varepsilon_2 = aD,$$

где ε_0 – максимальное значение деформации материала до облучения; a – коэффициент, характеризующий сшивание. Сшивание описывается линейной, деструкция – экспоненциальной функцией. (Рисунок 1а и б, кривые 1 и 2). Незначительна составляющая сшивания для пленки типа Майлар и равна ~ 5 %. Образовывая химически ненасыщенные связи и газообразные продукты, процесс облучения влияет на процессы сшивания и деструкции. Происходит разрывы различных химических связей: *C-C* в основной и боковой цепи макромолекулы, связей *C-O*, *C-H*, *C-N*, *C-F*, *C-Cl*, *Si-C*, *C-S*. Так как исследуемый образец обладает сложным гетерогенным строением аморфных областей со значительной долей межфибриллярных аморфных скоплений, разделяющих смежные микрофибриллы, наряду с внутрифибриллярными аморфными прослойками [8, 9]. Поглощенная энергия вызывает одновременные разрывы в основном *C-C*- и *C-H*- связей материала. Для структурирующих полимеров характерна рекомбинация значительной части разорванных *C-C*- связей и в итоге преобладают разрывы *C-H*- связей. Вообще процесс разрушения состоит из двух стадий: первая стадия – это возникновение и рост

первичных трещин, на второй стадии – трещины быстро развиваются и прорастают через все поперечное сечение образца, приводя его к разрушению [5]. Причиной же возникновения первичных трещин в полимере являются тепловые флуктуации, приводящие к разрыву химической связи в основной цепи полимера. Одновременное воздействие повышенной температуры и приложенного напряжения естественно увеличивают вероятность разрыва связей, которые перенапряжены [6]. Для высокоэластичных полимеров при разрушении наряду с разрывом химических связей свойственно выскальзывание одной части образца из другой, сопровождающееся разрывом межмолекулярных связей[1, 2].

Повышение температуры до 473 К приводит к росту деформации на 90 % с уменьшением процента сшивания, что подтверждается кривыми рисунка 1а и б. При очень больших дозах остаются фрагменты установочных слабосвязанных между собой элементов, связанных со слабым боковым разветвлением полимерной цепи ПЭТФ. При этом увеличивается число проходных молекул и нарушается механизм их развертки из сшитых систем. Быстрая рекомбинация разорванных концов цепи для деструктирующих полимеров затруднена, радикалы стабилизируются за счет реакции диспропорционирования, образуя две устойчивые концевые группы, которые и фиксируют акт деструкции. Конкурирующие процессы структурирования и деструкции определяются в конечном счете скоростью рекомбинации разрыва связей. Исследования в ранних работах [10 – 12] показали, что в ПЭТФ облучение приводит к снижению молекулярного веса в 3 раза, уменьшению содержания (n) углерода на 2,60 %, а водорода на 0,18 %, а содержание кислорода возрастает на 2,78 %, что подтверждает о разрывах макромолекул и преобладании процесса деструкции. Исследования показали снижение оптической плотности пленки с увеличением дозы облучения, что также свидетельствует о процессах реструктуризации, заключающихся в смещении или разориентации оптических центров, интенсификации деструкции полимерных цепочек, газообразования в объеме полимера под действием быстрых электронов.

Выводы

1. Комплексное воздействие температуры, облучения и статической нагрузки на пленки типа Майлар усиливаются одновременно протекающие процессы сшивания и деструкции.

2. Установлено, что до доз 10^4 Гр для температур 293 и 473 К наблюдается преобладание процессов структурирования. Дальнейший рост дозы облучения до 10^6 Гр увеличивает вероятность разрыва химических и межмолекулярных связей, связанных с выскальзыванием

одной части образца из другой, сопровождающееся разрывом, со слабым боковым разветвлением полимерной цепи ПЭТФ. При этом нарушается механизм развертки молекул из сшитых систем.

3. Повышение температуры облученной пленки типа Майлар приводит к сильному возрастанию деформации, но процесс сшивания уменьшается, что связано с неустойчивостью фрагментов установочных слабосвязанных между собой элементов, усугубляемых действием температуры. Резкое возрастание кинетической энергии отдельных атомов (тепловые флуктуации) приводят к разрыву химической связи в основной цепи полимера.

4. Предложена обобщающая модель зависимости деформации от дозы электронного облучения, учитывающая конкурирующие процессы сшивания и деструкции. Получено, что процесс сшивания описывается линейной функцией, а деструкция – экспоненциальной.

Список литературы

1. Зуев В.В., Успенская М.В., Олехнович А.О. Физика и химия полимеров: учеб. пособие/ СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. 45 с.

2. Химическая и радиационная физика/ под ред. И.Г. Ассовский [и др.]. М.:ТОПУР ПРЕСС, 2011. 632 с.

3. Ivchenko V.A. Atomic structure of cascades of atomic displacements in metals and alloys after different types of radiation// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 110 012003. 2016. P. 1-5.

4. Поверхностная модификация гранул полиэтилентерефталата фторсодержащими уретанами/ Кудашев С.В. [и др.]// Журнал прикладной химии. 2012. Т. 85, вып. 11. С. 1860-1866.

5. Шах В. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения/ пер. с англ. под ред. А.Я. Малкина. СПб.: Научные основы и технологии, 2009. 732 с.

6. Mechanical and thermal properties of recycled poly(ethyleneterephthalate) reinforced newspaper fiber composites/ Ardekani S.M. [and etc.]// Fibers Polym. 2014. 15. P. 1531-1538.

7. Rouhi S., Alizadeh Y., Ansari R. On the interfacial characteristics of polyethylene/single-walled carbon nanotubes using molecular dynamics simulations// Applied Surface Science. 2014. Vol. 292. P. 958-970.

8. Исследование механических свойств полимерных пленок при воздействии на них статической нагрузки и температуры/ Герасименко Н.Н. [и др.]// Известия вузов. Материалы электронной техники. 2003. С. 6-12.

9. Catastrophic models of materials destruction/ Kupchishin A.I. [and etc.] // IOP Conf. Series: Material Science and Engineering 110 012037. 2016. P. 1-5.

10. Study on the physical and mechanical properties of composites based on polyimide and polycarbonate/ Kupchishin A.I. [and etc.]// Mechanics of composite materials. 2015. Vol. 51, № 1. P. 115-118.

11. Радиационное дефектообразование и разрушение композитных материалов при электронном облучении/ Кожамкулов Б.А. [и др.]// Механика композитных материалов. 2017. Т. 53, № 1. С. 89-98.

12. Kupchishin A.I., Taipova B.G., Voronova N.A. Study of the influence of filler on the mechanical properties of composites based on polyimide// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 168 012015. 2017. P. 1-4.

СЕКЦИЯ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 504.3.054

АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АО «ОЭМК» НА ТЕРРИТОРИИ СТАРООСКОЛЬСКОГО РАЙОНА

Кусепова Д.М., студентка 4 курса
Левина Т.А., доцент, к.б.н.

Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» в г. Губкине Белгородской области, Россия,

levina1958@mail.ru, dianaks924@gmail.com

Аннотация. Проведена оценка современного экологического состояния атмосферного воздуха в зоне влияния предприятия АО «Оскольский электрометаллургический комбинат».

Ключевые слова: экология; мониторинг; горнодобывающий комплекс; загрязнения атмосферы.

ANALYSIS OF TECHNOGENIC IMPACT OF JSC "OEMK" ON THE TERRITORY OF STAROOSKOLSKY DISTRICT

Kutepova D. M., 4th year student
Levina T. A., associate Professor, k.b.sciences'

Branch OF "national research technological University" MISIS» in the city of Gubkin, Belgorod region, Russia,

levina1958@mail.ru, dianaks924@gmail.com

Annotation. The assessment of the current environmental condition of atmospheric air in the zone of influence of the enterprise JSC "Oskol electrometallurgical plant".

Key words: ecology; monitoring; mining complex; atmospheric pollution.

Металлургические комплексы и горнодобывающие комплексы составляют приблизительно 35% и 57% всех выбросов соответственно. Загрязнение атмосферного воздуха соединениями металлов и их аккумуляция в компонентах ландшафта оказывает негативное воздействие на здоровье населения, проживающего в непосредственной близости от предприятий горно-металлургического комплекса, многие из которых имеют статус градообразующих, что определяет необходимость контроля выбросов загрязняющих веществ и анализ возможного негативного воздействия на атмосферу. Старый Оскол, как крупнейший промышленный центр, вносит значительный вклад в

загрязнение окружающей среды от стационарных источников населенных пунктов Белгородской области.

Определим цель данной работы: провести оценку воздействия выбросов загрязняющих веществ в атмосферу горно-металлургического предприятия на примере АО «Оскольский электрометаллургический комбинат», что исходя из вышесказанного является актуальной проблемой.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи.

- провести оценку современного экологического состояния атмосферного воздуха в зоне влияния предприятия АО «Оскольский электрометаллургический комбинат».

- выявить возможные источники выбросов загрязняющих веществ, исходя из анализа современной ситуации на территории комбината.

- составить предварительный прогноз о возможном увеличении антропогенной нагрузки на окружающую среду при технологическом процессе АО «Оскольского электрометаллургического комбината».

- разработать предложения и рекомендации по организации природоохранных мероприятий и экологического мониторинга.

Основными веществами (по количеству исследований), контролируемыми на территории района, являются: аммиак, хлористый водород, аэрозоль серной кислоты, диоксид азота, пыль, фенол, формальдегид, бенз(а)пирен, оксид углерода, сероводород, а также группа тяжелых металлов, включающая медь, марганец, железо, цинк и свинец.

В период с 2012 по 2018 г. выбросы вредных веществ предприятия АО «ОЭМК» увеличились на 9,923 тыс. тонн/год. В течение 2017 года экстремально-высокого и высокого уровней загрязнения в г. Старый Оскол не отмечалось [1], однако в целом по городу уровень загрязнения воздуха оценивается как повышенный (рис.1).

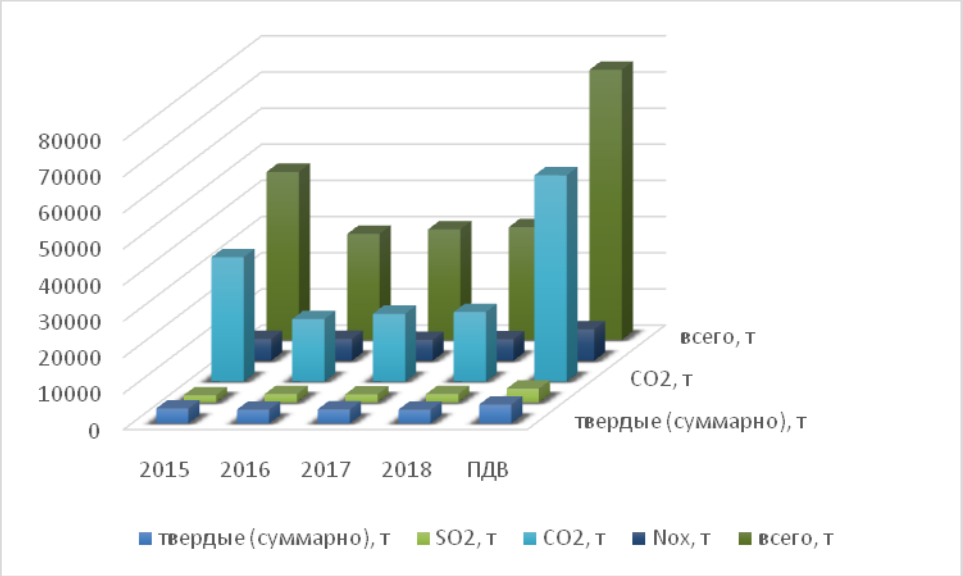


Рис 1. Валовые выбросы загрязняющих веществ

В 2016 году произошел небольшой рост выбросов загрязняющий веществ от источников комбината. Это связанно в первую очередь с производством продукции: в 2016 году увеличились: выпуск стали на 4,9%, прокат стана 700 – на 4,9%, стана 350 – на 5,5%, металлизованных окатышей – на 4,13 %

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в цехе окомкования является конвейерная обжиговая машина (площадью спекания 480 $м^2$) и грохоты, в цехе металлизации шахтные печи, установки металлизации-реформеры, в цехе электросталеплавильного производства (ЭСПЦ) дуговые сталеплавильные электропечи ДСП-150.

Наибольший вред в выбросы загрязняющих веществ комбината вносит ЭСПЦ – 62,18%. Доля цеха в выбросах СО комбината составляет 88,3%, твердых компонентов(пыль, сажа) цеха составляют 31,47%, SO_2 – 12,62%, NO_x – 17,39%. Выбросы ЦОиМ составляют 23,62%общекомбинатовских, вклад цеха по основным компонентам: SO_2 – 85,69%, NO_x – 47,11%, твердые – 41, 26%, СО – 5,52%. Выбросы ЦОИ составляют 3,43% общих выбросов: твердые – 10,4%, NO_x – 7,99%, СО – 1,02%, SO_2 – 0,11%. СПЦ-1– 3,99% (СО – 2,25%, NO_x – 13,35%, SO_2 – 0,99%, твердые – 0,26%), СПЦ-2 – 1,85% (СО – 1,39%, NO_x – 4,53%, SO_2 – 0,31%, твердые – 0,91%). Выбросы от котельных составляют 2,53% (рис.2).

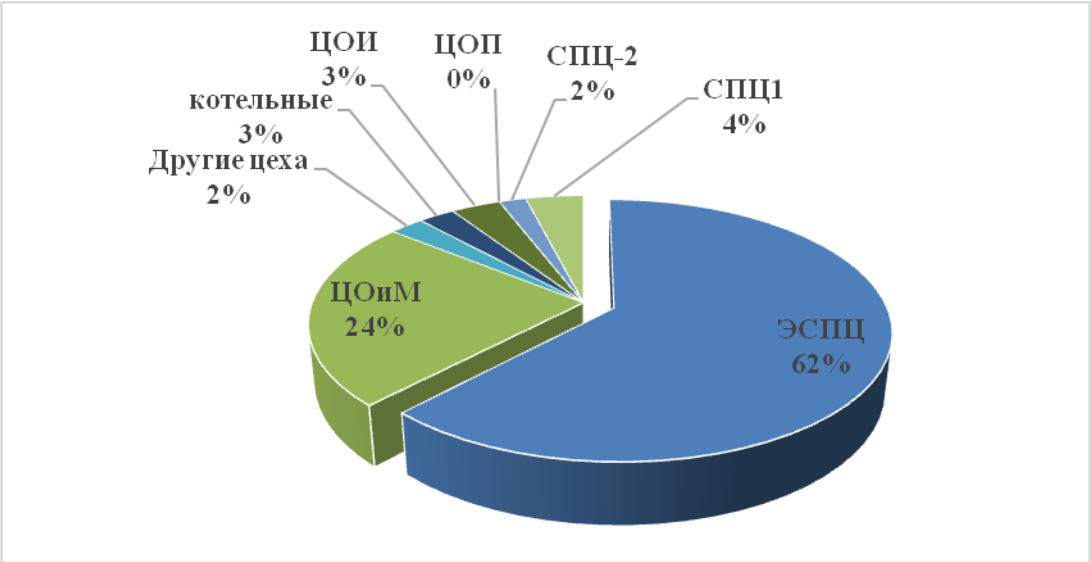


Рис.2. Распределение выбросов по цехам

Технологическая основа ОЭМК уменьшает или полностью исключает ряд выбросов вредных веществ в окружающую среду (фенолов, цианидов, бенз(а)пирена), характерных для традиционных методов производства металла. Природоохранная деятельность комбината направлена на снижение отрицательного воздействия на окружающую среду [2].

В течение нескольких последних лет, АО ОЭМК удалось снизить техногенное воздействие на окружающую среду, что подтверждается результаты анализов, согласно которым показатели остаются значительно ниже допустимых норм.

Вокруг комбината организована двухкилометровая санитарная защитная зона, на границе которой концентрации соединений азота, серы, ныли, оксидов углерода составляют 0,3- 0,7 ПДК для воздуха населенных мест.

УООС АО ОЭМК постоянно осуществляет систематический контроль за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и эффективностью работы газоочистных сооружений, в соответствии с графиками аналитического контроля технологических выбросов и атмосферного воздуха от основных источников АО ОЭМК и графика проверки эффективности работы газоочистных сооружений. Данный контроль выполняет аккредитованная лаборатория – аттестат аккредитации аналитической работы РОСС RU. 0001. 512212 от 16.01.2016.

При выполнении замеров с наветренной и подветренной стороны в близлежащих населенных пунктах (Бабанинка, Обуховка, Казачок, Голофеевка) максимально разовые концентрации примесей не превысили ПДК для населенных мест.

Максимально разовые концентрации примесей для населенных мест

Примеси	Результаты замеров	ПДК м.р., мг/м^3
NO_2	25% ПДК м.р.	0,2
SO_2	8% ПДК м.р.	0,5
CO	32% ПДК м.р.	5,0
пыль	60% ПДК м.р.	0,5

АО «ОЭМК», является одним из основных предприятий группы компаний «Металлинвест», в 2018 году занявшей 6 место в рейтинге открытости горнодобывающих и металлургических компаний в сфере экологической ответственности (WWF/HPA)

На предприятии ОЭМК внедрена система экологического менеджмента, подтверждающая требования международного стандарта ISO 14001:2015. Индикаторами результативности являются экологические цели предприятия, ежегодно формирующиеся в рамках требований систем экологического менеджмента.

Предприятие, как и все компании группы «Металлинвест», не осуществляет свою деятельность на охраняемых природных территориях и территориях с высокой ценностью биоразнообразия. В соответствии формулировок о характере взаимодействия с особо охраняемыми природными территориями экологическая политика АО «ОЭМК» была дополнена формулировками о неосуществлении деятельности на охраняемых природных территориях и территориях с высокой ценностью биоразнообразия [2].

Несмотря на принципиально новую технологию производства металла на комбинате остаются нерешенные вопросы:

- воздействия вредных и опасных факторов на организм человека;

- загрязнения окружающей среды;

- загрязнения воздушного бассейна.

Для постоянного улучшения природоохранной деятельности, а также снижения и предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду требуется обеспечить:

- планирование природоохранной деятельности АО «ОЭМК» с учетом снижения отрицательного воздействия на окружающую среду;

- проектирование, строительство и внедрение технологических процессов и оборудования с учетом лучших, экономически более безопасных технологий, обязательного проведения экономической экспертизы;

- реализацию передовых технологических решений по охране атмосферного воздуха, рациональному использованию и охране водных ресурсов, охране окружающей

среде от отходов производства;

- использование технологий, обеспечивающих экономное расходование сырья, материалов и энергоносителей;

- осуществление систематического контроля за состоянием воздушной и водной среды на территории комбината и в санитарно-защитной зоне, эффективность работы, газо-, водоочистных сооружений, утилизацией отходов производства;

- постоянное совершенствование системы экологического менеджмента комбината за счет четкого распределения прав и обязанностей, достижения поставленных целей и задач, повышения индивидуальной ответственности работников за состоянием окружающей среды;

- уменьшение риска возникновения экологически аварийных ситуаций.

Список литературы

1. Краткая справка о состоянии загрязнения атмосферного воздуха городов Старый Оскол и Губкин, поверхностных вод Белгородской области за 2017 год [Электронный ресурс]. Режим доступа: *http://oskolregion.ru/deyatelnost/ekonomika/ohrana-okruzhayushej-sredy/*

2. Металлоинвест: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.metalloinvest.com

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВСИСТЕМЕЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

THE BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES IN THE SYSTEM OF ENVIRONMENTAL REGULATION OF NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT

КиселеваНаталияАнатольевна

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
СТИ НИТУ «МИСиС», г. Старый Оскол
vip.vokiss@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены некоторыевопросы в системе экологического нормирования, связанные с вступлением в силу Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон (ФЗ) «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ». Дано понятие «наилучшая доступная технология»,описаны критерии достижения целей охраны окружающей среды, определяющие наилучшую доступную технологию.

Проведенанализпроблем, касающихсянормированиянаосновепоказателей НДТ.

Annotation: Some issues in the system of environmental regulation related to the entry into force of the Federal law "on amendments to the Federal law (FZ) "on environmental protection" and certain legislative acts of the Russian Federation"are considered. The concept of "best available technology" is given, the criteria for achieving the goals of environmental protection, which determine the best available technology, are described. The analysis of problems concerning rationing on the basis of BAT indicators is carried out.

Ключевыеслова:наилучшаядоступнаятехнология, экологическоенормирование, технологическиепоказатели, маркерноевещество, технологическийнорматив, комплексноеэкологическоеразрешение.

Keywords: best available technology, environmental rationing, technological indicators, marker substance, technological standard, comprehensive environmental resolution.

Устойчивое развитие Российской Федерации, высокое качество жизни и здоровья нации, ее национальная безопасность могут быть обеспечены только при условии сохранения и поддержания природных экологических систем.

Важными критериям устойчивого экологически безопасного развитияявляются- поддержание устойчивости биосферы за счет минимизации вредных воздействий и компенсации нанесенного ущерба иоптимальное использование ресурсов за счет снижения энергопотребления, расхода сырья, образования отходов и повышения степени их переработки.

По данным Минпромторга России объем инвестиций в черную металлургию в 2000-2015 гг. составил около 2,04 трлн руб., причем их значительная часть былаанаправлена на обеспечение мероприятий по сокращению воздействия производственной деятельности на окружающую среду, энергосбережение и развитие транспортной инфраструктуры. Все крупные металлургические предприятия России сертифицированы на соответствие стандартам серии ISO 14000 [1].

Концепция экологически чистого производства (англ. cleanerproduction) впервые была разработана в США в конце 80-х годов XX века на базе интеграции положительного опыта перехода предприятий на «лучшие из имеющихся технологий, не требующих чрезмерных затрат» (англ. BestAvailableTechniques, BAT) и внедрения международных стандартов ISO 9000, устанавливающих требования к системе менеджмента качества.

Комиссия ООН по промышленному развитию (ЮНИДО) в 1992 г. охарактеризовала экологически чистое производство как «непрерывное приложение комплексной превентивной стратегии охраны окружающей среды к технологическим процессам и продукции с целью снижения риска для здоровья людей и окружающей среды».

Основным принципом природоохранного законодательства ЕС, предусмотренным [2]является постоянное снижение степени воздействия на окружающую среду. В целях создания равновесия между требованиями минимизировать загрязнение и реальными техническими возможностями Директивой предусмотрено применение механизма расчета показателей воздействия на основе «наилучших доступных технологий» (НДТ).Справочники по НДТ широко используются в процедуре нормирования негативного воздействия, выдачи разрешений предприятиям на выбросы, сбросы, размещение отходов в странах ЕС.

Задачи по реформированию системы экологического регулирования в РФ были сформулированы в решениях Совета безопасности от 30.01.2008 и в Указе Президента Российской Федерации от 04.06.2008 г. № 889. В 2017 году была утверждена Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, начаты приоритетные проекты. В 2018 году дополнительный импульс работе в этой области придал «майский» указ Президента России, в котором поставлена очень высокая планка в достижении экологических показателей [3].

С 01.01.2015 г. вступил в действие Федеральный закон от 21.07. 2014 г. № 219 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ [4].Для достижения поставленных целей разработан национальный проект «Экология», включающий 5 направлений и 11 федеральных проектов. Наиболее важным направлением является федеральный проект «Внедрение наилучших доступных технологий» [3].

Новым в Законе № 219-ФЗ является введение системы технологического нормирования выбросов и сбросов загрязняющих веществ, воснове которой лежат показатели, отражающие современные достижения науки и техники, реализованные на практике, определённые как наилучшие доступные технологии.

Впервые в законе было введено понятие «наилучшая доступная технология» (НДТ), кактехнология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

Наилучшая доступная технология согласно положениям (п. 4 ст. 28.1 [4]) должна удовлетворять совокупности критериев:

1. наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду;.

2. экономическая эффективность ее внедрения и эксплуатации.

3. применение ресурсо- и энергосберегающих методов.

4. период ее внедрения.

5. промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Кроме того, к наилучшим практикам в соответствии с международной практикой также отнесено внедрение систем экологического и энергетического менеджмента [ИТС].

Работа по созданию справочников НДТ для металлургической отрасли началась в конце 2016 г. Наилучшие доступные технологии металлургической отрасли отражены в трех справочниках:

– ИТС НДТ 25 «Добыча и обогащение железных руд»

– ИТС НДТ 26 «Производство чугуна, стали и ферросплавов»

– ИТС НДТ 27 «Производство изделий дальнейшего передела черных металлов».

ИТС НДТ содержат описания применяемых в настоящее время и перспективных технологических процессов, технических способов, методов предотвращения и сокращения НВОС, из числа которых выделены решения, признанные наилучшими. Пример описания технологии в ИТС НДТ 26 приведен в таблице 1.

НДТ 5.6.3Технологии, направленные на улучшение общих показателей и условий работы при производстве электростали, обеспечивающие снижение потерь ресурсов, образование эмиссий и отходов путем использования одной или комбинации мер, приведённых в таблице 1.

Таблица 1 — Описание НДТ 5.6.3

№	Метод/оборудование	Примечание
а	Использование бункерно-транспортерных систем для подачи материалов в электродуговую печь и ковш	
б	Использование пакетированного металлолома	При экономической целесообразности
в	Использование манипулятора для замера температуры, отбора проб, измерения окисленности металла	
г	Использование установок торкретирования при горячем ремонте стен и откосов электродуговой печи	
д	Использование бункерной системы загрузки эркерного выпускного отверстия	

Для нормированиянегативного воздействия на окружающую среду (НВОС) существенным является, содержащиеся в Справочниках: перечни маркерных веществ и показатели, характеризующие эмиссии, образование отходов, ресурсопотребление и энергопотребление НДТ.

Маркерные вещества – загрязняющие вещества, характеризующее применяемые технологии и особенности производственного процесса на объекте НВОС (введено в п. 5 ст. 67 [5]). При осуществлении производственного экологического контроля именно они подлежат измерению в обязательном порядке.

Для технологического нормирования важным является установление технологических показателей в ИТС НДТ — показателей концентрации загрязняющих

веществ, объема и (или) массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образования отходов производства и потребления, потребления воды и использования энергетических ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги (ст. 1 [4]).

В Справочниках НДТ технологические показатели приведены для маркерных веществ.

Пример указания маркерных веществ и технологических показателей НДТ приведен в таблицах 2,3.

Таблица 2 – Перечень маркерных веществ для технологии

№	Наименование технологии	Маркерное вещество	Примечание
2.4	Производство стали в конвертерах: -отходящий конвертерный газ; - система вторичной газоочистки (при повалкахковертеров); - стенды сушки и разогрева стальковшей	 Пыль, CO Пыль Пыль, CO	
2.5	Производство стали в электропечах	Пыль, CO	

Таблица 3 – Технологические показатели НДТ

Передел	Шифр НДТ	Наименование НДТ	Показатель НДТ, кг/т продукции
	НДТ 5.6.1	Технология производства стали в электродуговых печах различной мощности с применением ресурсо- и энергоэффективных технических решений, технологических приемов и методов ограничения негативного воздействия на окружающую среду, включающих одну или комбинацию технологий НДТ 5.6.2 - НДТ 5.2.7 (Раздел 5.6)	
		Азота диоксид	<0,35 <0,6 (при работе на жидком чугуне до 70% садки)
		Азота оксид	<0,2
		Оксид углерода	<3,0 <4,5 (при работе на металлизованных окатышах)
		Диоксид серы	<0,3
		Пыль общая	<0,5 <0,8 (при работе на жидком чугуне до 70% садки)

С 1 января 2019 года в России началось внедрение новой системы регулирования НВОС.

Основные новации в регулировании [7]:

– Категорирование объектов, оказывающих НВОС.

– Дифференцированный подход к нормированию воздействия на окружающую среду по категориям объектов, ограничение перечня нормируемых веществ.

– Введение комплексного экологического разрешения(КЭР) и декларации об объемах воздействия.

– Создание справочников НДТ (в настоящее время разработан 51 ИТС НДТ).

– Введение технологического нормирования воздействия на окружающую среду.

– Введение программы повышения экологической эффективности и плана природоохранных мероприятий.

– Изменение системы платы за НВОС (введение понижающих и повышающих коэффициентов).

– Введение зачета затрат на мероприятия, включенные в программы повышения экологической эффективности и планы природоохранных мероприятий, в счет платежей.

– Введение налоговых льгот и мер государственной поддержки внедрения НДТ.

Предприятия горнодобывающей и металлургической отраслей относятся к объектам, оказывающим значительное негативное воздействие на окружающую среду, к областям применения наилучших доступных технологий - объекты I категории.Эксплуатация объектов I категории должна осуществляться на основе комплексного экологического разрешения (КЭР),которое выдается взамен разрешения на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и документов об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение [6, 7].

В связи с этим ИТС НДТ могут быть использованы в качестве справочного материала для установления технологических показателей и расчета на их основе технологических нормативов НДТ для конкретного предприятия при процедуре получения комплексного экологического разрешения (КЭР).Технологическое нормирование должно стимулировать предприятия внедрять НДТ, тем самымснижая их негативноевоздействие на окружающую среду.

В настоящее время создается нормативно-правовая база в системеэкологического регулирования НВОС. Для ряда отраслей утверждены технологические показатели НДТ, правила разработки технологических нормативов, требования к получению КЭР.

Однако, сложности, при разработке справочников, такие как,сбор и обработка большого количества информации для выбора НДТ,незаинтересованность предприятий в представлении исходных данных, достоверность данных об эмиссиях, реализация на объектах I категории уникальных технологий, коммерческая тайна, все это отразилось на качестве представленной в Справочниках информации и скажется на применении Справочников НДТ на первоначальном этапе.

В настоящее время существует ряд проблем в изданных ИТС НДТ[3]:

- отсутствуют технологические показатели образования отходов, вместе с тем, показатель образования отходов является характеристикой эффективного использования ресурсов;

- часть производств, которые отнесены к I категории и на которые распространяется область применения НДТ, не рассмотрены в ИТС НДТ. Это не позволяет рассчитать технологические нормативы и, как следствие, претендовать на получение КЭР для этих производств;

- технологические показатели в настоящее время даны в приложениях только 38Справочников.

- некоторые справочники кроме действующих, содержат описание устаревших технологий, не обеспечивающих минимальной нагрузки на окружающую среду.

Согласно [5] пересмотр технологий, определенных в качестве НДТ, должен осуществляться не реже чем один раз в 10 лет. Актуализация ИТС НДТ является в том числе задачей федерального проекта 4.11 «Внедрение наилучших доступных технологий», включенного в Национальный проект «Экология».

Список литературы

1 ИТС НДТ 26–2017 «Производство чугуна, стали и ферросплавов» [Электронный ресурс] // URL: http://www/burondt.ru/NDT/PublicDiscussionDetail.

2Директива № 2010/75/ЕС Европейского парламента и совета ЕС о промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним)[Электронный ресурс] //URL:https://base.garant.ru/70161770/

3 Ощепкова, А.З. Актуальные вопросы внедрения новой системы регулирования негативного воздействия на окружающую среду. Аналитический вестник № 25 (714) СФ Федерального собрания РФ. Москва, 2018.

4Федеральный закон № 219-ФЗ “О внесении изменений в федеральный закон “Об охране окружающей среды и отдельные законодательные акты Российской Федерации”, 21.07.2014 г.

5Федеральный закон от 10.01.2002№ 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

6 Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»

7 Ощепкова,А. З. , В. Р. ВенчиковаНовая система регулирования негативного воздействия на окружающую среду ФГБУ УралНИИ «Экология» Минприроды России[Электронный ресурс] //URL:https://news.ecoindustry.ru/

УДК 338.1

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Селютина Н.В.

Аспирант кафедры экономики, управления и организации производства

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

СТИ НИТУ «МИСиС»

Аннотация. В статье рассмотрена модель энергоменеджмента, выявлены преимущества и недостатки. Внесены предложения усовершенствования модели управления энергоэффективностью промышленного предприятия. Рассмотрены цели выполнения программы мероприятий по повышению энергоэффективности предприятия.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергопотребление, стратегическое управление, развитие, мероприятия, энергосбережение.

ENHANCEMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Selyutina N.V.

Annotation. The article considers the energy management model, identifies the advantages and disadvantages. Suggestions have been made to improve the energy efficiency management model of an industrial enterprise. The objectives of the program of measures to improve the energy efficiency of the enterprise are considered.

Keywords: energy efficiency, energy consumption, strategic management, development, events, energy conservation.

Повышение энергоэффективности промышленного предприятия является одним из приоритетных факторов снижения производственных затрат и, следовательно, извлечения дополнительной прибыли, завоевания более значительной доли рынка и разрешения социальных проблем [2].

В настоящее время сформированы несколько подходов к управлению энергоэффективностью на промышленном предприятии: управление на основе анализа резервов энергоэффективности, институциональный и проектный подходы. Данные

подходы преимущественно основываются на оценке текущего состояния энергопотребления, стимулировании энергосбережения и внедрении инновационных энергоэффективных технологий[1].

Существующий алгоритм управления энергоэффективностью (ЭЭФ) представлен на рисунке 1.



Рис.1 – Существующий механизм управления энергоэффективностью

Рассмотренный механизм управления энергоэффективностью на предприятии реализуется через систему мер, предусмотренную в рамках государственной программы повышения энергоэффективности. Цели программы, как правило, сводятся к энергосбережению и наращиванию энергомощностей. К проблемам существующего механизма управления энергоэффективностью на промышленном предприятии можно отнести следующие:

– недостаточная проработанность критериев отбора показателей энергоэффективности работы предприятия с учетом его специфики;

– отсутствие систематизации показателей энергоэффективности;

– отсутствие привязки стратегии предприятия к развитию энергоэффективности.

Осуществление энергетического менеджмента на предприятии должно предполагать анализ и оценку влияния факторов, повышающих или снижающих объемы энергопотребления, разработку и реализацию соответствующих мер для эффективного достижения поставленных в энергостратегии целей. Для выработки мер, направленных на оказание управляющего воздействия на данные факторы, необходим комплексный механизм управления энергоэффективностью, обеспечивающий выполнение задач энергостратегии на предприятии. Такой механизм должен стать подсистемой общей системы управления предприятием, а также представлять собой совокупность последовательно осуществляемых процессов, определяющих комплексное управление процессами деятельности предприятия в целях снижения совокупного расхода энергоресурсов в процессе реализации хозяйственной деятельности предприятием.

Совершенствование механизма управления энергоэффективностью на промышленном предприятии возможно за счет выбора оптимальных (ключевых) показателей энергоэффективности, специфичных для данного предприятия.

Число ключевых показателей энергоэффективности должно быть ограниченным – для реальности их выполнения и обеспечения качества мониторинга за их достижением.

Должна существовать вариативность показателей энергоэффективности в зависимости от целей управления энергоэффективностью [1].

Применение внутри предприятия системы процессов совместно с идентификацией, взаимодействием и оперативным управлением этими процессами может быть названо процессным подходом.

Преимуществом процессного подхода является возможность осуществления текущего управления посредством реализации связи между отдельными процессами внутри системы процессов, их объединения и взаимодействия.

Механизм управления энергоэффективностью, основанный на процессном подходе, должен охватывать все сферы деятельности предприятия, в той или иной степени влияющие на эффективность использования энергетического потенциала, и должен включать в себя ряд этапов.

На рисунке 2 представлен предлагаемый механизм управления энергоэффективностью предприятия. Целесообразно выделение управления энергоэффективностью в отдельную подстратегию предприятия, тесно связанную с другими функциональными стратегиями.

Стратегическое развитие предприятия предполагает формирование целей развития, что, в свою очередь, требует определенных затрат ресурсов. Поэтому стратегические инициативы предприятия в любом случае будут затрагивать вопросы энергетической стратегии. Поведение компании в отношении энергоресурсов, способов их получения, передачи, использования и утилизации определяется энергостратегий, которая, в свою очередь, формируется на основе общих стратегических целей[1].

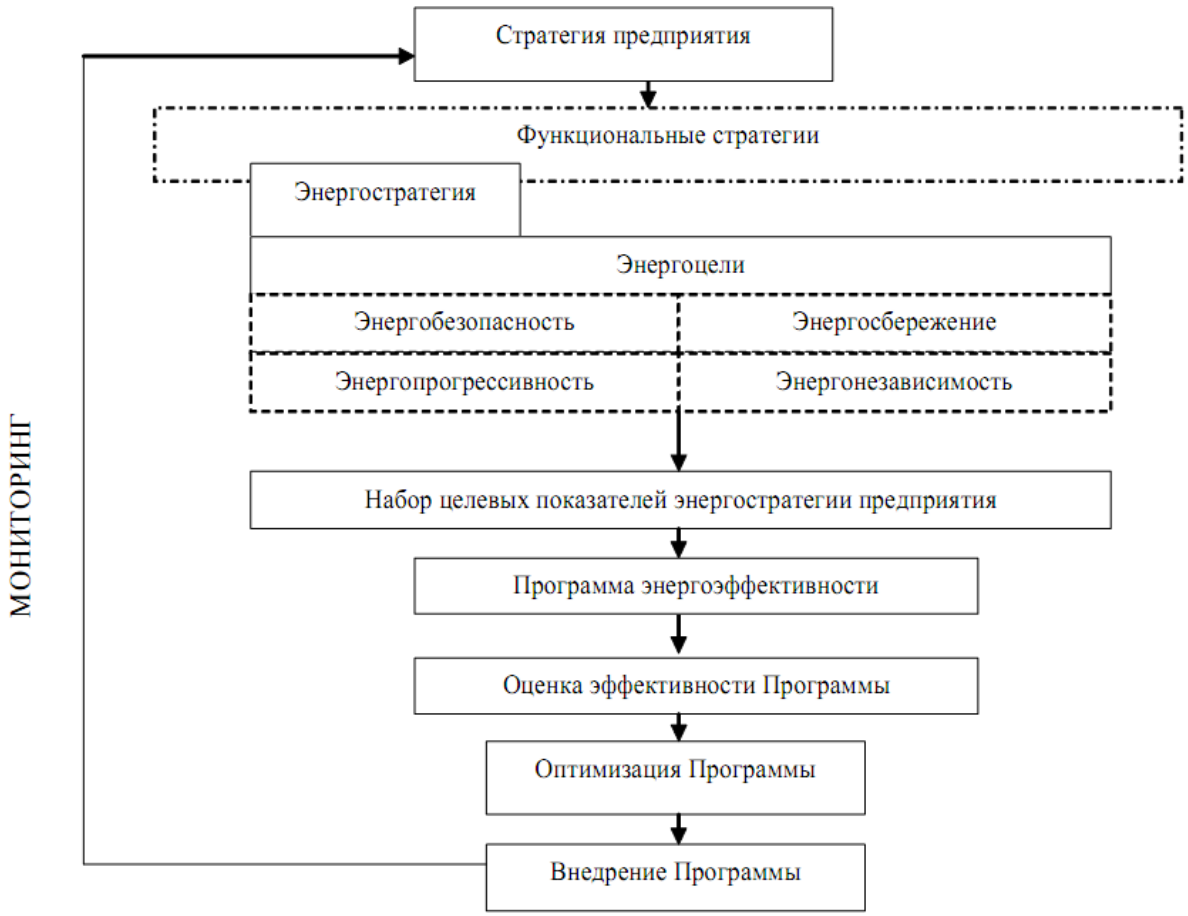


Рис.2 – Механизм управления энергоэффективностью предприятия

Мероприятия по повышению энергоэффективности промышленного предприятия должны рассматриваться в качестве фактора экономического роста, обеспечения благоприятной социально-бытовой и экологической обстановки, улучшения благосостояния всего населения, а не как беспредметная экономия энергоресурсов, которая часто проводится в ущерб производству.

Поэтому повышение энергоэффективности промышленного предприятия должно стать одним из определяющих сторон экономической политики предприятия. Сегодня также особое внимание приобретает оценка эффективности энергосбережения, которую следует учитывать при дальнейшей разработке планов мероприятий по повышению показателей энергоэффективности предприятия [2].

Основными целями выполнения программы мероприятий по повышению энергоэффективности предприятия являются:

-увеличение эффективности использования энергоресурсов на единицу продукции предприятия;

-уменьшение финансовых затрат за счет снижения платы за энергоресурсы, топливо;

-получение дополнительной прибыли за счет уменьшения платы за энергоресурсы и увеличение региональных и местных бюджетов за счет дополнительных поступлений налогов.

Достижение этих целей обеспечивается путем проведения мероприятий по энергосбережению и внедрения систем учета, путем применения передовых технологий и разработки продуктивных финансово-экономических рычагов управления производством, потребления и транспортировки энергоресурсов [3].

Основными принципами программы мероприятий по обеспечению энергоэффективности и энергосбережения предприятия являются:

-первоочередность увеличения энергоэффективности над повышением объемов производства;

-объединение интересов производителей и поставщиков энергоресурсов и потребителей;

-обязательность выполнения природоохранных требований к добыче, переработке, транспортировке и использованию энергоресурсов;

-первоочередность учета предприятиями производимых или используемых ими энергоресурсов, а также учета физлицами получаемых энергоресурсов;

-сертификация диагностического, энергосберегающего и энергопотребляющего оборудования, конструкций, транспортных средств, материалов и энергоресурсов;

-заинтересованность поставщиков и производителей энергоресурсов в использовании новейших технологий;

-выполнение мероприятий по энергоэффективности на возвратной основе или собственными средствами;

-улучшения социальных и бытовых условий для персонала предприятия.

Список литературы

1. *Буренина И.В, Гамилова Д.А, Алексеева С.В.* Стратегические аспекты управления энергоэффективностью.// Экономика и управление: научно-практический журнал, №5, 2015,с.13-19.

2.*Жихарев В.А.* Управление энергозатратами промышленного предприятия в условиях реформирования электроэнергетической отрасли // ЭнергоИнфо, № 6-7,2014, с.18-19

3. *Злобин, А.Ю.* Энергоэффективное предприятие: стратегия, управление, проблемы. - Красноярск: Изд-во «ВостоК» - 2014.

4. *Макшанов А.В.* Постановка системы энергоменеджмента на предприятии. Стратегический брендинг// «Энергобезопасность и энергосбережение», №6, 2015, с.12-14.

ГРНТИ 06.81.19
УДК 657.471.61

ИНСТРУМЕНТЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТИ, ГИБКОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Н.И. Чупахина, д.э.н., профессор, кафедра экономики, управления и организации производства, ИЭФ
Г.Б. Иванюхина, ст. преподаватель, кафедра экономики, управления и организации производства, ИЭФ
Старооскольский технологический институт им А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", г. Старый Оскол, Россия

Аннотация. *В статье рассмотрены современные технологии управления компанией, которые способствуют цифровизации экономики предприятия за счет автоматизации бизнес-процессов и реализации преимуществ процессного подхода к управлению.*

Ориентация на Индустрию 4.0 предполагает переход на процессное управление компанией, что, в свою очередь, позволяет трансформировать экономику компании в цифровую за счет строгой регламентации, стандартизации и, в конечном итоге, автоматизации бизнес-процессов.

При процессном подходе к управлению вся деятельность компании представлена сетью бизнес-процессов, сориентированных на основные цели компании, задачи и миссию.

Основные преимущества процессного подхода – это гибкость управления, возможность объективно оценить результативность и эффективность бизнес-процессов, а, следовательно, результативность и эффективность деятельности всей компании.

Гибкость управления создается за счет гибкости бизнес-процессов, т.е. их способности адаптироваться достаточно оперативно к быстро меняющейся внешней и внутренней среде [1].

Под результативностью бизнес-процессов понимается уровень достижения запланированных результатов, а под эффективностью – соотношение достигнутых результатов и использованных ресурсов [1].

Для оценки результативности, эффективности, гибкости бизнес-процессов используют системы показателей и специальные методики и технологии.

Причем системы показателей и результаты использования методик и технологий должны быть увязаны с целевыми показателями компании.

Одной из таких систем является сбалансированная система показателей (BSC) или концепция Balanced Scorecards, авторы которой - американские экономисты Norlan Norton и Роберт Каплан.

Система показателей BSC позволяет перевести миссию и стратегию

компании в систему показателей всех видов деятельности компании по таким направлениям, как «финансы, потребители, внутренние бизнес-процессы, обучение и рост». (рис. 1) [1]:

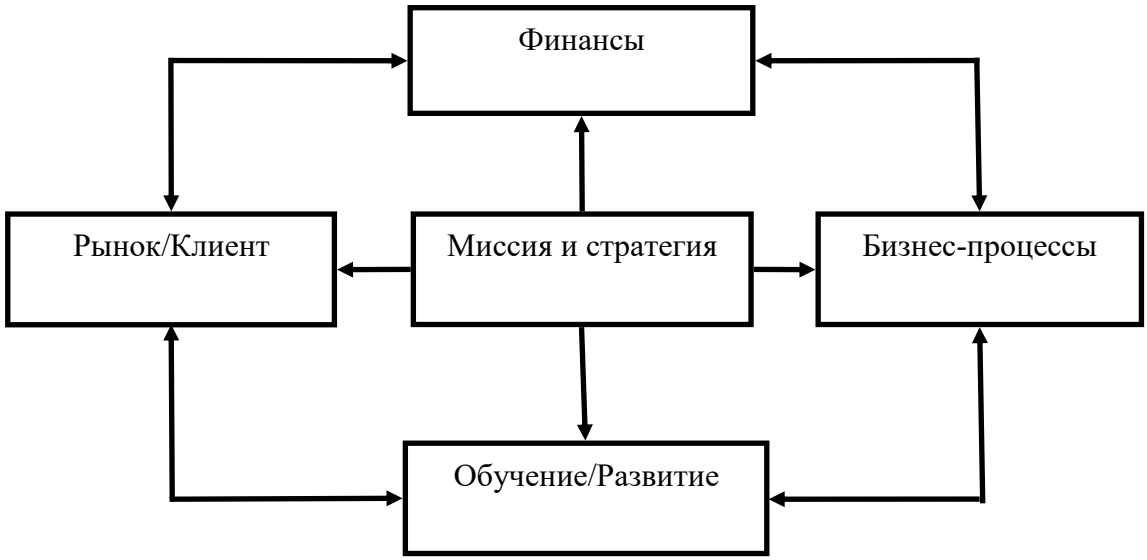


Рис. 1. Обобщенная схема сбалансированной системы показателей

При создании системы BSC в нее должны быть включены такие необходимые элементы, как:

карта стратегических задач, логически связанная со стратегическими целями;

карта сбалансированных показателей – измерителей результативности и эффективности бизнес-процессов;

инвестиционные проекты, ориентированные на изменения компании в соответствии со стратегическими целями;

так называемые «приборные панели» руководителей различных уровней, с помощью которых можно осуществлять контроль и оценку деятельности компании.

«Приборная панель» менеджера представляет набор только тех показателей, которые он использует в своей деятельности. Следует иметь в виду, что BSC-система

строится таким образом, чтобы имела место интеграция задач и показателей менеджеров высокого уровня с задачами и показателями менеджеров более низкого уровня.

Таким образом, удается осуществить реализацию стратегии регулярной деятельностью всех подразделений, управляемой с помощью планирования, учета, контроля и анализа сбалансированных показателей, а также мотивации персонала на их достижение.

На рис. 2. отображена примерная стратегическая карта возможных действий в соответствии с BSC.

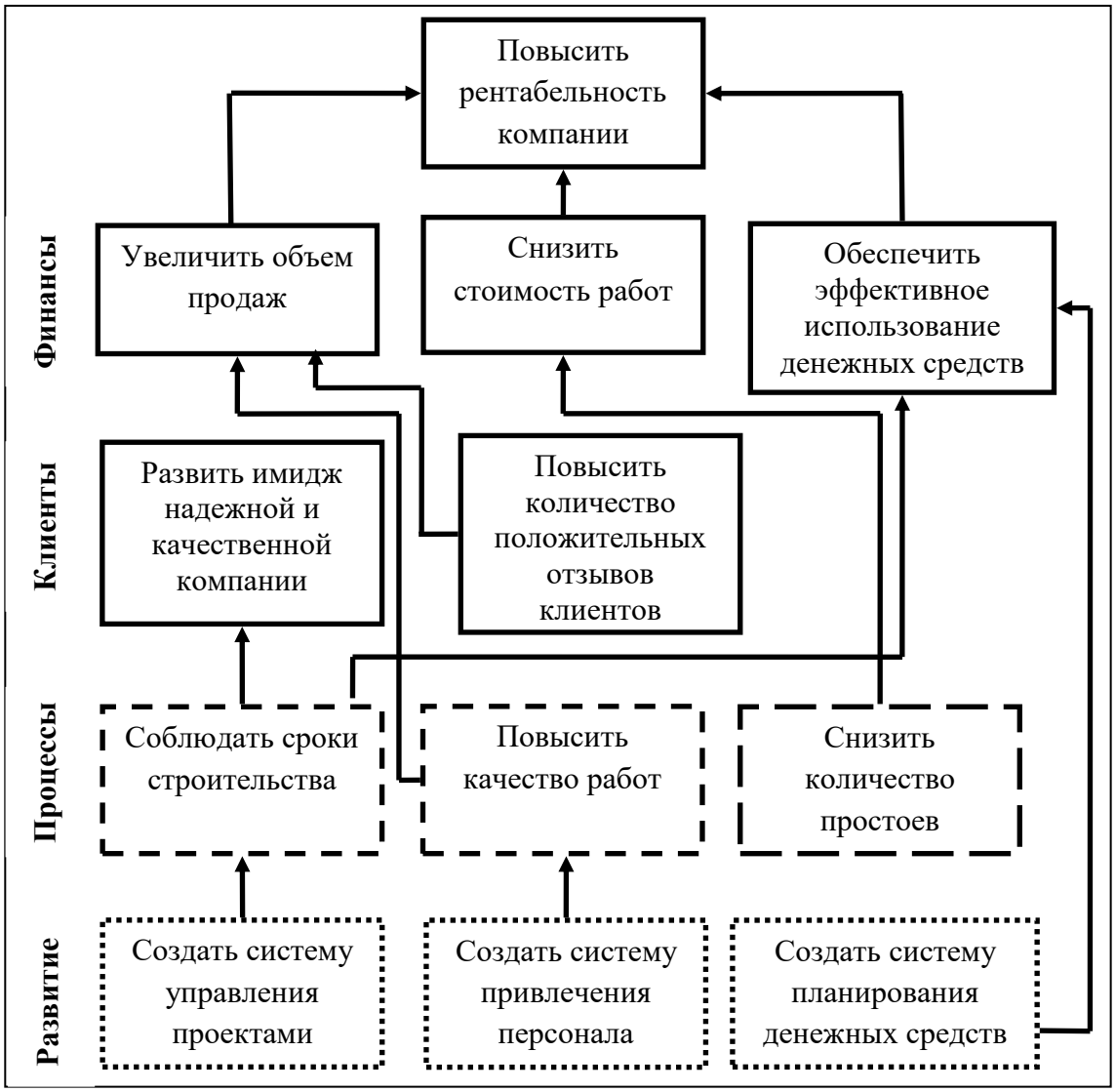


Рис. 2. Примерная стратегическая карта

Можно так определить суть направлений действий:

- Финансы определяют видение компании своими акционерами и будущими инвесторами;

- Потребитель – это видение компании покупателями;

- Внутренние процессы – видение бизнес-процессов через призму их результативности ;

- Обучение и рост – видение и понимание перспектив развития компании, повышения эффективности.

Можно показать взаимосвязь действий для достижения стратегических целей компании:

во-первых, для достижения наилучших финансовых результатов компания должна быть клиентоориентированной, т.е. должна полностью удовлетворять клиента, т.к. именно клиенты создают финансовое благополучие компании;

во-вторых, чтобы клиентский поток был не только стабилен, но и возрастал, необходимо обеспечить высокое качество бизнес-процессов;

в-третьих, для качественного выполнения бизнес-процессов необходимы высококвалифицированные специалисты, для которых следует предоставлять возможность постоянно повышать квалификацию, создавать способы мотивации их к работе.

Для достижения стратегических целей во взаимосвязи действий по указанным выше направлениям разрабатывается комплексная система финансовых и нефинансовых показателей – от степени удовлетворенности клиентов и лояльности сотрудников до оценки эффективности сбора дебиторской задолженности. Для каждого показателя определяются их целевые значения и то, как они увязаны с другими индикаторами эффективности. В результате компания получает механизмы оценок, позволяющих двигаться к намеченной цели [1].

При оценке результативности бизнес-процессов наиболее подходящей технологией является технология процессно-ориентированного бюджетирования, в которой можно выделить такие этапы ее реализации, как:

Прогнозирование ожидаемого уровня производства и объема продаж на следующие периоды в разрезе клиентов и продуктов.

1. Прогнозирование осуществления дополнительных операций технологического цикла.

2. Прогнозный расчет потребностей в ресурсах для выполнения операций.

4. Определение реального наличия ресурсов для удовлетворения потребностей.

Определение практической ресурсной емкости операций [2].

В общем виде схема процессно-ориентированного бюджетирования представлена на рис.3

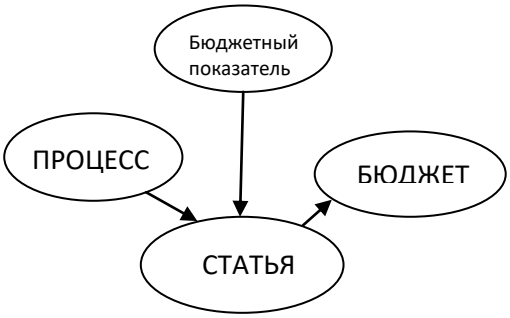


Рис. 3. Общий вид процессно-ориентированного бюджетирования

Использование процессно-ориентированного бюджетирования дает возможность не только оценить результативность бизнес-процессов, но и выявить «узкие места» в сети бизнес-процессов.

При умелом сочетании с сбалансированной системой показателей процессно-ориентированное бюджетирование становится инструментом достижения стратегических целей компании, т.е. становится стратегически ориентированной технологией.

Следует отметить, что рассмотренные технологии достаточно трудоемки и сложны и без использования современных информационных технологий внедрение их не даст ожидаемого эффекта.

Вместе с тем, наличие OLAP – технологии в информационной системе позволяет планировать многомерный бюджет с необходимой периодичностью и проводить анализ структуры затрат в различных разрезах, например: процесс, операции, центр финансовой ответственности и др.

Таким образом, знание современных технологий управления позволяет органично и последовательно осуществить переход к процессному управлению компанией.

Список литературы

1. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: Манн, Иванов и Фербер. 2013. 48 с.

2. Чая В.Т., Чупахина Н.И. Перспективы развития управленческого учета //Экономический анализ: теория и практика. 2007. № 22. С. 2-14.

3. R.S. Kaplan and D.R Norton «The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action» Boston: HBS Press. 1996.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ: МЕТАЛЛУРГИЯ 4

Смирнов Е.Н., Богадевич Д.И., Скляр В. А.

К ВОПРОСУ КРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НАРУШЕНИЙ СПЛОШНОСТИ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО СЛИТКА ПРИ ЕГО ДЕФОРМИРОВАНИИ НА СТАДИИ НЕПОЛНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ 4

Горожанкин А.С., Скляр В.А.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕДНОГО НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО СЛИТКА В РОТОРНОЙ ЛИТЕЙНОЙ МАШИНЕ 12

Жиденко А.И., Лавриненко К.В.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОКАЛИНЫ МЕТАЛЛАА В ПЕЧАХ НАГРЕВА ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ 18

Князев И.С.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЧНОСТЬ БРИКЕТОВ ИЗ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ 23

Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н., Попов Д.С.

РАССМОТРЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ДЕСУЛЬФУРАЦИЮ ОКАТЫШЕЙ 29

Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н., Попов Д.С.

РАССМОТРЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СЛОЕ ОКАТЫШЕЙ В ЗОНАХ СУШКИ ОБЖИГОВОЙ МАШИНЫ 32

Малахова О.И., Худжаев Ш.Д.
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ШЛАКООБРАЗУЮЩИХ НА ПАРАМЕТРЫ ШЛАКОВОГО РЕЖИМА ПРИ ЭЛЕКТРОПЛАВКЕ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ 35

Медведев Р.И.
ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРА ЗАПОЛНЕНИЯ ПОЛОСТИ ФОРМЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА НА ВАЛКОВОМ ПРЕССЕ 40

Мишин Р.С.
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗЛИВКИ МАРОК СТАЛЕЙ ДЛЯ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ В УСЛОВИЯХ ЭСПЦ АО «ОЭМК» 47

Никитченко Т.В., Тимофеева А.С., Мазур Н.И.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТЕПЕНИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ВОССТАНОВЛЕННОГО ПРОДУКТА ПО СОСТАВУ КОЛОШНИКОВОГО ГАЗА 53

Парпиев Д.Б., Горожанкин А.С.
МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ВО ВРЕМЯ ПРОКАТКИ МЕДИ 61

Прасолов В.Н., Шевцов В.А.
ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА КРИСТАЛЛИЗУЮЩЕГОСЯ МЕТАЛЛА НА БЛЮМОВОЙ МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК В ЭСПЦ АО «ОЭМК» 67

Сазонов А.В., Короткова Л.Н.
НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПЛАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ 74

Сазонов А.В., Кочергина И.Н.
К ВОПРОСУ О ПЕРЕВОДЕ ИЗВЕСТИ В ЖИДКОЕ СОСТОЯНИЕ В ШЛАКЕ ПРИ ПЕРЕПЛАВКЕ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ 79

Скляр В.А., Колкова А.В.
АДАПТАЦИЯ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ ДСП-150 АО «ОЭМК» 84

Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Федина В.В., Короткова Л.Н.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИКО-МИНЕРОЛОГИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА ДЛЯ СТАРТОВОЙ ВОРОНКИ СТАКАНА-ДОЗАТОРА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ 90

Тимофеева А.С., Кожухов А.А., Никитченко Т.В.
РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ОТРЫВА СТАРТОВОЙ ВОРОНКИ ОТ СТАКАНА-ДОЗАТОРА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ 96

Мазур Н.И., Тимофева А.С., Сидоров М.С., Махмудов Д,Д.
МЕХАНИЗМ ОКИСЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА 101

Торопкина Н.М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕГОРОДОК В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ МНЛЗ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧИСТОТЫ СТАЛИ 105

Шевцов В.А., Парпиев Д.Б., Арутюнян А.Б., Дуракова В.А.
ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ ОКАТЫШЕЙ 110

СЕКЦИЯ: ГОРНОЕ ДЕЛО

116

Афанасьева Г.Е., Дрога П.В.

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ УПОРНЫХ ПРИЗМ ГИДРООТВАЛОВ 116

Афанасьева Г.Е.

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО РЕЖИМА В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА 121

Гзогян Т.Н., Гришкина Е.В.

ИЗУЧЕНИЕ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД КМА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ 127

Гзогян С.Р., Щербаков А.В.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ КМА 134

Королев Н.Д., Ермолаев Д.В., Кубликов С.Н.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ОТБОЙКЕ СКАЛЬНЫХ ПОРОД НА КАРЬЕРАХ С УЧЁТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЁМКОСТИ ВЗРЫВНОГО РАЗРУШЕНИЯ МАССИВА ПОВЫСОТЕ УСТУПА 138

Аксенов В.В., Казанцев А.А., Яровой С.Е.

ФОРМУЛИРОВКА ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ ВОЗВЕДЕНИЯ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ ДЛЯ ГЕОХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ 148

Козырев П.И., Попов Е.А..

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И УЛУЧШЕНИЯ ЕЁ КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 153

Горожанкин В.В.,Романенко Е.Ф., Колмыков В.И.
ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОРПУСОВ ШНЕКОВЫХ БУРОВЫХ ДОЛОТ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ 158

Терехин Е.П., Хужамуратов А.Б.
ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОТРАНСПОРТА ПРИ ДОБЫЧЕ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ ИЗ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ КМА 167

Серпуховитина Т.Ю.
РОЛЬ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ 173

СЕКЦИЯ: ГОРНОЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ 177

Авдеев В.И., Подгорный И.Е.
ЗАЩИТА АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ В МЕТАЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ОТ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ 177

Авдеев В.И, Подгорный И.Е.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧАСТОТ И ФОРМ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЁМКОСТИ С ЖИДКОСТЬЮ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЗАДАНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «ЗЕНИТ -95» 184

Авдеева Н.Е.
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РОЛИКОВ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК 190

Александров А.В.
ОБЗОР ПЕРЕДОВЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 201

Белов Н.В., Бородина М.Б., Смирнова О.А., Часовских А.С.
НЕИСПРАВНОСТИ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК ККД 1500/180 211

Владимиров А.А., Макаров А.В., Подкопаев Н.В.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСТОВОГО ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ 220

Владимиров А.А., Афонин А.Н., Кабулова Е.Г., Смирнов Д.А.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЧИСТОВОМ ВИБРАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ 228

Кабулова Е.Г., Макаров А.В., Маматов Д.А., Киктев Д.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОРПУСА ОБОГАЩЕНИЯ 233

Кудинов Е.А., Келлер А.В., Наумов М.Д., Кабулова Е.Г.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЙ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ 237

Ларин А.И., Афонин А.Н., Каримов Р.Р.
ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМВОЛНИСТОГО РЕЛЬЕФА 247

Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Репников Н.И., Владимиров А.А., Титова А.П.
ВОССТАНОВЛЕНИЕ РОЛИКОВ МНЛЗ НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ТУГОПЛАВКИМИ КОМПОНЕНТАМИ 252

Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Титова А.П., Владимиров А.А.
ПЕРСПЕКТИВЫ ОБРАБОТКИ ВЫГЛАЖИВАНИЕМ КАЛИБРОВ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ, УПРОЧНЕННЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ СВС-ЭЛЕКТРОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ 263

Таупек И.М., Положенцев К.А.
КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ РАСЧЁТ РАМЫ БЫСТРОХОДНОГО ПРЕССА СИЛОЙ 16 МН 273

Швачкин Е.Г., Овчаров А.Н.
МОДЕРНИЗАЦИЯ ОТВАЛА БУЛЬДОЗЕРА ЧЕТРА Т-35 279

СЕКЦИЯ: АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ 282

Аверина Т.А., Лаврова Ю.С.
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА 282

Баркалов С.А., Моисеев С.И,, Мышовская Л.П.
ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА, ОСНОВАННАЯ НА МАРКОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССАХ 288

Баркалов С.А., Моисеев С.И., Мышовская Л.П.
НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ 294

Боева Л.М., Андгуладзе Н.З.
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЗАМЕНЫ ТСО В РАМКАХ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ УЧЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ 299

Гамбург К.С.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В ПОДСИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ ОБЖИГОВОЙ МАШИНЫ 304

Глущенко А.И., Фомин А.В.
О НАСТРОЙКЕ ЛИНЕЙНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ТЕПЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ИМПУЛЬСНЫЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ 310

Ерёменко А.Ю.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТНЫМИ И СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМИ РАБОТАМИ НА ОБЪЕКТАХ ПРЕДПРИЯИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА 317

Еременко Ю.И., Олюнина Ю.С.
ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО КЛАВИАТУРНОМУ ПОЧЕРКУ 330

Ерёменко Ю.И., Халапян С.Ю., Анпилов А.О.
РАЗРАБОТКА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЭКСТРЕМАЛЬНО-НЕЧЁТКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФИЛЬТРАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА 336

Жуков П.И., Глущенко А.И.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАГОТОВКИ ОТ ИСТОРИИ ЕЁ НАГРЕВА 342

Зорин И.С., Полещенко Д.А.
О ПРИМЕНЕНИИ СЕТИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ FASTER R-CNN ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КЛЕЙМА ЗАГОТОВОК СПЦ-1 АО «ОЭМК» 348

Козырь О.Ф., Кривоносов В.А.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РАСКРОЯ 354

Кривоносов В.А., Козырь О.Ф., Криушин Д.В.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ НА ОСНОВЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА И РЕГУЛЯТОРА СОСТОЯНИЯ 358

Кривоносов В.А., Криушин Д.В.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА НА ОСНОВЕ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ И РЕГУЛЯТОРОВ СОСТОЯНИЯ 363

Ласточкин К.А., Еременко Ю.И., Петров В.А., Глущенко А.И.
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ НА КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ БАЛАНСИРУЮЩИМ РОБОТОМ 369

Моторина Н.П., Тетеревлева Е.В.
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ 375

Мухин Р.Р.
РАЗВИТИЕ ЭНТРОПИЙНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ЭРГОДИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ 380

Мухин Р.Р.
О КЛАССИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ 384

Мухин Р.Р.
ЗАМЕТКИ О СОЗДАНИИ ТЕОРЕМЫ АДО 389

Основина О.Н., Степнова А.А.
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ IT-ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ 393

Симонова А.Г., Тынянских М.И.

РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО НОСИМОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНЕШНИХ ВРЕДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧЕГО НА ПРОИЗВОДСТВЕ 398

Симонова А.Г.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА ПРОГРАММЫ ТРЕНИРОВОК 403

Соловьев А.Ю., Манюшко А.М.

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА НА КРУПНОМ И ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ АО «ЛГОК» 407

Соловьев А.Ю., Псарев А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СИНГУЛЯРНО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ОКАТЫШИ КОМПАНИИ «МЕТАЛЛОИНВЕСТ» 412

Уварова Л.В.

РАЗРАБОТКА КОНТУРА УПРАВЛЕНИЯ КАМЕРНОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА 418

Халапян С.Ю., Ансимов М.Ю.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОПЕРАТОРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ШАХТНОЙ ПЕЧЬЮ МЕТАЛЛИЗАЦИИ 422

Цуканов М.А., Коврижных О.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСПИСАНИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА 428

Цыганков Ю.А., Полещенко Д.А.
РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПРОГНОЗНОЙ СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ВЫХОДНОМ ПРОДУКТЕ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ 433

СЕКЦИЯ: ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ 439

Агеева Е.С., Кобец А.Д.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТОВ С ПОКУПАТЕЛЯМИ И ЗАКАЗЧИКАМИ В ООО «ТОРГОВЫЙ ДОМ «ОСКОЛЬСКАЯ МУКА» 439

Александрова С.И.
КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ЛИКВИДНОСТИ ЕЕ БАЛАНСА НА МАТЕРИАЛАХ ООО «ПРОМСЕРВИС» 445

Баркалов С.А., Белоусов В.Е., Нуен Т.Н.
МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ 450

Бекирова О.Н., Рогозина Е.А., Малютина А.Н.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОБ ОПТИМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ РЕСУРСОВ МЕЖДУ ЦЕХАМИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА 456

Березина В.О
ЕСТЕСТВЕННЫЕ МОНОПОЛИИ И ИХ ПРОБЛЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ РОССИИ 463

Востокова С.Н.
ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В ХОДЕ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ДЕЛОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ» 468

Демидова Е.Г., Мамасодиков Ш. А.
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ФОРМИРОВАНИЕМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОБСТВЕННОГО КАПИТАЛА НА ПРЕДПРИЯТИИ 474

Ильичева Е.В., Демидова Е.Г.
ЭКОЛОГИЗАЦИЯ УЧЕТА И АУДИТА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ 478

Демьяненко М.С., Найденова Р.И., Виноходова А.Ф.
ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЯ 484

Зубкова Е.В.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ 491

Кобзева А.Г., Лисовский М.А.
ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ РАБОТЫ С КЛИЕНТАМИ КОМПАНИИ «Л'ЭТУАЛЬ» 496

Кобзева А.Г., Кладовщикова П.С.
ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ И ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ 502

Кобзева А.Г., Шульженок К.В.
ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОДВИЖЕНИЯ ТОВАРОВ И УСЛУГ НА РЫНОК НА ПРИМЕРЕ АО «ОЭМК» 509

Мухина З.З., Полева Н.А.
ЖЕНЩИНЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ: НЕРЕАЛИЗУЕМЫЙ РЕЗЕРВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КУРСКОЙ МАГНИТКИ) 514

Гусев Д.С., Новикова О.А.
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: СУЩНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ, МЕТОДЫ 520

Носенко А.В.
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА В СФЕРЕ ТОРГОВЛИ 524

Ровенских М.В., Гаврюшина О.П.
ИЗУЧЕНИЕ ТАРОУПАКОВОЧНЫХ СРЕДСТВ КОНДИТЕРСКОЙ ОТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ КФ «СЛАВЯНКА» 530

Самарина В.П., Дедикова Д. М.
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ 538

Самарина В.П., Сидорова Е.А.
УЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАТРАТ И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ ПРИ ВЫПУСКЕ ПРОДУКЦИИ 544

Самарина В.П., Рябчукова О.Ю.
ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ 551

Самарина В.П.
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ 556

Самарина В.П., Бирюков И.П.
ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ 561

Самарина В.П., Кладовщикова П.С.
ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРЕДПРИЯТИИ 567

Самарина В.П., Шульженок К.В.
ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРЕДПРИЯТИИ 573

Самарина В.П., Керимли Г.Р.
КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ 579

Савон Д.Ю., Самарина В.П.
ПОДГОТОВКА КАДРОВ В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ 586

Строганова Я.С., Волкова А.А.
ПРОБЛЕМАТИКА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СУБСИДИЙ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ БЮДЖЕТОВ 594

Скрипай А.А.
ПРЕДПРИЯТИЕ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ 600

Ченцова Е.П., Ткачева А.С.
ЭФФЕКТ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ 604

Ченцова Е.П., Ткачева А.С.
ПРЕУВЕЛИЧЕННАЯ ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ КОГЕРЕНТНОСТЬ И ЕЕ РОЛЬ В ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКЕ 606

Удовикова А.А., Чупахина Н.И.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ 609

Шибанов К.С.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА 617

Малашенко В.П.
РЕШЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ – КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЧЕТВЁРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ 621

Малашенко В.П.
НОВАЯ АМОРТИЗАЦИОННАЯ СИСТЕМА – ОСНОВНОЙ ИНВЕСТОРРЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ 628

СЕКЦИЯ: НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ 637

Ниязов М.Н., Воронова Н.А. , Ходарина Н.Н., Ефимов А.К., Купчишин А.И., Есырев О.В.
ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ОЗЕРА СОРБУЛАК 637

Шмыгалева Т.А., Шафии С.А., Купчишин А.И., Купчишин А.А., Ефимов А.К.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ПВА В МАТЕРИАЛАХ, ОБЛУЧЕННЫХ ЛЕГКИМИ ИОНАМИ В РАМКАХ КВ-МЕТОДА 643

Крахт Л.Н., Казарцев В.О., Киселева Н.А.
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ И ФЛЮСУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В АГРЕГАТАХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА 649

Зубарева Т.И., Таипова Б.Г., Ефимов А.К., Купчишин А.И.
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ДЕФОРМАЦИЮ ПЛЕНОК С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ И СШИВАНИЯ 660

СЕКЦИЯ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ 666

Кусепова Д.М., Левина Т.А.

АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АО «ОЭМК» НА ТЕРРИТОРИИ СТАРООСКОЛЬСКОГО РАЙОНА 666

Киселева Н.А.

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 672

Селютина Н.В.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ 680

Чупахина Н.И., Иванюхина Г.Б.

ИНСТРУМЕНТЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТИ, ГИБКОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ 686