

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИСиС»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Председателя
приемной комиссии



А.А. Волков
2018 г.

Принято на заседании

Ученого совета института ИТАСУ
протокол № 1 от «27» 09 2018 г.

И.о. директора института ИТАСУ

/ С.В. Солодов

«27» 09 2018 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ
ПОСТУПАЮЩИХ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ
МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
15.04.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

Москва 2018

СОДЕРЖАНИЕ

1.	1. Пояснительная записка	3
2.	2. Содержание разделов	4
3.	Раздел 1. Электронные устройства автоматики	4
4.	Раздел 2. Теория автоматического управления	4
5.	Раздел 3. Вычислительные машины, системы и сети	4
6.	Раздел 4. Моделирование систем и процессов	4
7.	3. Рекомендуемая литература	5

1. Пояснительная записка

Цель вступительного испытания

Оценка уровня освоения поступающим компетенций, необходимых для обучения по магистерской программе.

Форма, продолжительность проведения вступительного испытания. Критерии оценивания

Вступительное испытание по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» проводится в письменной форме. Продолжительность вступительного испытания – 120 минут.

Экзаменационный билет содержит 4 задания. За каждый правильный ответ на вопрос в письменном экзамене начисляется следующие баллы:

1 задание – 20 баллов;

2 задание – 40 баллов;

3 задание – 20 баллов;

4 задание – 20 баллов.

Максимальная итоговая оценка – 100 баллов. Результаты вступительных испытаний оцениваются по 100 бальной шкале. Минимальный проходной балл, подтверждающий успешное прохождение вступительных испытаний, составляет 40.

Перечень принадлежностей, которые поступающий имеет право пронести в аудиторию во время проведения вступительного испытания: ручка, карандаш, ластик, непрограммируемый калькулятор.

2. Программа, Содержание разделов.

2.1. Электронные устройства автоматики

1. Типы и области применения электронных приборов и устройств.
2. Методы измерения электрических и магнитных величин.
3. Параметры и проектирование современных полупроводниковых усилителей.
4. Параметры и проектирование современных полупроводниковых генераторов.
5. Параметры и проектирование современных полупроводниковых вторичных источников питания.
6. Параметры и проектирование современных полупроводниковых цифровых преобразователей.
7. Параметры и проектирование современных микропроцессорных управляющих и измерительных комплексов.

2.2. Теория автоматического управления

1. Методологические основы функционирования систем автоматического управления (САУ).
2. Методологические основы моделирования САУ.
3. Методологические основы функционирования синтеза САУ.
4. Основные методы анализа САУ во временной области.
5. Основные методы анализа САУ в частотной области.
6. Способы синтеза САУ.
7. Типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем.

2.3. Вычислительные машины, системы и сети

1. Основные принципы организации и архитектура вычислительных машин, систем, сетей.
2. Принципы организации функциональных и интерфейсных связей вычислительных систем с объектами автоматизации.
3. Основные современные информационные технологии передачи и обработки данных.
4. Основы построения управляющих локальных и глобальных сетей.
5. Синтаксис и семантика алгоритмического языка программирования, принципы и методология построения алгоритмов программных систем.
6. Принципы структурного и модульного программирования с поддержкой жизненного цикла программ.
7. Принципы объектно-ориентированного программирования с поддержкой жизненного цикла программ.

2.4. Моделирование систем и процессов

1. Принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов;
2. Методы построения моделирующих алгоритмов и их упрощения;
3. Методы построения математических моделей, их упрощения;
4. Технические и программные средства моделирования.

3. Рекомендованная литература

3.1. Электронные устройства автоматики

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев.-4-е изд., доп.- М.: Высш.шк., 2006.- 799 с.
2. Павлов В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ В.Н. Павлов.- М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 288 с.
3. Фарнасов Г.А. Электротехника, электроника, электрооборудование: учеб. для вузов. М. Издательский дом «МИСиС», 2012.- 290 с.

3.2. Теория автоматического управления

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. 2003. – 163 с.
2. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2004. – 747 с.
3. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления: учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика) и направления подгот. "Автоматизированные технологии и производства" / В. Я. Ротач. - 4-е изд., стер. - М. : Изд-во МЭИ, 2007. – 398.

3.3. Вычислительные машины, системы и сети

1. Экономическая информатика и вычислительная техника: Учебник / Л.В.Еремин и др. - М.: Финансы и статистика, 1993.
2. Вычислительные машины, системы и сети: Учебник / А.П. Пятибратов и др. - М.: Финансы и статистика, 1991.
3. Черняк Н.Г. и др. Архитектура вычислительных систем и сетей: учебное пособие - М.: Финансы и статистика, 1986.
4. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. - М.: Финансы и статистика, 1995.
5. Боборыкин А.В., Липовецкий Г.П., Литвинский Г.В. и др. Однокристалльные микроЭВМ. – М.: МИКАП, 1994. – 400 с.

3.4. Моделирование систем и процессов

1. Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. Учебное пособие.- СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
2. Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход. Учебное пособие.- СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
3. Е. Бенькович, Ю. Колесов, Ю. Сениченков. Практическое моделирование динамических систем. : СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
4. Ю.Г. Карпов. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
5. В.С.Зарубин. Математическое моделирование в технике. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001.
6. А.М.Лоу, Д.В.Кельтон. Имитационное моделирование (Simulation Modeling and Analysis. Серия: Классика Computer Science). : СПб, Питер, 2004.
7. А.А.Самарский, А.П.Михайлов. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры.: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.
8. В.П.Дьяконов, В.Круглов. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование. СПб: Питер, 2002.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИСиС»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Председателя
приемной комиссии

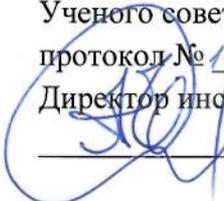


_____ / А.А. Волков



_____ 2018 г.

Принято на заседании
Ученого совета института ЭкоТех
протокол № 1778/19 от 2018 г.



Директор института ЭкоТех
_____ / А.Я. Травянов

« 20 » сентября 2018 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ
ПОСТУПАЮЩИХ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ
МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
22.04.02. МЕТАЛЛУРГИЯ**

Москва 2018
СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	5
Цель вступительного испытания.....	5
Форма, продолжительность проведения вступительного испытания. Критерии оценивания.	5
АННОТАЦИЯ	5
ЧАСТЬ 1 МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ	6
Раздел 1. Общие вопросы производства черных металлов и сплавов /1а, 1б/.....	6
Раздел 2. Подготовка руд к плавке и производство чугуна /1а, 1б/.....	6
Раздел 3. Производство стали /1а, 2б, 3б/.....	6
Раздел 4. Получение слитков и литых заготовок черных металлов /1а/	6
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 1	7
ЧАСТЬ 2. МЕТАЛЛУРГИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	7
Раздел 1. Основы гидрометаллургических процессов (Производство золота) /1а/	7
Раздел 2. Окислительная пирометаллургия (Производство меди) /1а/	7
Раздел 3. Восстановительная пирометаллургия (Производство свинца) /1а/.....	7
Раздел 4. Электрометаллургия (Производство алюминия) /2а/	8
Раздел 5. Производство вольфрама /а /.....	8
Раздел 6. Производство молибдена /а /.....	8
Раздел 7. Производство тантала и ниобия /а/.....	8
Раздел 8. Metallургия титана и циркония /а/.....	8
Раздел 9. Metallургия рассеянных редких металлов /а /	8
Раздел 10. Metallургия радиоактивных и редкоземельных металлов	9
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 2	9
ЧАСТЬ 3. ТЕХНОЛОГИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ	9
Раздел 1. Вещественный состав и обогатимость полезных ископаемых	9
Раздел 2. Процессы и машины для обогащения полезных ископаемых	9
Раздел 3. Вспомогательные процессы	10
Раздел 4. Технология комплексной переработки и обогащения полезных ископаемых	11
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 3	11
ЧАСТЬ 4. ТЕПЛОФИЗИКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	11
Раздел 1. Механика жидкостей и газов /1,2/	11
Раздел 2. Перенос теплоты конвекцией /1,2/	12
Раздел 3. Перенос теплоты молекулярной теплопроводностью /1,2/.....	12
Раздел 4. Перенос теплоты излучением /1,2/	13
Раздел 5. Тепловая работа и конструкции металлургических печей /1,2/	13
Раздел 6. Основы теории очистки газов /1/.....	14
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 4.....	14
Часть 5. ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ (ИННОВАЦИОННЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ)	14
Раздел 1. Детали, литые заготовки, литейные сплавы /1а; 4а/	14
Раздел 2. Основы плавки металлов и сплавов /1а; 4а/.....	14
Раздел 3. Изготовление отливок в разовых песчаных формах/1а; 4а/.....	15
Раздел 4. Специальные способы литья /1а; 4а/	15
Раздел 5. Отливки из чугуна и стали /1а/	15
Раздел 6. Отливки из сплавов цветных металлов /4а; 5а/	15
Раздел 7. Отливки для деталей металлургического оборудования /1.а/.....	16
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 5	16

ЧАСТЬ 6. ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ (ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ).....	16
Раздел 1. Методы получения порошков /5а, 6а/	16
Раздел 2. Формование и спекание металлических порошков /5а, 6а/.....	17
Раздел 3. Спеченные материалы с особыми свойствами /5а, 1б/.....	17
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 6.....	17
ЧАСТЬ 7. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	18
Раздел 1. Базовые понятия, классификация процессов и изделий, производимых методами ОМД. /1а; 2а/.....	18
Раздел 2. Физические основы пластической деформации металлов и сплавов, взаимодействие процессов ОМД с термообработкой, методы управления структурой и свойствами продукции /1а, 2а, 3б/	18
Раздел 3. Теоретические основы процессов обработки металлов давлением /1а, 3а, 4а/	18
Раздел 4. Оборудование для силового воздействия на материал. Вспомогательное оборудование, средства управления /1а, 2а, 1б/	19
Раздел 5. Прокатка металлов /1а, 2а, 3б/	19
Раздел 6. Ковка, объёмная и листовая штамповка, /1а, 3а, 1б/.....	19
Раздел 7. Прессование, выдавливание и волочение металлов /3а, 2б/	20
Раздел 8. Специальные методы ОМД, /1а/	20
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 7.....	20
ЧАСТЬ 8. СВАРКА И ПАЙКА МЕТАЛЛОВ	21
Раздел 1. Условия образования сварного соединения и его строение /1а,1б/	21
Раздел 2. Методы сварки и их основные технологические особенности /1а,1б/.....	21
Раздел 3. Структура и свойства сварных соединений из углеродистых и легированных сталей /1а, 2а/	21
Раздел 4. Структура и свойства сварных соединений из чугуна, цветных металлов и их сплавов /1а, 2а/	21
Раздел 5. Структура и свойства паяных соединений металлов и сплавов /1а,2а/	21
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 8.....	21
ЧАСТЬ 9. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ ЦВЕТНЫХ И ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ	22
Раздел 1. Кристаллическое строение металлов. /1а/	22
Раздел 2. Фазовые превращения в металлах /1а/	22
Раздел 3. Диаграммы состояния двойных систем /1а/	22
Раздел 4. Система железо-углерод /1а/	22
Раздел 5. Неравновесная кристаллизация. Особенности литой структуры /1а/	22
Раздел 6. Связь литейных свойств двойных сплавов с диаграммой состояния	23
Раздел 7. Деформация, разрушение и механические свойства металлов /1а/.....	23
Раздел 8. Изменение структуры и механических свойств металлов при деформации и последующем нагреве /1а/.....	23
Раздел 9. Механизм и кинетика фазовых превращений в твердом состоянии /1а/	23
Раздел 10. Виды термической обработки. Превращения при нагреве и охлаждении стали /1а/.....	24
Раздел 11. Углеродистые и легированные стали /1а/	24
Раздел 12. Диаграммы состояния тройных систем /1а/	25
Раздел 13. Чугуны /1а/	25
Раздел 14. Сплавы и композиционные материалы на основе легких металлов /1а/	25
Раздел 15. Сплавы и композиционные материалы на основе тяжелых металлов /1а/ ..	26
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 9.....	26
ЧАСТЬ 10. МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА В МЕТАЛЛУРГИИ.....	26
Раздел 1. Техническое регулирование и стандартизация [1а-12а; 1б-9б]	26

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ К	
РАЗДЕЛУ 1 Ч. 10.....	27
Раздел 2. Метрология и метрологическое обеспечение [1а-13а; 1б-9б].....	28
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ	
ДОКУМЕНТЫ К РАЗДЕЛУ 2 ЧАСТИ 10	29
Раздел 3. Системный и процессный подходы к организации деятельности	
металлургического предприятия [1а-11а; 1б-8б].....	30
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ К	
РАЗДЕЛУ 3 Ч. 10.....	31
Раздел 4. Аккредитация органов по сертификации (ОС), испытательных	
лабораторий (ИЛ) и сертификация систем менеджмента [1а-9а; 1б-8б]	32
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ К	
РАЗДЕЛУ 4 Ч. 10.....	32
ЧАСТЬ 11. АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ	
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	33
Раздел 1. Общие принципы аналитического контроля состава веществ и	
материалов. /1а, 3а, 4а/	33
Раздел 2. Химические и физико-химические методы аналитического контроля. /1а,	
2а/	34
Раздел 3. Физические методы аналитического контроля. /1а, 2а/	34
Раздел 4. Определение газообразующих элементов (кислорода, азота, водорода,	
углерода, серы). /1а/	35
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 11	35
ЧАСТЬ 12. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И	
ИНЖИНИРИНГ	35
Раздел 1. Структура металлов /1а, 2а, 3б/.....	35
Раздел 2. Фазовые превращения в металлах /1а, 2а/	35
Раздел 3. Диаграммы состояния двойных систем /1а, 2а/.....	35
Раздел 4. Система железо-углерод /1а, 2а/	36
Раздел 7. Механические свойства /1а, 2а, 2б/	36
Раздел 6. Термическая обработка /1а, 2а, 1б/.....	36
Раздел 7. Металлы и сплавы /1а, 2а/	36
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 12.....	36
ЧАСТЬ 13 МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ	
ПОКРЫТИЯ, НАНОПЛЕНКИ	36
Раздел 1. Общие вопросы.....	36
Раздел 2. Легкий уровень	36
Раздел 3. Средний уровень	36
Раздел 4. Сложный уровень	37
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 13	37

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель вступительного испытания.

Оценка уровня освоения поступающим компетенций, необходимых для обучения по магистерской программе

Форма, продолжительность проведения вступительного испытания. Критерии оценивания.

Вступительное испытание по направлению подготовки проводится в письменной форме.

Продолжительность вступительного испытания – 120 минут.

Экзаменационный билет содержит 10 заданий. В случае правильного ответа поступающий получает количество баллов, соответствующее номеру вопроса. Результатом оценивания работы является сумма баллов, полученных за правильные ответы на соответствующие вопросы письменной работы.

Система оценивания письменного вступительного испытания:

- 1 вопрос – 10 баллов;
- 2 вопрос – 10 баллов;
- 3 вопрос – 10 баллов;
- 4 вопрос – 10 баллов;
- 5 вопрос – 5 баллов;
- 6 вопрос – 5 баллов;
- 7 вопрос – 10 баллов;
- 8 вопрос – 10 баллов;
- 9 вопрос – 15 баллов;
- 10 вопрос – 15 баллов.

Результаты вступительных испытаний оцениваются по 100 бальной шкале.

Минимальный проходной балл, подтверждающий успешное прохождение вступительных испытаний, составляет 40.

При равенстве баллов в рейтинговом ряду приоритет отдаётся кандидату с более высоким средним баллом диплома.

Перечень принадлежностей, которые поступающий имеет право пронести в аудиторию во время проведения вступительного испытания: ручка, карандаш, ластик, непрограммируемый калькулятор.

АННОТАЦИЯ

Программа поступления в магистратуру по направлению «Металлургия» базируется на дисциплине, которая является важной составляющей программы обучения бакалавров.

Дисциплина состоит из самостоятельных частей:

1. Металлургия чёрных металлов.
2. Металлургия цветных металлов.
3. Технология минерального сырья.
4. Теплофизика металлургических процессов.
5. Технология литейных процессов.
6. Функциональные материалы и покрытия.
7. Обработка металлов и сплавов давлением.
8. Сварка и пайка металлов.
9. Металловедение цветных и драгоценных металлов.
10. Менеджмент качества в металлургии.

11. Аналитический контроль качества продукции металлургического производства.
12. Современные металлические материалы и инжиниринг
13. Многокомпонентные наноструктурированные покрытия. Нанопленки

Дисциплина носит как теоретическую, так и практическую направленность в области современных технологий и оборудования металлургического производства, а также наиболее прогрессивных методов производства заготовок и деталей машин обработкой давлением, литьём, сваркой и т.д. Она практически является фундаментом для специальной технологической подготовки.

ЧАСТЬ 1 МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Раздел 1. Общие вопросы производства черных металлов и сплавов /1а, 1б/

История и роль металлургии в развитии цивилизации. Современное состояние и пути развития металлургического производства. Технологическая схема современного металлургического предприятия с полным технологическим циклом.

Раздел 2. Подготовка руд к плавке и производство чугуна /1а, 1б/

- 2.1. Сырые материалы, применяемые при производстве черных металлов. Железные руды: определение, классификация, оценка качества.
- 2.2. Подготовка железных руд к доменной плавке. Агломерация.
- 2.3. Профиль доменной печи. Основное и вспомогательное оборудование.
- 2.4. Доменный процесс. Восстановление оксидов в доменной печи. Образование чугуна и шлака.

Раздел 3. Производство стали /1а, 2б, 3б/

- 3.1. Классификация сталей. Влияние состава на качество стали. Сущность сталеплавильного производства. Способы производства стали.
- 3.2. Основные реакции сталеплавильного производства. Шлакообразование. Состав и свойства сталеплавильных шлаков и их роль в технологическом процессе.
- 3.3. Материалы, используемые при производстве стали: структура и состав металлошихты, источники кислорода, шлакообразующие материалы. Требования к шихтовым материалам и технологии, используемые для подготовки их к плавке.
- 3.4. Конвертерное производство стали. Общее устройство основного оборудования. Нормативный цикл конвертерной плавки.
- 3.5. Мартеновское производство стали. Схема работы и устройство основных элементов мартеновской печи. Схема работы и особенности технологии выплавки стали.
- 3.6. Электросталеплавильное производство. Классификация способов производства стали с использованием электрической энергии. Устройство дуговых электропечей.
- 3.7. Методы выплавки стали в основной дуговой электропечи. Переплав легированных отходов в дуговой печи. Основные периоды плавки, их задачи.
- 3.8. Внепечная обработка стали. Цели и методы обработки. Раскисление и легирование стали в ковше. Способы отсечки шлака по ходу выпуска металла из сталеплавильного агрегата. Применение нейтральных газов для обработки жидкой стали в ковше.
- 3.9. Десульфурация стали с использованием синтетических шлаков, твердых и порошкообразных смесей. Влияние обработки на качество готового металла.
- 3.10. Вакуумирование жидкой стали в ковше: способы и технологии, применяемое оборудование. Влияние вакуумирования на качество готового металла. Комплексная обработка жидкой стали в ковше.
- 3.11. Непрерывные сталеплавильные процессы: варианты технологических схем и применяемого оборудования. Современное состояние и перспективы развития.

Раздел 4. Получение слитков и литых заготовок черных металлов /1а/

- 4.1. Оборудование для разливки стали. Способы разливки стали. Сравнение показателей разливки сверху и сифоном.

4.2. Структура стального слитка. Кристаллическая и химическая неоднородность. Явление усадки.

4.3. Непрерывная разливка стали. Технология и преимущества непрерывной разливки. Виды машин непрерывного литья заготовок.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 1

а) основная литература

1а. Воскобойников В.Г. и др. Общая металлургия. - М.: Металлургия, 1995. - 480 с.

б) дополнительная литература

1б. Металлургия чугуна / Под ред. Ю.С. Юсфина. - М.: Академкнига, 2005. – 628 с.

2б. Поволоцкий Д.Я. Рощин В.Э., Рысс М.А. и др. Электрометаллургия стали и ферросплавов. - М.: Металлургия, 1984. – 567 с.

3б. Каблуковский А.Ф., Молчанов О.Е., Каблуковская М.А. Краткий справочник электросталеваара. - М.: Металлургия, 1994. - 352 с.

ЧАСТЬ 2. МЕТАЛЛУРГИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Раздел 1. Основы гидрометаллургических процессов (Производство золота) /1а/

1.1. Классификация металлургических процессов. Страны – основные производители золота. История создания производства золота. Источники сырья для производства благородных металлов. Формы нахождения золота в сырье.

1.2. Добыча руды и подготовка ее к переработке Гравитационные способы извлечения золота из руды. Амальгамационное извлечение золота из руды.

1.3 Цианирование золотосодержащих руд. Оборудование для проведения гидрометаллургических процессов Выделение золота из цианистых растворов. Техника безопасности при работе с цианидами.

1.4. Аффинаж драгоценных металлов. Электролиз золото-серебряных сплавов. Анодный и катодный процессы. Конструкция электролизной ванны. Основные технико-экономические показатели электролиза. Общие затраты ресурсов на производство золота из руды.

Раздел 2. Окислительная пирометаллургия (Производство меди) /1а/

2.1. История развития пирометаллургии металлургии меди. Свойства меди и основные области применения. Объемы производства. Формы нахождения меди в земной коре. Кларк меди. Медные месторождения. Добыча медной руды. Медные концентраты.

2.2. Основные химические взаимодействия при пирометаллургической переработке сырья. Обжиг и плавка медных концентратов на штейн.

2.3. Продукты окислительной плавки сульфидных концентратов и принципы работы плавильных агрегатов. Окислительное конвертирование медных штейнов. Утилизация сернистых отходящих газов.

2.4. Электролитическое рафинирование меди. Основные электрохимические реакции. Конструкция электролизной ванны.

Раздел 3. Восстановительная пирометаллургия (Производство свинца) /1а/

3.1. Сырьевая база свинцового производства и потребление свинца. Виды химических соединений свинца в сырье. Теоретические основы восстановительной свинцовой плавки.

3.2. Агломерирующий окислительный обжиг концентрата. Химические реакции агломерации. Конструкция агломашин.

3.3. Химические реакции получения черного свинца и принцип работы шахтной печи. Прямая переработка сульфидного концентрата на черновой свинец.

3.4. Рафинирование черного свинца от разнообразных примесей. Образование и удаление промпродуктов, аккумулирующих примесей. Воздействие свинцового производства на окружающую среду.

Раздел 4. Электрометаллургия (Производство алюминия) /2а/

4.1. Свойства алюминия и его применение. Минеральные источники для производства алюминия. Химические соединения алюминия в рудах. Электрохимические процессы получения металлического алюминия.

4.2. Производство глинозема способом Байера. Выщелачивание бокситов щелочными растворами. Основные реакции, поведение примесей.

4.3. Оборудование для спекания и выщелачивания. Электролитическое получение металлического алюминия. Криолит-глиноземные расплавы.

4.4. Конструкция электролизеров и принцип их работы. Анодный эффект. Расход анодов и потребление электричества. Воздействие алюминиевого производства на окружающую среду

Раздел 5. Производство вольфрама /а /

5.1. Классификация редких металлов. Особенности технологических схем производства редких металлов. Основные свойства вольфрама и области применения. Минералы и месторождения вольфрама. Вскрытие шеелитовых и вольфрамитовых концентратов щелочными реагентами. Аппаратурное оформление процессов.

5.2. Переработка продуктов вскрытия концентратов, очистка растворов от примесей. Способы получения вольфрамовой кислоты, паравольфрамата аммония и вольфрамового ангидрида.

5.3. Технология производства порошка вольфрама. Производство компактного пластичного вольфрама. Получение крупногабаритных слитков вольфрама электронно-лучевой и дуговой вакуумной плавкой.

Раздел 6. Производство молибдена /а /

6.1. Основные свойства молибдена и области применения. Минералы молибдена и месторождения. Способы переработки молибденитовых концентратов. Получение молибденитовых огарков. Аппаратурное оформление процессов. Выделение молибдена из аммиачных растворов. Получение молибденового ангидрида. Производство молибденового порошка и компактных изделий.

Раздел 7. Производство тантала и ниобия /а/

7.1. Основные свойства тантала и ниобия, области применения. Минеральное сырье и месторождения тантала и ниобия. Переработка танталит-колумбитовых концентратов разложением плавиковой кислотой. Вскрытие лопаритовых концентратов хлорированием.

Варианты конденсации хлоридов. Аппаратурное оформление процессов.

7.2. Переработка продуктов вскрытия концентратов. Разделение тантала и ниобия и очистка от примесей. Технология получения металлического тантала и ниобия.

Раздел 8. Металлургия титана и циркония /а/

8.1. Основные свойства и области применения. Характеристика рудного сырья. Восстановительная плавка ильменитового концентрата. Хлорирование титановых шлаков, конденсация хлоридов. Аппаратурное оформление процессов. Очистка технического тетрахлорида титана. Магнетермическое восстановление тетрахлорида титана. Йодидное рафинирование титана и получение компактного металла.

8.2. Способы вскрытия цирконовых концентратов. Варианты разделения циркония и гафния. Магнетермический и электролитический способы получения металлического циркония. Технология рафинирования циркония.

Раздел 9. Металлургия рассеянных редких металлов /а /

9.1. Классификация рассеянных редких металлов, их характеристика. Примеры попутного извлечения рассеянных металлов в процессе переработки цветных металлов и отходов других производств. Основные свойства германия и его соединений. Области применения. Извлечение германия из различных видов сырья. Способы очистки германия от примесей.

9.2. Свойства и области применения галлия. Получение галлиевого концентрата при производстве алюминия. Получение металлического галлия и способы его рафинирования.

Раздел 10. Металлургия радиоактивных и редкоземельных металлов

10.1. Роль радиоактивных и РЗМ в современном мире и в развитии атомной энергетики; энергетическая безопасность России; требования, предъявляемые к этим металлам, особенности их производства, основные продуценты в мире и РФ. Минералы, руды и концентраты урана, кислотные и щелочные способы вскрытия, основные аппараты, техника безопасности с радиоактивными материалами. Минералы, руды и концентраты РЗМ, основные способы вскрытия, необходимость комплексного использования сырья.

10.2. Экстракционные и сорбционные способы выделения урана из пульп, современное аппаратное оформление процессов, обезвреживание и удаление хвостов, экологические проблемы. Переработка продуктов вскрытия минерального сырья РЗМ, предварительное их разделение на отдельные группы. Экстракционные аффинажные операции для получения соединений урана ядерной степени чистоты. Основы разделительных процессов при получении индивидуальных РЗМ.

10.3 Технология получения оксидов, фторидов, хлоридов урана и РЗМ. Основы металлургического восстановления высокоактивных металлов; получение урана РЗМ;

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 2

а) основная литература

1а. А.В.Тарасов, Н.И.Уткин. Технология цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1999.

2а. В.И.Москвитин, И.В.Николаев, Б.А.Фомин. Металлургия легких металлов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005

3а. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. – М.: Металлургия, 1991

4а. Котляр Ю.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов. В 2-х томах, М.: Руда и металлы, 2005

5а. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. Книга 1: Учебник для вузов /Коровин С.С., Зимина Г.В., Резник А.М. и др. М.: МИСиС, 1996.

6а. Тураев Н.С., Жерин И.И. Химия и технология урана. М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2006.

7а. А.И.Михайличенко, Е.Б.Михлин, Ю.Б.Патрикеев Редкоземельные металлы - М.: Металлургия, 1987

ЧАСТЬ 3. ТЕХНОЛОГИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Раздел 1. Вещественный состав и обогатимость полезных ископаемых

1.1. Химический, фазовый, минералогический, гранулометрический состав минерального сырья

1.2. Характеристика полезных ископаемых по механической прочности, абразивности и крепости.

1.3. Характеристика минералов по плотности, форме и упругости кристаллов, магнитным, электрическим, спектроскопическим, радиоскопическим, физико-химическим, и др. свойствам.

Раздел 2. Процессы и машины для обогащения полезных ископаемых

2.1. Классификация процессов обогащения. Технологическое назначение подготовительных, основных, вспомогательных процессов.

2.2. Основные принципы и теоретические основы процессов дробления. Основные типы дробилок. Область их применения.

2.3. Теоретические основы и кинетика процессов измельчения. Основные типы мельниц. Область их применения.

2.4. Классификация процессов разделения полезных ископаемых по крупности, их сущность и техническое назначение. Грохочение. Основные закономерности и эффективность грохочения. Основные типы грохотов. Область применения неподвижных и механических грохотов.

2.5. Гидравлическая классификация. Характеристика процессов и основные аппараты для классификации в восходящем, горизонтальном потоках и центробежном поле в водной среде. Область применения классифицирующих устройств.

2.6. Дезинтеграция и промывка минерального сырья. Характеристика процессов дезинтеграции и промывки. Основные аппараты и области их применения.

2.7. Процессы гравитационного обогащения. Теоретические основы, сущность и технологическое назначение процессов. Классификация процессов грохочения.

2.8. Обогащение в тяжелых средах. Виды сред и их технологические свойства. Характеристика процессов разделения в тяжелых средах. Основные аппараты и область применения.

2.9. Обогащение в потоках воды на наклонной плоскости. теоретические основы разделения минералов в тонких потоках. Основные аппараты. Область применения аппаратов, технологические показатели их работы.

2.10. Процессы магнитного обогащения. Физические основы магнитных методов обогащения. Открытые и замкнутые магнитные системы. Полиградиентная среда. Режимы удерживания и извлечения. Прямоточный, противоточный и полупротивоточный режим сепарации. Закономерности и селективность магнитной сепарации.

2.11. Классификация и общая характеристика магнитных сепараторов. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов сухой и мокрой магнитной сепарации сильно- и слабомагнитных руд и минералов. Область применения.

2.12. Процессы электрического обогащения. Физические основы и характеристика процесса. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов разделения минералов по электропроводности.

2.13. Основные конструкции аппаратов и характеристика процессов разделения минералов трибоэлектрической, пироэлектрической и диэлектрической сепарацией. Область применения

2.14. Процессы флотационного обогащения. Физическая сущность и разновидности флотационного процесса. Основы теории минерализации пузырьков при флотации.

2.15. Флотационные реагенты, их классификация и назначение.

2.16. Механизм действия собирателей, активаторов, депрессоров, регуляторов и пенообразователей.

2.17. Основные конструкции и характеристика флотационных машин механического, пневмомеханического и пневматического типов.

2.18. Схемы коллективной и селективной флотации руд.

2.19. Процессы химического обогащения руд. Теоретические основы растворения и избирательного выщелачивания минералов. Область применения. Классификация процессов.

Раздел 3. Вспомогательные процессы

3.1. Назначение обезвоживания и пылеулавливания. Теоретические основы, характеристика процессов обезвоживания дренированием, сгущением. Используемое оборудование. Область применения.

3.2. Характеристика процессов обезвоживания центрифугированием. Используемое оборудование. Область применения.

3.3. Характеристика процессов обезвоживания фильтрацией. Используемое оборудование. Область применения.

3.4. Характеристика процессов обезвоживания сушкой. Используемое оборудование. Область применения.

3.5. Процессы и аппараты для очистки сточных и кондиционирования оборотных вод.

Раздел 4. Технология комплексной переработки и обогащения полезных ископаемых

4.1. Назначение технологического картирования. Классификация операций и средств усреднения и предконцентрации добываемого сырья и продуктов обогащения.

4.2. Характеристика основных типов алмазосодержащих руд, россыпей и алмазов. Технологические схемы и режимы извлечения алмазов из руд, россыпей и черновых концентратов. Сортировка алмазов. Комплексность использования сырья. Технико-экономические показатели.

4.3. Технология переработки и обогащения руд черных металлов.

4.4. Качественная и технологическая характеристика основных типов руд черных металлов. Кондиции на руды и концентраты черных металлов. Технологические схемы и режимы рудоподготовки и обогащения железных, марганцевых и хромовых руд.

4.5. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов.

4.6. Качественная и технологическая характеристика основных типов руд цветных металлов. Требования к качеству концентратов и комплексности использования сырья. Кондиции на руды и концентраты

4.7. Технологические схемы и режимы рудоподготовки и обогащения медных руд

4.8. Технологические схемы и режимы рудоподготовки и обогащения полиметаллических руд

4.9. Технология переработки и обогащения руд и россыпей редких металлов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 3

1. С. Е. Андреев, В. А. Перов, В. В. Зверевич. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. М. Недра, 1980, 415 с.

2. А. А. Абрамов. Флотационные методы обогащения. Москва, Недра, 1993, 411 с.

3. В. В. Карамзин, В. И. Карамзин. Магнитные и электрические методы обогащения. М., Недра, 1991, 303 с.

4. Б. Н. Кравец. Специальные и комбинированные методы обогащения. М., Недра, 1991, 260 с.

5. В. Н. Шохин, А. Г. Лопатин. Гравитационные методы обогащения. М., Недра, 1991, 350 с.

6. Г.Г. Чуянов. Обезвоживание, пылеулавливание и охрана окружающей среды. М., Недра, 1987, 260 с.

7. В. З. Козин, О. Н. Тихонов. Опробование, контроль и автоматизация обогатительных процессов. М., Недра, 1990, 342 с.

8. К. А. Разумов, В. А. Петров. Проектирование обогатительных фабрик. М., Недра, 1982, 515 с.

9. Справочник по обогащению руд. Т. 1-3, М., Недра, 1993

10. Справочник по обогащению углей. М., Недра, 1996

11. Журналы: Горный журнал, Обогащение руд, Горный информационно-аналитический бюллетень, Уголь, Цветные металлы.

ЧАСТЬ 4. ТЕПЛОФИЗИКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Раздел 1. Механика жидкостей и газов /1,2/

1.1. Основные свойства жидкостей и газов и их зависимость от давления и температуры. Понятия идеальной и реальной, несжимаемой и сжимаемой жидкости. Гипотеза о сплошности жидкости.

1.2. Основные уравнения, описывающие движение идеальной жидкости.

- 1.3. Основные уравнения, описывающие движение реальной жидкости.
- 1.4. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости и их особенности.
- 1.5. Основы теории пограничного слоя. Назначение, основная идея, область применимости этой теории.
- 1.6. Структура гидродинамического пристеночного пограничного слоя при ламинарном режиме движения реальной жидкости.
- 1.7. Структура гидродинамического пристеночного пограничного слоя при турбулентном режиме движения реальной жидкости.
- 1.8. Свободная струя, как частный случай гидродинамического пограничного слоя. Особенности, основные закономерности, принцип расчета.
- 1.9. Виды гидравлических потерь. Потери энергии на преодоление сил вязкостного трения и их расчет.
- 1.10. Потери энергии на преодоление местных сопротивлений и их расчет.
- 1.11. Основное уравнение гидростатики и примеры его использования. Расчет сил давления на поверхность.
- 1.12. Распределение давления горячих газов по высоте рабочего пространства печи. Принцип действия дымовой трубы.

Раздел 2. Перенос теплоты конвекцией /1,2/

- 2.1. Классификация механизмов переноса теплоты. Виды конвективного переноса. Понятия теплоотдачи и теплопередачи. Закон теплоотдачи Ньютона–Рихмана.
- 2.2. Дифференциальное уравнение энергии и его применение для расчета теплоотдачи.
- 2.3. Дифференциальное уравнение конвективной теплоотдачи.
- 2.4. Применение теории пограничного слоя для переноса теплоты и массы примеси. Понятие теплового и диффузионного пограничного слоя.
- 2.5. Расчет конвективной теплоотдачи при вынужденном движении жидкости вдоль плоской поверхности при ламинарном режиме.
- 2.6. Расчет конвективной теплоотдачи при вынужденном движении жидкости вдоль плоской поверхности при турбулентном режиме.
- 2.7. Расчет конвективной теплоотдачи при вынужденном движении жидкости в трубе при ламинарном режиме.
- 2.8. Расчет конвективной теплоотдачи при вынужденном движении жидкости в трубе при турбулентном режиме.
- 2.9. Особенности процесса конвективной теплоотдачи при струйной обдувке плоских и цилиндрических заготовок.
- 2.10. Расчет теплоотдачи при свободной конвекции.
- 2.11. Выражения для расчета конвективной теплоотдачи в критериальном виде.

Раздел 3. Перенос теплоты молекулярной теплопроводностью /1,2/

- 3.1. Гипотеза Фурье. Понятие температурного поля. Виды температурных полей.
- 3.2. Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности. Постановка задачи нестационарной теплопроводности.
- 3.3. Виды граничных условий для решения задач нестационарной теплопроводности.
- 3.4. Методы решения задач нестационарной теплопроводности и область их применимости.
- 3.5. Анализ общего решения дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности при граничных условиях третьего рода.
- 3.6. Критерий Био и его влияние на процесс нагрева и охлаждения тел. Термически тонкие и термически массивные тела.
- 3.7. Регулярный тепловой режим и его особенности при граничных условиях первого, второго и третьего рода..
- 3.8. Постановка задачи стационарной теплопроводности.

3.9. Стационарная теплопроводность в плоской одно- и многослойной стенке при граничных условиях первого рода.

3.10. Стационарная теплопроводность в плоской одно- и многослойной стенке при граничных условиях третьего рода.

3.11. Стационарная теплопроводность в цилиндрической одно- и многослойной стенке при граничных условиях первого рода.

3.12. Стационарная теплопроводность в цилиндрической одно- и многослойной стенке при граничных условиях третьего рода.

3.13. Особенности решения стационарной задачи теплопроводности при граничных условиях второго рода.

3.14. Способы интенсификации процесса теплопередачи и их анализ.

Раздел 4. Перенос теплоты излучением /1,2/

4.1. Общая характеристика процесса переноса теплоты излучением. Виды излучения.

4.2. Количественные характеристики процесса излучения.

4.3. Виды лучистых потоков и связь между ними.

4.4. Закон сохранения энергии для процесса излучения и его анализ.

4.5. Основные законы излучения абсолютно черного тела и их анализ.

4.6. Понятие серого тела. Законы излучения серого тела.

4.7. Виды постановок задач расчета теплообмена излучением в замкнутых системах.

4.8. Угловые коэффициенты излучения и их свойства (для систем с лучепрозрачной средой).

4.9. Угловые коэффициенты излучения и их свойства (для систем с излучающе-поглощающей средой).

4.10. Классический зональный метод расчета теплообмена излучением в системах с лучепрозрачной средой.

4.11. Особенности применения классического зонального метода расчета теплообмена излучением в системах с излучающе-поглощающей средой.

4.12. Особенности применения классического зонального метода для расчета сложного (радиационно-конвективного) теплообмена.

Раздел 5. Тепловая работа и конструкции металлургических печей /1,2/

5.1. Классификация промышленного оборудования с энергетической точки зрения.

5.2. Печи как технологическое оборудование. Классификация печей по лимитирующему процессу.

5.3. Способы генерации теплоты за счет сжигания топлива.

5.4. Способы генерации теплоты за счет электрической энергии.

5.5. Температурные и тепловые режимы печей проходного типа.

5.6. Температурные и тепловые режимы печей периодического действия.

5.7. Способы использования теплоты отходящих газов и оборудование для их реализации.

5.8. Тепловой баланс печей, его составление и анализ.

5.9. Тепловая работа и тепловой баланс доменных печей.

5.10. Тепловая работа и тепловой баланс кислородных конвертеров.

5.11. Тепловая работа и тепловой баланс дуговых сталеплавильных печей.

5.12. Тепловая работа и тепловой баланс нагревательных колодцев.

5.13. Тепловая работа и тепловой баланс методических печей толкательного типа.

5.14. Тепловая работа и тепловой баланс методических печей с шагающими балками.

5.15. Тепловая работа и тепловой баланс печей с кольцевым подом.

5.16. Тепловая работа и тепловой баланс печей колпакового типа.

5.17. Тепловая работа и тепловой баланс печей башенного типа.

5.18. Физические и эксплуатационные свойства огнеупорных и теплоизоляционных материалов.

Раздел 6. Основы теории очистки газов /1/

6.1. Причины появления пыли в газах. Понятия ПДК, ПДВ. Социальная значимость очистки технологических газов.

6.2. Способы сухой очистки газов и оборудование для их реализации.

6.3. Способы мокрой очистки газов и оборудование для их реализации

6.4. Работа осадительных камер и эффективность очистки газов в них.

6.5. Работа водяных скрубберов и эффективность очистки газов в них

6.6. Очистка газов от пыли в рукавных фильтрах.

6.7. Использование электрофильтров для очистки газов.

6.8. Очистка газов доменных печей.

6.9. Очистка газов кислородных конвертеров.

6.10. Очистка газов дуговых сталеплавильных печей.

6.11. Очистка газов агломерационного производства.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 4

1. Теплотехника металлургического производства, т.т.1 и 2 (под ред. В.А. Кривандина) – М.: МИСиС, 2002 г.

2. И.А. Прибытков, И.А. Левицкий Теоретические основы теплотехники. Учебник для студентов учреждений сред. проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 464 с.

3. Автоматическое управление металлургическими процессами /А.М. Беленький, В.Ф. Бердышев, О.М. Блинов, В.Ю. Каганов. - М.: Металлургия, 1989. - 384 с.

4. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования / В.Ю. Каганов, Г.М. Глинков, М.Д. Климовицкий, А.К. Климускин. - М.: Металлургия, 1987. - 270 с.

ЧАСТЬ 5. ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ (ИННОВАЦИОННЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ)

Раздел 1. Детали, литые заготовки, литейные сплавы /1а; 4а/

1.1. Структура заготовок в машиностроении. Технические требования к деталям и литым заготовкам. Сущность изготовления отливок. Элементы литейной формы. Качество литых заготовок. Классификация методов литья.

1.2. Литейные сплавы. Процессы затвердевания отливки кристаллизации литейных сплавов с различными интервалами кристаллизации. Неметаллические включения. Легирование. Применение лигатур. Модифицирование. Ликвация.

1.3. Литейные свойства сплавов: жидкотекучесть, объёмная и линейная усадка, термические, формовочные фазовые и усадочные напряжения.

1.4. Качество отливок и литейные свойства сплавов. Усадочные раковины и пористость. Газовые включения и пористость. Неметаллические включения. Зональная и внутрикристаллическая ликвация. Образование трещин в отливках, их коробление. Поверхностные дефекты отливок.

Раздел 2. Основы плавки металлов и сплавов /1а; 4а/

2.1. Свойства металлов. Взаимодействие металлов и сплавов с газами.

2.2. Взаимодействие металлов и сплавов с тугоплавкими оксидами, шлаками и флюсами. Защита расплава от взаимодействия с атмосферой. Выбор способа плавки, футеровки печей.

2.3. Физико-химические процессы при рафинировании расплавов от растворенных газов, неметаллических включений и раскислении.

Раздел 3. Изготовление отливок в разовых песчаных формах/1а; 4а/

3.1. Разработка технологического процесса изготовления отливок. Модельно – опочная оснастка. Литейная форма. Технологические свойства литейной формы и качество отливок. Формовочные и стержневые смеси. Основные и вспомогательные формовочные материалы. Смесеготовление.

3.2. Литниковые системы и литейные прибыли. Расчёт литниково- питающих систем. Типы литниковых систем и прибылей.

3.3. Технологический процесс изготовления отливки. Изготовление форм и стержней, их упрочнение. Сборка литейной формы. Заливка литейного сплава в формы. Охлаждение отливки и выбивка её из формы. Обрубка и очистка отливки. Термическая обработка отливок.

3.4. Механизация и автоматизация процессов литейного производства. Понятие литейного конвейера и автоматической формовочной линии. Технологическая схема литейного цеха.

Раздел 4. Специальные способы литья /1а; 4а/

4.1. Классификация специальных способов литья. Изготовление отливок в оболочковых формах. Особенности формовочных материалов и процессов упрочнения формы.

4.2. Изготовление отливок по выплавляемым моделям. Схема технологического процесса. Основные материал, применяемые при изготовлении литейной формы. Модель и модельные материалы.

4.3. Изготовление отливок в многоразовых металлических формах. Кокильное литьё. Литьё под давлением. Качество отливок в специальных способах литья. Механизация и автоматизация технологических процессов. Особенности технологические схемы литейного цеха. Экономика и экология производства

Раздел 5. Отливки из чугуна и стали /1а/

5.1. Классификация чугуновых отливок. Структура чугуна. Влияние различных факторов на структуру и механические свойства чугуна. Отливки из серого и высокопрочного чугуна. Плавка чугуна и плавильные агрегаты. Получение отливок из ковкого и легированных чугунов.

5.2. Классификация стальных отливок. Основные принципы конструирования стальных отливок. Изготовление отливок из углеродистых и низколегированных сталей. Плавка стали и плавильные печи в литейном производстве. Особенности изготовления отливок из высоколегированных (нержавеющих, жаропрочных и пр.) сталей. Термическая обработка отливок.

5.3. Дефекты литья, их предупреждение и исправление.

Раздел 6. Отливки из сплавов цветных металлов /4а; 5а/

6.1. Литейные сплавы на алюминиевой, магниевой, медной и никелевой основах. Особенности получения отливок. Производство слитков цветных металлов и сплавов. Назначение слитка, предъявляемые к нему требования. Способы литья слитков. Литьё гранул, лент и других дисперсных заготовок для последующего компактирования и прессования

6.2. Плавка, рафинирование, модифицирование алюминиевых сплавов. Плавильные печи, шихтовые материалы, флюсы. Особенности технологии литья алюминиевых сплавов в формы однократного и многократного использования. Термическая обработка отливок.

6.3. Особенности технологии плавки магниевых сплавов, рафинирование и модифицирование. Плавильные печи, флюсы, бесфлюсовая плавка. Технология литья магниевых сплавов. Защита расплавов от возгорания. Особенности термической обработки отливок из магниевых сплавов.

6.4. Особенности технологии плавки медных и никелевых сплавов. Плавильные печи, флюсы, раскисление, рафинирование, модифицирование. Технология получения

отливок из бронз и латуней. Технология плавки и литья сплавов на основе титана и других тугоплавких элементов. Электродуговая и электронно-лучевая плавка. Центробежная заливка форм. Особенности технологии плавки и литья благородных металлов.

Раздел 7. Отливки для деталей металлургического оборудования /1.а/

7.1. Отливки для доменного, сталеплавильного и прокатного производства. Условия работы и причины выхода из строя сменных и ремонтных литых деталей металлургического оборудования.

7.2. Классификация, общие принципы конструирования и расчёта изложниц. Изложницы из чугуна с пластинчатым графитом и из высокопрочного чугуна. Стальные изложницы. Поддоны, центровые и прибыльные насадки, пробки, вставки.

7.3. Отливки для прокатного производства. Технология изготовления чугунных и стальных прокатных валков.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 5

а) основная литература

1а. Михайлов А.М. и др. Литейное производство. М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.

2а. Бауман Б.В., Балашова Н.П. Технологические основы литейного производства. Учеб. пособие. - М.: МИСиС, 2003. – 156 с.

3а. Курдюмов А.В. и др. Лабораторные работы по технологии литейного производства. - М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.

4а. Курдюмов А.В., Пикунов М.В., Чурсин В.М. Литейное производство цветных и редких металлов. - М.: Металлургия, 1982. - 352 с.

5а. Производство отливок из сплавов цветных металлов / А.В.Курдюмов, М.В.Пикунов, В.М.Чурсин, Е.Л.Бибииков.- М.: Металлургия, 1996. - 502 с.

б) дополнительная литература

1б. Цветное литье: Справочник./ Под общ. ред. Н.М.Галдина. - М.: Машиностроение, 1989. - 528 с.

2б. Степанов Ю.А., Баландин Г.Ф., Рыбкин В.А. Технология литейного производства. Специальные виды литья. - М.: Машиностроение, 1983. - 400 с.

ЧАСТЬ 6. ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ (ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ)

Раздел 1. Методы получения порошков /5а, 6а/

1.1. Значение порошковой металлургии. История развития порошковой металлургии. Основные технологические схемы производства спеченных материалов. Классификация методов получения порошков.

1.2. Механические методы получения порошков. Производство порошков измельчением твердых металлов и распылением жидких металлов и сплавов методами газового, жидкостного и центробежного распыления.

1.3. Физико-химические основы процессов, оборудование, достоинства и недостатки различных методов, области использования. Методы получения аморфных и нанопорошков механическими методами.

1.4. Получение металлических порошков методом восстановления оксидов металлов твердым и газообразным восстановителем. Физико-химические основы процессов.

1.5. Практика получения порошков железа, вольфрама, титана. Физико-химические методы получения нанопорошков. Производство металлических порошков электролизом водных растворов и расплавленных сред.

1.6. Производство порошков методом термической диссоциации карбонильных соединений. Физико-химические основы процессов, практика получения порошков. Свойства металлических порошков и методы их контроля.

Раздел 2. Формование и спекание металлических порошков /5а, 6а/

2.1. Подготовка порошков. Закономерности процесса уплотнения порошков в стальной пресс-форме. Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности от давления прессования. Распределение плотности по объему брикета. Потери давления на трение. Упругое последствие. Прессование со смазкой. Брак при прессовании.

2.2. Горячее изостатическое прессование. Инжекционное прессование. Лазерная формование. Практика прессования. Прессы и пресс-формы. Варианты формования металлических порошков: горячее, изостатическое, динамическое, импульсное, вибрационное, прокатка, шликерное литье. Особенности процессов, аппаратурное оформление.

2.3. Основные закономерности процесса спекания в твердой фазе. Роль поверхностной и объемной диффузии. Усадка при спекании. Влияние технологических параметров на процесс спекания и свойства спеченных изделий. Особенности спекания многокомпонентных систем. Влияние гетеродиффузии на процесс усадки.

2.4. Основные закономерности процесса спекания многокомпонентных систем в присутствии жидкой фазы, исчезающей и присутствующей до конца изотермической выдержки при нагреве. Кинетика усадки. Факторы, влияющие на плотность и зернистость сплавов.

2.5. Пропитка как разновидность жидкофазного спекания. Физико-химические основы и закономерности процесса пропитки. Практика процессов спекания. Атмосфера спекания, печи спекания, брак при спекании.

Раздел 3. Спеченные материалы с особыми свойствами /5а, 1б/

3.1. Классификация спеченных материалов. Спеченные пористые подшипники и фильтры. Основные составы. Технология получения. Физические, механические и эксплуатационные свойства.

3.2. Антифрикционные и фрикционные материалы. Основные принципы работы. Структура и свойства твердых смазок. Технология изготовления, свойства, области применения и перспективы развития.

3.3. Спеченные электротехнические материалы: для скользящих и разрывных электрических контактов, магниты. Особенности работы, виды износа. Физико-химические основы и технология производства, области применения.

3.4. Спеченные твердые сплавы, их классификация. Технологическая схема получения, свойства, области применения. Конструкционная керамика. Характеристика исходных материалов. Технологические варианты получения. Нанесение керамических покрытий. Свойства, области применения.

3.5. Жаропрочные спеченные материалы: дисперсно-упрочненные и волокнистые. Особенности технологии, основные свойства и области применения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 6

а) основная литература

1а. Процессы порошковой металлургии. Т.1, Т.2. Производство металлических порошков: Учебник для вузов / Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. и др. - М.: МИСиС, - 2002 г. - 688 с.

2а. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. - М.: Металлургия, 1991. - 432 с.

3а. Технология и свойства спеченных материалов и изделий: Лабораторный практикум. В.С. Панов, В.К. Нарва, Л.В. Дубынина и др. М.: изд. "Учёба", 2003. - 118 с.

4а. Процессы порошковой металлургии: Лабораторный практикум / Под ред. Г.А.Либенсона. - М.: МИСиС, 1987. - 155 с.

б) дополнительная литература

1б. Либенсон Г.А. Специальность порошковая металлургия. – М.: Металлургия, 1987.–80 с

2б.Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. М.: Металлургия, 1980.-496 с

3б. Либенсон Г.А. Основы порошковой металлургии. М.: Металлургия, 1987. - 208 с.

4б. Либенсон Г.А. Производство порошковых изделий. – М.: Металлургия, 1990. – 240 с.

5б. Панов В.С., Чувилин А.М. Технология и свойства спеченных твёрдых сплавов и изделий из них. М.: МИСиС, 2001.427 с.

6б. Либенсон Г.А., Панов В.С. Оборудование цехов порошковой металлургии. М.: Металлургия, 1983. 264 с.

7б. Нарва В.К. Технология производства спеченных материалов и изделий. Пористые материалы: Курс лекций. М.: МИСиС, 1980. 78 с.

ЧАСТЬ 7. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Раздел 1. Базовые понятия, классификация процессов и изделий, производимых методами ОМД. /1а; 2а/

1.1. Введение, сущность обработки металлов давлением, роль методов пластической деформации в истории цивилизации, разновидности исходного материала для обработки, ОМД, изделия и «Новый продукт»

1.2. Классификация процессов ОМД по различным признакам.

Раздел 2. Физические основы пластической деформации металлов и сплавов, взаимодействие процессов ОМД с термообработкой, методы управления структурой и свойствами продукции /1а, 2а, 3б/

2.1. Структура деформируемых сталей, механизмы пластической деформации, управление структурой и свойствами стали посредством пластической деформации, диаграмма пластичности, связь со способом получения заготовки и с термообработкой.

2.2. Структура деформируемых цветных металлов и сплавов, механизмы пластической деформации, управление структурой и свойствами посредством пластической деформации, пластичность и разрушение, связь со способом получения заготовки и с термообработкой.

Раздел 3. Теоретические основы процессов обработки металлов давлением /1а, 3а, 4а/

3.1. Сопротивление деформации и напряженное состояние в точке тела, тензор напряжений, главные напряжения, интенсивность напряжений.

3.2. Деформированное состояние в точке тела, перемещения в координатных осях, главные деформации, инварианты тензора деформации, уравнение постоянства объема, скорость деформации.

3.3. Условие пластичности. Феноменологические модели среды. Соотношения между напряжениями и деформациями. Закономерности контактного деформационного трения. Локальные и интегральные показатели напряженно-деформированного состояния материала.

3.4. Методы моделирования и анализа процессов обработки металлов давлением. Принципы работы и интерфейс программы QForm.

Раздел 4. Оборудование для силового воздействия на материал. Вспомогательное оборудование, средства управления /1а, 2а, 1б/

4.1. Классификация типов оборудования. Прокатный стан, основное и вспомогательное механическое оборудование. Типы клетей. Компоненты систем управления и контроля в цехах ОМД.

4.2. Механические, гидравлические прессы, техника ударного (импульсного) действия.

4.3. Силовые установки с сочетанием вращения и возвратно-поступательного движений исполнительного элемента. Деталепрокатные станы, установки непрерывного прессования, сферодвижной штамповки

4.4. Специальная техника. Техника обработки композитов, порошков, цветных металлов и сплавов, вакуумные системы в ОМД и среды регулируемого состава.

Раздел 5. Прокатка металлов /1а, 2а, 3б/

5.1. Очаг деформации и кинематика течения металла при продольной прокатке, базовые понятия. расчёт усилия прокатки, крутящего момента и мощности, поперечная деформация.

5.2. Технологическая схема производства изделий из стали методами прокатки. Прокатные изделия. Исходные материалы и их подготовка.

5.3. Технологическая схема производства проката из цветных металлов и сплавов. Прокатные изделия. Исходные материалы и их подготовка. Использование защитных сред и капсул, прокатка в вакууме. Особенности производства продукции из тяжелых цветных сплавов, прокатка листов, полос и фольги из тугоплавких металлов, алюминиевых и медных сплавов

5.4. Температурно-скоростные условия горячей прокатки сталей. Инструмент, основные и вспомогательные материалы.

5.5. Температурно-скоростные условия горячей прокатки цветных сплавов. Инструмент, основные и вспомогательные материалы.

5.6. Технология прокатки плоского продукта с повышенными требованиями по качеству. Многовалковые системы.

5.7. Валки для сортовой прокатки стальных полос, угловых профилей, швеллеров

5.8. Производство бесшовных труб прокаткой. Основные параметры процессов прошивки и раскатки.

5.9. Производство сварных труб и полых профилей, сварочные узлы ТЭСА. Технология производства труб различного назначения.

Раздел 6. Ковка, объёмная и листовая штамповка, /1а, 3а, 1б/

6.1. Ковка. Исходные материалы, классификация типов изделий, операции ковки и применяемый инструмент. Температурный режим процесса и особенности деформации металлов по схеме свободной ковки. Ротационная ковка.

6.2. Горячая объёмная штамповка сталей. Классификация поковок. Исходные материалы. Методика проектирования штамповой оснастки.

6.3. Особенности объёмной штамповки цветных металлов и сплавов. Исходные материалы. Оснастка для изотермической штамповки и деформации в режиме сверхпластичности.

6.4. Штамповка на молотах, на горизонтально-ковочных машинах, на горячештамповочных автоматах.

6.5. Разделительные и обрезающие операции в цехах обработки металлов давлением.

6.6. Основы проектирования процессов листовой штамповки. Разделительные и формообразующие операции.

6.7. Методы изготовления инструмента, применение систем быстрого прототипирования при ОМД.

6.8. Особенности листовой штамповки цветных металлов и сплавов, листовая штамповка с местным подогревом, гидроформование, высокоэнергетические методы обработки.

Раздел 7. Прессование, выдавливание и волочение металлов /3а, 2б/

7.1. Схема процесса прессования, классификация классических способов прессования по кинематике течения металла. Очаг деформации при прессовании, напряженно-деформированное состояние материала при прессовании. Расчёт энергосиловых показателей процесса. Методы управления кинематикой истечения материала. Расчёты на прочность и устойчивость деталей инструмента.

7.2. Сортамент, основы технологии прессования изделий из тяжелых цветных и тугоплавких металлов. Производство труб и сложных полых профилей из алюминиевых сплавов. Возможности непрерывных и полунепрерывных процессов прессования металлов, сплавов и шликеров.

7.3. Особенности технологии производства пресс-изделий из конструкционных, инструментальных сталей, стальных порошков и гранул. Технология изготовления матриц с защитными покрытиями.

7.4. Схема волочения. Очаг деформации и оборудование. Основы проектирования процессов волочения при производстве проволоки, теплообменных труб и кабельной продукции.

Раздел 8. Специальные методы ОМД, /1а/

8.1. Осевое формование порошков и композитов в пресс-формах, изостатические способы обработки материалов.

8.2. Клиновое формование, производство пористых и электродных материалов прокаткой, импульсные высокоэнергетические методы обработки порошков, гранул, волокнистых и слоистых композитов.

8.3. Комплексные методы получения специальных материалов и изделий для машиностроения, энергетики, авиации и космоса, оборонной техники с применением давлений и пластической деформации.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 7

а) основная литература

1а. Суворов И. К. Обработка металлов давлением. - М.: Высшая школа, 1980. - 364 с.

2а. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов: Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1987. - 480 с.

3а. Балакин В.П., Ефремов Д.Б. и др. Теория обработки металлов давлением. Теория процессовковки, штамповки и прессования: Лабораторный практикум. – М.: МИСиС, 1982 с.

4. Е.В. Кузнецов, С.П. Галкин Технологические процессы обработки металлов давлением: Лабораторный практикум. - М.: МИСиС, 2002, №1613.- 78 с.

5. Моделирование процессов пластической деформации. Графический редактор QDraft, 69 с. Электронное приложение к системе QForm2d.

б) дополнительная литература

1б. Ковка и штамповка. Справочник. В 4-х томах / под ред. Е.И.Семенова.- М.: Машиностроение. 1986. – с.

2б. Щерба В.Н., Райтбарг Л.Х. Технология прессования металлов. Учебное пособие для вузов. - М.: Металлургия, 1995.- 336 с.

3б. Горохов В.С., Лебедев Л.С., Погоржельский В.И. и др. Обработка металлов давлением. - М.: МИСиС, 1988.- с.

4. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю. и др. Процессы порошковой металлургии. Т. 2 Формование и спекание. – М.: МИСИС, 2002.- 320 с.

ЧАСТЬ 8. СВАРКА И ПАЙКА МЕТАЛЛОВ

Раздел 1. Условия образования сварного соединения и его строение /1а,1б/

1.1. Сварочные процессы. Взаимосвязь между температурой и давлением в процессе сварки. Физическая и технологическая свариваемость металлов. Роль активации соединяемых поверхностей в получении равнопрочного сварного соединения. Кристаллизация металла шва. Химическая неоднородность металла шва и околошовной зоны. Кристаллическое строение сварных швов.

Раздел 2. Методы сварки и их основные технологические особенности /1а,1б/

2.1. Классификация видов сварки. Методы сварки давлением: холодная сварка, сварка ультразвуком и взрывом, плакирование, контактная и индукционная сварка, сварка трением, диффузионно-вакуумная сварка. Формирование соединения и факторы прочности шва. Возможности и ограничения для разных классов материалов.

2.2. Методы сварки плавлением: электродуговая сварка, газовая сварка, термитная сварка, электрошлаковая сварка, сварка в защитном газе, электронно-лучевая сварка, сварка плазменной струей, лазерная сварка.

2.3. Особенности формирования структуры шва и околошовной зоны. Области применения методов сварки плавлением.

Раздел 3. Структура и свойства сварных соединений из углеродистых и легированных сталей /1а, 2а/

3.1. Особенности структурных и фазовых превращений в результате теплового воздействия на основной металл при сварке углеродистых и легированных сталей. Способы улучшения структуры и механических свойств сварных соединений. Классификация сталей по свариваемости; углеродный эквивалент.

3.2. Сварка и термическая обработка сварных деталей из низкоуглеродистых нелегированных сталей, из низколегированных строительных сталей, из низколегированных теплоустойчивых сталей, из высоколегированных хромистых и хромоникелевых сталей.

3.3. Основные дефекты сварного шва и околошовной зоны, их происхождение и влияние на технологическую и эксплуатационную прочность сварной конструкции. Способы борьбы с возникновением сварочных дефектов. Методы контроля качества сварных соединений.

Раздел 4. Структура и свойства сварных соединений из чугуна, цветных металлов и их сплавов /1а, 2а/

4.1. Сварка чугуна. Формирование структуры сварного шва и околошовной зоны при горячей и холодной сварке чугуна.

4.2. Методы сварки алюминия и его сплавов.

4.3. Особенности сварки медных и титановых сплавов.

Раздел 5. Структура и свойства паяных соединений металлов и сплавов /1а,2а/

5.1. Пайка как разновидность процесса сварки. Смачиваемость и растекаемость припоев. Принципы их выбора. Кристаллизация паяного шва. Структура шва и переходной зоны.

5.2. Физико-химические процессы, протекающие при пайке и их влияние на структуру и свойства паяного соединения. Факторы прочности шва. Конструктивные и экономические факторы, определяющие выбор способа соединения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 8

а) Основная литература

1а. Лившиц Л.С., Хакимов А.Н. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений. - М.: Машиностроение, 1989. - 335 с.

2а. Грабин В.Ф. Металловедение сварки плавлением. – Киев: Наукова думка, 1982. - 399 с.

б) Дополнительная литература

16. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. - М.: Высшая школа, 1977. - 390 с.

ЧАСТЬ 9. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ ЦВЕТНЫХ И ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

Раздел 1. Кристаллическое строение металлов. /1а/

1.1. Предмет металловедения. Основы строения металлов. Микроструктура. Световая микроскопия. Количественные характеристики микроструктуры. Типичные кристаллические решетки металлов.

1.2. Кристаллографические направления и плоскости. Кристаллохимические характеристики структуры. Дефекты кристаллографического строения металлов: вакансии, дислокации, границы зерен и субзерен.

1.3. Основы рентгенографии и электронной микроскопии. Определение параметров кристаллической решетки рентгеновским методом.

Раздел 2. Фазовые превращения в металлах /1а/

2.1. Фазовые переходы I и II рода. Термодинамика фазовых превращений. Уравнение Гиббса. Правило фаз. Плавление металлов и строение расплавов. Кривые нагрева и охлаждения. Полиморфные превращения в металлах.

2.2. Типы фаз в металлических сплавах. Твердые растворы замещения и внедрения. Промежуточные фазы.

Раздел 3. Диаграммы состояния двойных систем /1а/

3.1. Изображение состава в двойных системах в процентах по массе и в атомных процентах. Диаграммы состояния двойных систем. Правило рычага. Системы с непрерывным рядом твердых растворов Системы с минимумом на кривых ликвидуса и солидуса.

3.2. Системы с расслоением в твердом состоянии. Системы эвтектического типа. Особенности кристаллизации и строения сплавов эвтектического типа.

3.3. Эвтектические колонии. Классификация эвтектик. Вырожденные эвтектики. Форма первичных кристаллов. Дендритные ячейки. Ретроградный солидус. Контактное плавление.

3.4. Системы перитектического типа. Ободки вокруг первичных кристаллов. Системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися фазами.

3.5. Системы монотектического типа. Ликвация по плотности в жидком состоянии. Системы с полиморфизмом компонентов. Системы с метатектическим, эвтектоидным, перитектоидным и монотектоидными равновесиями.

3.6. Зависимость твердости и электропроводности от состава в системах разного типа. Примеры реальных диаграмм двойных систем.

Раздел 4. Система железо-углерод /1а/

4.1. Полиморфизм железа. Температурные зависимости энергии Гиббса и удельного объема железа. Точка Кюри железа. Диаграмма состояния железо–цементит. Микроструктуры отожженных сталей.

4.2. Микроструктуры белых чугунов. Диаграмма состояния железо–углерод. Микроструктуры серых и половинчатых чугунов.

Раздел 5. Неравновесная кристаллизация. Особенности литой структуры /1а/

5.1. Кристаллизация металлов. Зарождение кристаллов, критический зародыш. Рост кристаллов. Кривые Таммана. Кривые охлаждения. Форма металлических кристаллов. Дендритная форма роста. Столбчатые и равноосные кристаллы. Модифицирование металлов.

5.2. Дендритная ликвация в системах разного типа. Неравновесная эвтектика.

5.3. Изменение строения первичных кристаллов и эвтектик при увеличении скорости охлаждения. Кристаллизация метастабильных фаз. Образование аномально пересыщенных твердых растворов. Аморфные сплавы. Кристаллизация при нагреве.

Раздел 6. Связь литейных свойств двойных сплавов с диаграммой состояния

6.1. Основные литейные свойства (жидкотекучесть, горячеломкость, усадка). Технологические пробы для определения показателей жидкотекучести и горячеломкости.

6.2. Зависимость литейных свойств от состава в системах с непрерывным рядом твердых растворов и эвтектического типа. Выбор состава литейных сплавов с использованием диаграмм состояния.

Раздел 7. Деформация, разрушение и механические свойства металлов /1а/

7.1. Упругая деформация. Модули упругости. Пластическая деформация скольжением и двойникованием. Системы скольжения. Деформационное упрочнение. Особенности упрочнения однофазных и многофазных структур. Виды разрушения. Вязкое и хрупкое разрушение, разрушение отрывом и срезом. Механизмы зарождения и развития трещин. Фрактография. Структура изломов. Переход из вязкого состояния в хрупкое. Температурный порог хрупкости, влияние на него скорости деформирования и примесей.

7.2. Механические испытания свойства металлов. Схемы напряженного состояния. Статические, динамические и циклические испытания. Испытания на растяжение. Типы кривых растяжения. Физический и технический смысл пределов пропорциональности, упругости, текучести и прочности. Истинное сопротивление разрыву. Характеристики пластичности при растяжении. Зависимость относительного удлинения от начальной расчетной длины. Влияние структуры на пределы текучести и прочности. Испытания на сжатие и на изгиб. Характеристики прочности при сжатии и изгибе. Испытания на твердость по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу. Виды инденторов и числа твердости. Микротвердость. Испытания образцов с надрезом. Испытания на статическую трещиностойкость. Вязкость разрушения. Ударная вязкость. Типы концентратора напряжений. Сериальные кривые. Определение температуры хрупко-вязкого перехода.

7.3. Усталость металла. Строение усталостного излома. Разновидности циклов напряжений. Кривые усталости. Определение предела выносливости. Малоцикловая усталость. Скорость роста усталостной трещины.

7.4. Испытания на жаропрочность. Ползучесть. Стадии высокотемпературной ползучести. Влияние температуры и напряжения на ползучесть. Длительная прочность. Жаростойкость.

Раздел 8. Изменение структуры и механических свойств металлов при деформации и последующем нагреве /1а/

8.1. Изменение структуры и механических свойств металлов при холодной обработке давлением. Металлографическая и кристаллографическая текстура деформации, анизотропия свойств. Подразделение деформации на холодную, теплую и горячую.

8.2. Изменения структуры и механических свойств металлов при нагреве после холодной обработки давлением. Возврат, первичная и собирательная рекристаллизация. Изменение структуры при горячей обработке давлением.

Раздел 9. Механизм и кинетика фазовых превращений в твердом состоянии /1а/

9.1. Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии. Термодинамика превращений. Механизм и кинетика диффузионных фазовых превращений. Диаграммы изотермического превращения. Термокинетические диаграммы.

9.2. Механизм и кинетика бездиффузионных фазовых превращений. Особенности структуры мартенситных фаз.

Раздел 10. Виды термической обработки. Превращения при нагреве и охлаждении стали /1а/

10.1. Роль термической обработки в повышении качества металлопродукции. Применение термообработки в металлургической и машиностроительной промышленности. Классификация видов термической обработки.

10.2. Отжиг 1-го рода. Гомогенизационный отжиг, его назначение и режимы для литейных и деформируемых сталей и сплавов. Изменение структуры и свойств при гомогенизации. Рекристаллизационный отжиг. Размер рекристаллизованного зерна. Диаграммы рекристаллизации. Отжиг для уменьшения остаточных напряжений. Возникновение и роль остаточных напряжений. Механизмы релаксации напряжений и выбор режимов отжига.

10.3. Превращения в стали при нагреве. Кинетика превращений и рост аустенитного зерна. Влияние неметаллических включений на склонность к росту зерна. Наследственно мелкозернистые и наследственно крупнозернистые стали.

10.4. Превращения при охлаждении стали. Механизм и кинетика перлитного и бейнитного превращений. Влияние скорости охлаждения и легирующих элементов на кинетику превращений и структуру стали. Структура и механические свойства перлита и бейнита. Отжиг 2-го рода: полный, неполный, изотермический, сфероидизирующий, нормализационный. Структура и свойства отожженной и нормализованной стали. Перегрев и пережог стали. Способы устранения структуры перегрева в углеродистой и легированной стали. Структурная наследственность.

10.5. Закалка с полиморфным превращением. Основные закономерности мартенситного превращения, структура и свойства закаленной стали. Закаливаемость и прокаливаемость. Способы закалки стали. Особенности технологии закалки литых и деформированных изделий. Закалочные среды. Обработка холодом. Поверхностная и объемно-поверхностная закалка. Особенности структуры и свойств поверхностно закаленных изделий.

10.6. Отпуск закаленной стали. Превращения в стали при отпуске, изменение структуры и свойств. Выбор режимов отпуска в зависимости от назначения изделий. Отпускная хрупкость: причины и способы подавления. Вторичное твердение при отпуске.

10.7. Химико-термическая обработка стали. Назначение, виды и общие закономерности. Цементация и азотирование: технология, структура и свойства упрочненных слоев. Предварительная и окончательная термическая обработка изделий.

Раздел 11. Углеродистые и легированные стали /1а/

11.1. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали. Принципы разработки легированных сталей, их маркировка по ГОСТам. Неметаллические включения в стали. Влияние включений на технологическую пластичность, механические свойства и разрушение литой и деформированной стали. Малые примеси в стали. Влияние примесей на механические свойства и разрушение литых и термообработанных изделий. Классификация сталей по структуре и применению. Строительные и машиностроительные стали: состав, термообработка и свойства.

11.2. Улучшаемые стали: принципы легирования, термообработка и свойства. Высокопрочные стали, мартенситно-старяющиеся стали, трип-стали: принципы легирования, термообработка и свойства.

11.3. Стали для отливок. Особенности макро- и микроструктуры, обусловленные технологическими ограничениями (по жидкотекучести, трещиностойкости, усадке). Дефекты структуры: величина зерна, морфология и размеры второй фазы, способы управления ими. Дефекты литых сталей. Пористость, усадочные раковины, включения - их влияние на вязкость разрушения и надежность конструкции. Критерии допустимости дефектов и выбор метода дефектоскопии. Особенности состава и термообработки сталей для отливок.

11.4. Хладостойкие и криогенные стали: принципы легирования, термообработка, структура и свойства. Коррозионностойкие стали: принципы легирования, термообработка, структура и свойства.

11.5. Инструментальные стали. Принципы легирования, структура и свойства сталей для режущего и измерительного инструмента. Теплостойкость. Особенности состава и термообработки сталей для штампов и пресс-форм литья под давлением. Жаропрочные и жаростойкие стали: состав, структура и свойства. Износостойкие стали. Сталь Гадфильда: состав, термообработка, структура и свойства.

Раздел 12. Диаграммы состояния тройных систем /1а/

12.1. Геометрическое изображение состава тройных сплавов. Концентрационный треугольник. Правила рычага и центра тяжести треугольника.

12.2. Геометрическое изображение диаграмм состояния тройных систем. Диаграмма состояния тройной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Пространственная диаграмма простейшего типа. Кристаллизация тройных однофазных сплавов. Изменение состава жидкой и твердой фаз. Изотермические и политермические сечения.

12.3. Диаграмма состояния тройной системы с тройной эвтектикой и практически полным отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. Кристаллизация характерных сплавов, изотермические и политермические сечения. Строение тройной эвтектики.

12.4. Диаграмма состояния тройной системы с тройной эвтектикой и ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Кристаллизация характерных сплавов, изотермические и политермические сечения.

12.5. Системы с конгруэнтно плавящимися химическими соединениями. Примеры реальных диаграмм состояния тройных систем.

Раздел 13. Чугуны /1а/

13.1. Степень эвтектичности чугуна, углеродный эквивалент. Структурная диаграмма Маурера. Классификация чугунов, маркировка, химический состав, структура, свойства и применение. Роль примесей серы и фосфора в чугунах. Серый чугун с пластинчатым графитом.

13.2. Высокопрочный чугун с шаровидным графитом. Чугун с вермикулярным графитом. Ковкий чугун. Механизм графитизации при отжиге белого чугуна на ковкий.

13.3. Чугуны со специальными свойствами: антифрикционные, износостойкие, жаростойкие и коррозионностойкие. Термическая обработка чугунов. Отжиг для уменьшения остаточных напряжений, отжиг для устранения отбела, нормализация, закалка на мартенсит и отпуск, изотермическая закалка, закалка с плавлением поверхности, химико-термическая обработка.

Раздел 14. Сплавы и композиционные материалы на основе легких металлов /1а/

14.1. Области применения алюминиевых сплавов и требования к ним. Свойства алюминия и его стандартные марки. Легирующие элементы и примеси в алюминиевых сплавах. Технологические схемы для отливок и деформированных полуфабрикатов. Особенности термической и деформационной обработки. Стандартные системы обозначения марок сплавов и их состояний (РФ и США).

14.2. Литая структура алюминиевых сплавов. Основные фазы и структурные составляющие. Промышленные литейные алюминиевые сплавы. Классификация, марки, структура, свойства, области применения.

14.3. Промышленные деформируемые алюминиевые сплавы. Классификация, марки, структура, свойства, области применения. Композиционные материалы на основе алюминия, получаемые методами порошковой металлургии. Быстрозакристаллизованные сплавы, САПы, САСы, сплавы с частицами карбида кремния, направленно закристаллизованные эвтектики.

14.4. Области применения магниевых сплавов и требования к ним. Свойства магния и его стандартные марки. Легирующие элементы и примеси в магниевых сплавах. Технологические схемы для отливок и деформированных полуфабрикатов магниевых сплавов. Особенности термической и деформационной обработки. Стандартные системы обозначения марок магниевых сплавов и их состояний (РФ и США). Промышленные литейные и деформируемые магниевые сплавы.

14.5. Области применения титана сплавов и требования к ним. Свойства титана. Стандартные марки титановой губки. Легирующие элементы и примеси в титановых сплавах. Основные типы двойных диаграмм. Фазовые превращения в титановых сплавах. Деформируемые и литейные титановые сплавы.

Раздел 15. Сплавы и композиционные материалы на основе тяжелых металлов /1а/

15.1. Области применения медных сплавов и требования к ним. Свойства меди и ее стандартные марки. Легирующие элементы и примеси в медных сплавах. Классификация медных сплавов. Особенности термической и деформационной обработки. Латунни; деформируемые и литейные латунни; маркировка, структура свойства и применение. Коэффициенты Гийе.

15.2. Бронзы литейные и деформируемые, оловянные и безоловянные; маркировка, структура, свойства и применение. Медноникелевые сплавы: мельхиор, нейзильбер, константан. Композиционные материалы на основе меди.

15.3. Никель и его сплавы; маркировка, структура, свойства и применение. Особенности состава и структуры жаростойких и жаропрочных сплавов. Тугоплавкие металлы: вольфрам, молибден и ниобий; взаимодействие с примесями, структура, свойства и применение.

15.4. Цинк, свинец, олово и их сплавы; маркировка, строение, свойства и применение. Антифрикционные сплавы. Мягкие припои. благородные металлы: золото, серебро, платина и сплавы на их основе; маркировка, структура, свойства и применение.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 9

а) основная литература

1а) Новиков И.И., Строганов Г.Б., Новиков А.И. Металловедение, термообработка и рентгенография. - М.: МИСиС, 1994. - 480 с.

2а) Белов Н.А. Основы материаловедения. Конспект лекций (электронная версия). МИСиС, 2007.

3а) Белов Н.А., Хван А.В. Основы материаловедения (Ч.3). Лабораторный практикум (электронная версия). – М.: МИСиС, 2006.

4а) Турилина В. Ю., Добаткин С В. Материаловедение и термическая обработка металлов: Практикум / Под ред. С. А. Никулина - М.: Изд-во Учеба МИСиС, 2005. – 77 с.

5а) Никулин С. А., Турилина В. Ю. Материаловедение и термическая обработка металлов: Специальные стали: Учебно-методическое пособие. – М.: МИСиС, 2006. – 57 с.

6а) Материаловедение. Ч. 1: Лаб. практикум / Под ред. В. П. Канева. – М.: МИСиС, 2004. – 143 с.

б) дополнительная литература

1б) Белов Н.А. Диаграммы состояния тройных и четверных систем. - М.: МИСиС, 2007

ЧАСТЬ 10. МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА В МЕТАЛЛУРГИИ

Раздел 1. Техническое регулирование и стандартизация [1а-12а; 1б-9б]

1.1. Стандартизация и ее место стандартизации в общей системе знаний. Краткая история развития стандартизации. Роль и значение стандартизации в практической деятельности по оценке и подтверждению соответствия продукции (работ, услуг).

1.2. Правовое обеспечение работ по стандартизации. Федеральный закон «О техническом регулировании». Технические регламенты. Деятельность по стандартизации в свете Федерального закона "О техническом регулировании". Уровни стандартизации. Организация работ по стандартизации в Российской Федерации. Концепция развития национальной стандартизации.

1.3. Основные задачи стандартизации. Основные принципы стандартизации: достижение согласия (консенсуса); целесообразность разработки стандарта; соответствие нормам законодательства; комплексность стандартизации взаимосвязанных объектов; оптимальность требований, включаемых в стандарты. Оптимизация параметров объектов стандартизации.

1.4. Организация и координация работ по стандартизации. Участники Национальной системы стандартизации. Специально уполномоченный Федеральный орган исполнительной власти в области стандартизации, его задачи и функции. Технические комитеты (ТК) по стандартизации, цели создания и принципы организации работ. Подразделения (службы) стандартизации, общественные организации потребителей. Заказчики разработки национальных стандартов РФ. Планирование работ по стандартизации; основные требования к плановым документам по стандартизации и правила их разработки.

1.5. Нормативные документы по стандартизации. Виды стандартов. Порядок разработки, требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов на продукцию, процессы, услуги, методы испытаний.

1.6. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Межгосударственные стандарты.

1.7. Информация о нормативных документах по стандартизации, их издание и реализация. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

1.8. Международное сотрудничество в области стандартизации, основные задачи. Международные (ИСО, МЭК), и региональные (СЕН, СЕНЭЛЕК) организации по стандартизации, их цели и задачи, структуры и функции. Проблемы гармонизации требований отечественных нормативных документов с региональными и международными. Информационное обеспечение работ по стандартизации в России и за рубежом.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ К РАЗДЕЛУ 1 Ч. 10

а) основные

1а Каретникова Н.В. Стандартизация: Опорный материал к курсу лекций и практическим занятиям. – М.: НИТУ «МИСиС», 2014

2а Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ.

3а ГОСТ Р 1.0-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.

4а ГОСТ Р 1.1-2005 Стандартизация в Российской Федерации. Технические комитеты по стандартизации. Порядок создания и деятельности

5а ГОСТ Р 1.2-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены.

6а ГОСТ Р 1.4-2013 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.

7а ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения

8a ГОСТ Р 1.6-2013 Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Организация проведения экспертизы.

9a ГОСТ Р 1.7-2008 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила оформления и обозначения при разработке на основе применения международных стандартов

10a ГОСТ Р 1.10-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Правила стандартизации и рекомендации по стандартизации. Порядок разработки, утверждения, изменения, пересмотра и отмены.

11a ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

12a Концепция развития национальной системы стандартизации. Принята Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24.09.2012 № 1762-р.

б) дополнительные

16 Всемирная торговая организация. Соглашение по техническим барьерам в торговле. Кодекс установившейся практики по стандартам, 1994

26 ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

36 ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.

46 ГОСТ 2.001-2013 Единая система конструкторской документации. Общие положения

56 ГОСТ 3.1001-2011 Единая система технологической документации. Общие положения.

66 ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

76 ГОСТ Р 15.201-2000 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.

86 ГОСТ Р 1.15-2009 Стандартизация в Российской Федерации. Службы стандартизации в организациях. Правила создания и функционирования

96 ГОСТ Р 1.9-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Знак соответствия национальным стандартам Российской Федерации. Изображение. Порядок применения.

Раздел 2. Метрология и метрологическое обеспечение [1a-13a; 16-96]

2.1. Метрология: задачи и место в системе наук, краткая история развития. Основные понятия, термины и определения. Физическая величина, истинное и действительное значение физической величины. Системы величин и системы единиц. Единица физической величины. Мера, размер и размерность физической величины. Международная система единиц физических величин. Основные, производные и дополнительные единицы. Единицы величин в различных областях измерений (основные требования по ГОСТР 8.417-2002). Понятие об анализе размерностей.

2.2. Виды, принципы и методы измерений, их классификация. Погрешности измерений, их классификация. Погрешность и неопределенность. Систематические погрешности, способы их обнаружения и исключения. Воспроизведение и передача размера единиц. Эталоны основных единиц физических величин.

2.3. Результаты наблюдений и результат измерения. Метрологические характеристики результата измерений. Погрешности измерений и их статистические оценки. Методы обработки результатов однократных, многократных и косвенных измерений. Формы представления характеристик погрешностей. Формы представления результатов измерений.

2.4. Правовое обеспечение и нормативное регулирование метрологической деятельности в России. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Государственная метрологическая служба, структура, задачи и функции. Метрологические службы федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц, их права, обязанности и ответственность.

2.5. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) Основные понятия, термины и определения в области обеспечения единства измерений. Основные задачи, функции, организационная структура ГСИ. основополагающие стандарты ГСИ.

2.6. Средства измерений и их классификация. Метрологические характеристики СИ и их нормирование. Классы точности средств измерений. Выбор средств измерений для обеспечения требуемой точности результата измерения. Средства контроля. Средства испытаний.

2.7. Система испытаний средств измерений с целью утверждения типа. Метрологическая аттестация средств измерений. Системы поверки и калибровки СИ. Сертификация СИ.

2.8. Метрологическое обеспечение. Эталоны единиц величин. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Утверждение типа, сертификация, поверка и калибровка средств измерений. Анализ состояния измерений. Метрологическая экспертиза. Методики выполнения измерений. Аккредитация измерительных лабораторий на техническую компетентность.

2.9. Международное сотрудничество в области метрологии, международные метрологические организации, их цели, задачи и функции.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ К РАЗДЕЛУ 2 ЧАСТИ 10

а) основные

1а ФЗ «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ от 26.06.2008

2а РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.

3а ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин

4а МИ 2222-92 ГСИ. Виды измерений. Классификация.

5а МИ 2246-93 ГСИ. Погрешности измерений. Обозначения.

6а МИ 2091-90 ГСИ. Измерения физических величин. Общие требования.

7а ПР 50.2.038-2004 ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений.

8а МИ 1317-2004 ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.

9а ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.

10а ГОСТ Р 8.563-2009 ГСИ. Методики (методы) измерений.

11а ГОСТ Р 8.820—2013 ГСИ Метрологическое обеспечение. Основные положения

12а ГОСТ 8.315-97 ГСИ . Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.

13а МИ 2233-2000 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основные положения.

б) дополнительные

16 ПР 50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.

26 ПР 50.2.007-2001 ГСИ. Поверительные клейма.

36 ПР 50.2.016-94 ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ.

46 ГОСТ Р 56069-2014 Требования к экспертам и специалистам. Поверитель средств измерений. Общие требования

56 ГОСТ Р 8.568-97 ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

66 РМГ 27-99 ГСИ. Порядок проведения и содержание работ при проведении метрологической экспертизы технической документации на межгосударственные стандартные образцы.

76 РМГ 63-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.

86 РМГ 64-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений.

96 МИ 2177-91 ГСИ. Измерения и измерительный контроль. Сведения о погрешностях измерений в конструкторской и технологической документации.

Раздел 3. Системный и процессный подходы к организации деятельности металлургического предприятия [1а-11а; 1б-8б]

3.1. Проблема качества и ее комплексный характер. Качество общества. Качество культуры. Качество человека: ментальность, духовность. Качество образования. Качество жизни. Значение системного подхода к решению проблемы качества для общества. Значение работ в области качества для предприятий и организаций в условиях рыночной экономики. Заинтересованность поставщика, потребителя, государства в решении проблемы качества.

3.2. История развития идей в области качества. Эволюция решения проблемы качества в мировой практике. Причина появления стандартов на системы качества Анализ Джурана. Цикл Шухарта-Деминга. Четырнадцать принципов Деминга.

3.3. История развития международной стандартизации систем менеджмента качества. Деятельность технического комитета ISO TC 176 "Менеджмент качества и обеспечение качества". Стандарты семейства ISO 9000, и эквивалентные им национальные стандарты. Особенности международных стандартов на системы менеджмента качества: принципы разработки и структура. Дополнительные руководящие документы ISO TC 176, относящиеся к терминологии, системам и проверкам

3.4. Характеристика современной версии стандартов семейства ISO 9000. Идеология стандартов семейства ИСО 9000: принципы и основные термины и определения в области менеджмента качества.

3.5. Система менеджмента качества (СМК): модель и область применения

3.6. Требования стандарта ГОСТ ISO 9001-2011 и область их применения.

3.7. Процессный подход, положенный в основу модели СМК, и основные его преимущества. Понятие, модель и назначение процесса; уровни управления и процессы организации; определение процессного подхода. Межфункциональные команды и их роль в определении, выполнении, анализе и улучшении процессов.

3.8. Роль документирования в управлении организацией. Структура документации организации. Связь процессов и документов.

3.9. Роль и ответственность руководства при создании, внедрении и обеспечении эффективного функционирования СМК. Основные преимущества процессного подхода.

3.10. Что мешает созданию и внедрению эффективных систем менеджмента, и как выйти из сложившейся ситуации? Последовательность действий руководства, необходимых для превращения СМК в инструмент постоянного улучшения деятельности организации 2.2

3.11. Внутренние проверки (аудиты) СМК. Процедуры планирования и проведения. Протоколы проверок.

3.12. Методы и инструменты измерения, анализа и улучшения СМК Семь инструментов контроля качества: изучение спорного вопроса, проблемы, процесса. Блок-схема: наглядное представление процесса. Диаграмма "причина- результат": анализ глубинных причин. Диаграмма Парето: выявление ключевых проблем. Временной график: выявление трендов. График: выявление взаимосвязей между переменными. Гистограмма:

настройка, разброс параметров и форма процесса. Контрольная карта: выявление источников вариабельности.

3.13. Статистическое управление процессами (SPC). Методы статистического управления процессами. Методы сбора и регистрации данных о показателях качества продукции и формы их представления. Контрольные листки. Общие и особые причины вариабельности. "Вирус" вариабельности. Подход Шухарта. Цикл Шухарта-Деминга. Концепция непрерывного совершенствования (кайдзен).

3.14. Статистическое регулирование, анализ точности и стабильности технологических процессов. Предварительный анализ параметров технологического процесса и приведение его в статистически регулируемое состояние. Контрольные карты для качественных и количественных признаков. Внедрение статистических методов управления качеством продукции: основные этапы и способы; оценка экономической эффективности.

3.15. Планирование и организация эксперимента и его роль в решении проблемы качества. Классическое планирование эксперимента по Фишеру. Подход Тагути: функция потерь, индексы воспроизводимости, ревизия теории допусков и посадок.

3.16. Концепция непрерывного совершенствования «кайдзен». Улучшение, достигнутое нововведением (кайрио). Концепция "бережливого производства" ("lean production"). Системы «канбан» и «точно-во-время»: схемы и задачи внедрения. Программа "ноль - дефектов". Бенчмаркинг. Самооценка. Международные и национальные премии в области качества.

3.17. Системы экологического менеджмента (стандарты семейства ISO 14000) и менеджмента охраны труда и техники безопасности (OHSAS 18001).

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ К РАЗДЕЛУ 3 Ч. 10

а) основная литература и основные нормативные документы

1а Полховская Т.М. Менеджмент качества: Опорный материал к курсу лекций и практическим занятиям.– М.: НИТУ «МИСиС», 2015

2а Полховская Т.М. Стандартизация систем менеджмента: прошлое, настоящее, будущее // Менеджмент качества. –2008. –№ 1.

3а Ковен С. Лидерство, основанное на принципах.–М.: Альпина Бизнес Букс, 2008

4а Деминг Э. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами.– М.: Альпина Бизнес Букс, 2007

5а ГОСТ ISO 9000–2011 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

6а ГОСТ ISO 9001–2011 Системы менеджмента качества. Требования

7а ГОСТ Р ИСО 9004-2010 Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. – Подход с позиции менеджмента качества

8а ГОСТ Р ИСО 19011-2012 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента

9а Ротер М., Шук Д. Учись видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности.– М.: Альпина Бизнес Букс, 2005

10а Роль документации при создании эффективной системы менеджмента организации /Т.Полховская, Н Ващенко, И, Назарова. и др.– М.: Стандарты и качество.– 2004. – № 6 .

11а Система менеджмента качества организации: почему она не дает отдачи? / Т. Полховская, Ю.Адлер, И.Назарова, и др.–М.: Стандарты и качество – 2004. –№ 5 .

б) дополнительная литература

16 Нив Г. Пространство доктора Деминга. Принципы построения устойчивого бизнеса: М.: Альпина Бизнес Букс, 2005

26 Друкер Питер Ф.Классические работы по менеджменту.–М.: Сколково,2008

36 Мацусита К. Миссия бизнеса.–М.: Альпина паблишер, 2010

46 Ротер М. Тойота ката. Лидерство, менеджмент и развитие сотрудников для достижения выдающихся результатов.– СПб.: Питер Пресс, 2014

56 Голдрат Э.М., Кокс Д. ЦЕЛЬ. Процесс непрерывного совершенствования.– Минск: Попурри, 2004

66 Имаи М. КАЙДЗЕН. Ключ к успеху японских компаний.– М.: Альпина Бизнес Букс, 2004

76 Имаи М Гемба кайдзен. Путь к снижению затрат и повышению качества. –М.: Альпина Бизнес Букс, 2005

86 Сигео Синго Быстрая переналадка.– М.: Альпина Бизнес Букс, 2006

Раздел 4. Аккредитация органов по сертификации (ОС), испытательных лабораторий (ИЛ) и сертификация систем менеджмента [1а-9а; 1б-8б]

4.1. Становление законодательства в области оценки и подтверждения соответствия. Краткая история развития и становления сертификации в Российской Федерации. Цели и задачи сертификации в национальном экономическом механизме. Нормативное и правовое обеспечение подтверждения соответствия.

4.2. Основные понятия, термины и определения в области оценки соответствия. Принципы технического регулирования. Правила подтверждения соответствия в Российской Федерации. Цели и принципы подтверждения соответствия. Объекты и формы подтверждения соответствия. Системы сертификации. Участники сертификации.

4.3. Международные требования к аккредитации испытательных лабораторий. Нормативно-правовые основы аккредитации ИЛ в РФ и за рубежом. Роль аккредитации в обеспечении и повышении технической компетентности испытательных лабораторий. Национальная Система аккредитации испытательных лабораторий. Процедура аккредитации. Критерии аккредитации. Требования к организации работ в ИЛ по ГОСТ ИСО 17025. Технические требования к ИЛ с учетом специфики деятельности лабораторий (измерительных, аналитических, физико-химических и пр.) . Аудит СМ ИЛ – основа постоянного улучшения деятельности лаборатории. Требования к аккредитации в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании». Общие требования к органам по сертификации систем менеджмента и критерии их аккредитации по ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021. Область аккредитации. Порядок и процедуры аккредитации органов по сертификации систем качества.

4.4. Аудит: термины и определения. Принципы проведения аудита. Управление программой аудита: установление целей программы аудита; разработка, определение и оценка рисков, внедрение, мониторинг, анализ и улучшение программы аудита. Определение целей, границ и критериев для каждого отдельного аудита. Выбор методов аудита: аудиты «на месте» и дистанционные аудиты; интерактивные и неинтерактивные действия по аудиту. Требования к компетентности аудиторов. Определение компетентности аудитора для успешной реализации программы аудита; установление критериев оценки, выбор подходящего метода и проведение оценки аудитора; поддержание и повышение уровня компетентности аудитора. Требования к экспертам и персоналу органов по сертификации СМК.

4.5. Сертификация систем менеджмента качества (СМК). Законодательная основа сертификации СМК (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании»). Порядок проведения сертификации СМК. Цели и условия проведения сертификации. Объекты проверки. Участники проверки, состав комиссии. Проведение аудиторской выборки (преднамеренная и статистическая выборка). Завершение аудита и проведение последующих действий.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ К РАЗДЕЛУ 4 Ч. 10

а) основные

- 1а** Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12. 2002 г. № 184 ФЗ.
- 2а** Указ Президента РФ от 24.01.2011 г. № 86 «О единой национальной системе аккредитации»
- 3а** Распоряжение Правительства РФ от 12.10.2010 г. № 1760-р «О Концепции формирования единой национальной системы аккредитации в Российской Федерации».
- 4а** Федеральный закон «Об аккредитации в Российской Федерации»
- 5а** Постановление Правительства РФ от 19.06.2012 г. № 602 «Об аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по подтверждению соответствия, аттестации экспертов по аккредитации, а также привлечению и отбору экспертов по аккредитации и технических экспертов для выполнения работ в области аккредитации».
- 6а** ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-2012 «Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента».
- 7а** ГОСТ Р 51000.6-2011 «Общие требования к аккредитации органов по сертификации продукции и услуг».
- 8а** ГОСТ ИСО/МЭК 17011-2009 «Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия».
- 9а** ГОСТ Р ИСО 19011-2012 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента
- б) дополнительные нормативные документы:**
- 1б** Постановление Российской Федерации «О Федеральной службе по аккредитации» от 17 октября 2011 г. № 845.
- Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 02.07.2008 № 102-ФЗ.
- 2б** ГОСТ Р 40.003-2008 Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок сертификации систем менеджмента качества на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ИСО 9001:2008).
- 3б** Р 50.1.051-2005 Рекомендации по стандартизации. Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Временный порядок сертификации производств с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001.
- 4б** ГОСТ ISO 9001–2011 Системы менеджмента качества. Требования.
- 5б** ГОСТ Р ИСО / ТО 10013-2007 Менеджмент организации. Руководство по документированию системы менеджмента качества.
- 6б** ГОСТ ИСО /МЭК 17025-2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
- 7б** ГОСТ Р ИСО/МЭК 17024-2011 «Оценка соответствия. Общие требования к органам, проводящим сертификацию персонала»;

ЧАСТЬ 11. АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Раздел 1. Общие принципы аналитического контроля состава веществ и материалов. /1а, 3а, 4а/

1.1. Этапы процесса элементного анализа. Требования к отбору пробы. Методы пробоотбора. Методы подготовки пробы к анализу. Методы разделения и концентрирования элементов: осаждение, экстракция, ионообменная хроматография.

1.2. Методы аналитического контроля состава, используемые в металлургическом производстве. Классификация методов по способу получения и регистрации аналитического сигнала. Производственная классификация методов анализа (маркировочные, проверочные, экспрессные).

1.3. Метрологические характеристики методов элементного анализа. Предел обнаружения и предел определения. Нижняя и верхняя границы диапазона определяемых содержаний. Погрешности анализа.

1.4. Тенденции в развитии методов аналитического контроля. Роль аналитического контроля в металлургическом производстве. ГОСТ на методы анализа и стандартные образцы состава.

Раздел 2. Химические и физико-химические методы аналитического контроля. /1а, 2а/

2.1. Качественный химический анализ. Методы обнаружения элементов. Требования к реакциям, используемым для обнаружения элементов.

2.2. Количественный химический анализ: титриметрический анализ. Сущность титриметрических методов анализа. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Способы выражения концентрации растворов. Эквивалент вещества. Способы приготовления титрованных растворов. Исходные вещества. Способы титрования. Области применения титриметрических методов анализа. Кислотно-основное титрование, комплексонометрическое титрование, окислительно-восстановительное титрование: рабочие растворы, индикаторы, кривые титрования, области применения.

2.3. Количественный весовой анализ. Гравиметрия. Сущность гравиметрических методов анализа, их области применения. Осаждаемая и весовая формы осадков, требования к ним. Условия образования кристаллических осадков. Условия образования аморфных осадков. Электрогравиметрия. Сущность метода. Электролиз растворов и расплавов.

2.4. Потенциометрический метод анализа. Сущность методов прямой потенциометрии и потенциометрического титрования. Индикаторный и стандартный электроды, требования к ним. Типы индикаторных электродов. Стекланный и хлорсеребряный электроды. Принцип их действия. Область применения потенциометрических методов.

2.5. Молекулярная абсорбционная спектрометрия (фотометрический метод анализа). Качественное и количественное изменение светового потока при прохождении его через слой вещества. Избирательность поглощения электромагнитного излучения. Спектры поглощения. Основной закон светопоглощения. Коэффициент молярного поглощения. Способы определения концентрации аналита в фотометрическом анализе. Возможности метода, области применения.

Раздел 3. Физические методы аналитического контроля. /1а, 2а/

3.1. Атомно-эмиссионный оптический спектральный анализ: сущность методов и использование для аналитического контроля, рабочий спектральный диапазон. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения спектров, их характеристика. Способы получения и регистрации спектра атомной эмиссии. Качественный атомно-эмиссионный спектральный анализ. Закон Мозли. Количественный атомно-эмиссионный спектральный анализ, требования к стандартным образцам состава. Интенсивность спектральных линий, зависимость от потенциала возбуждения, температуры и концентрации. Уравнение Ломакина. Разрешающая способность атомно-эмиссионных спектрометров. Возможности методов атомно-эмиссионного спектрального анализа, области применения.

3.2. Атомно-абсорбционный оптический спектральный анализ. Сущность метода. Спектральный диапазон. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Происхождение спектров поглощения. Источники излучения в атомно-абсорбционном анализе. Способы атомизации пробы в атомно-абсорбционном анализе. Методы определения концентрации вещества в методе атомно-абсорбционного анализа.

3.3. Рентгеноспектральный анализ. Сущность метода. Спектральный диапазон. Области применения. Происхождение рентгеновских спектров. Способы возбуждения рентгеновских характеристических спектров. Рентгенофлуоресцентный анализ. Сущность метода. Достоинства и недостатки. Разложение рентгеновского излучения в спектр и его регистрация. Рентгенорадиометрический анализ. Сущность метода. Достоинства и

недостатки. Рентгенофазовый анализ. Сущность метода. Достоинства и недостатки. Области применения.

3.4. Методы ядерной спектроскопии. Общие принципы. Спектральный диапазон. Достоинства и недостатки. Области применения. Качественная и количественная характеристика в методе ядерной спектроскопии. Нейтронно-активационный анализ. Сущность метода.

3.5. Масс-спектральный анализ. Сущность метода достоинства и недостатки. Области применения. Принципиальная схема масс-спектрометра. Способы регистрации ионов. Качественный и количественный методы масс-спектрального анализа.

Раздел 4. Определение газообразующих элементов (кислорода, азота, водорода, углерода, серы). /1а/

4.1. Аналитический контроль содержания газообразующих элементов, его специфика. Основные стадии определения газообразующих элементов в металле.

4.2. Методы высокотемпературной газовой экстракции, метод вакуумного плавления, метод плавки в потоке газа-носителя: приборы, области применения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 11

а) основная литература

1а. Карпов Ю.А., Савостин А.П., Сальников В.Д. Аналитический контроль в металлургическом производстве. Учебное пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 352 с.

2а. Аналитическая химия. Проблемы и подходы / Пер. с англ. под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Мир, 2014.

3а. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.

4а. ГОСТ Р 52361 – 2005. Контроль объекта аналитический. Термины и определения.

5а. Муравьева И.В., Скорская О.Л. Потенциометрический метод контроля и анализа веществ – М.: МИСиС, 2012. – 45 с.

б) дополнительная литература

1б. Причард Э., Барвик В. Контроль качества в аналитической химии. /Пер. с англ. под ред. И.В. Болдырева – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 320 с.

ЧАСТЬ 12. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИНЖИНИРИНГ

Раздел 1. Структура металлов /1а, 2а, 3б/

Кристаллическая структура металлов. Кристаллографические направления и плоскости. Плотнупакованные кристаллические решетки. Монокристаллы. Поликристаллические материалы. Определение параметров кристаллической решетки рентгеновским методом. Дефекты кристаллографического строения металлов: вакансии, дислокации, поверхностные и объемные дефекты. Микроскопические исследования.

Раздел 2. Фазовые превращения в металлах /1а, 2а/

Механизмы диффузии. Кристаллизация. Плавление. Кинетика фазовых превращений. Диаграммы изотермических превращений. Твердые растворы. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия.

Раздел 3. Диаграммы состояния двойных систем /1а, 2а/

Описание фазовых диаграмм. Двойные изоморфные системы. Предел растворимости. Правило рычага. Формирование структуры в изоморфных сплавах. Двойные эвтектические системы. Формирование структуры в эвтектических сплавах. Диаграммы с промежуточными соединениями. Эвтектоидные и перитектоидные реакции. Конгруэнтные фазовые превращения. Механические свойства изоморфных сплавов.

Раздел 4. Система железо-углерод /1а, 2а/

Диаграмма состояния железо–цементит. Микроструктуры отожженных сталей и белых чугунов. Диаграмма состояния железо–графит. Микроструктуры серых и половинчатых чугунов.

Раздел 7. Механические свойства /1а, 2а, 2б/

Зависимость напряжение-деформация. Неупругость. Упругие свойства материалов. Пластическая деформация поликристаллических металлов. Дислокационное скольжение. Переползание дислокаций. Испытания на растяжение. Истинные напряжения и деформации. Механизмы упрочнения. Твердорастворное упрочнение. Дисперсное упрочнение. Наклеп. Твердость. Вязкость разрушения. Ударная вязкость. Ползучесть. Механизмы ползучести. Усталостное разрушение. Фрактография.

Раздел 6. Термическая обработка /1а, 2а, 1б/

Гомогенизация. Возврат. Рекристаллизация. Рост зерна. Отжиг для снятия напряжений. Полный отжиг сталей. Нормализация. Закалка сталей. Отпуск сталей. Закалка на твердый раствор. Старение.

Раздел 7. Металлы и сплавы /1а, 2а/

Сплавы на основе железа, меди, никеля, алюминия, титана.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 12

а) основная литература

1а) William D. Callister, David G. Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 4th Edition. Wiley. 2012.

2а) Нбно Kazuhiro, Laughlin David E. Physical Metallurgy, 5th ed. Burlington : Elsevier. 2014

б) дополнительная литература

1б) ASM Handbook, Volume 4, Heat Treating. ASM International. 2002

2б) ASM Handbook, Volume 8, Mechanical Testing and Evaluation. ASM International

3б) ASM Handbook, Volume 9, Metallography and Microstructures. ASM International.

2004

ЧАСТЬ 13 МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОКРЫТИЯ, НАНОПЛЕНКИ

Раздел 1. Общие вопросы

1.1. Классификация физических и химических методов нанесения покрытий. Методы определения толщины, а также химического и фазового состава покрытий [1-4].

1.2. Характеристика покрытий, получаемых методами химического газофазного осаждения (CVD), ионно-плазменного напыления (PVD), газотермического напыления, электрохимического (гальванического) осаждения. Примеры металлургических покрытий для машиностроения, а также для микроэлектроники, оптики, медицины [1-7].

1.3. Технологии наплавки в современной металлургии. Электродуговая, плазменная, селективная лазерная, газопламенная. Составы и структура наплавки. Примеры использования наплавки на современных металлургических предприятиях [1-3].

Раздел 2. Легкий уровень

2.1. Материалы, применяемые в технологиях газотермического напыления (порошки, проволоки, прутки), ионно-плазменного напыления (катоде-мишени) и наплавки [1-5, 8].

Раздел 3. Средний уровень

3.1 Методы осаждения покрытий при атмосферном давлении. Газопламенное напыление. Плазменное напыление. Детонационное напыление [1-3].

3.2. Биосовместимые материалы и покрытия. Применение покрытий в медицине [5-7].

Раздел 4. Сложный уровень

4.1. Вакуумные методы осаждения покрытий. Физические и химические методы осаждения из газовой фазы. Взаимодействие ионов с поверхностью твердых тел. Магнетронное распыление. Катодно-дуговое распыление [1-4].

4.2. Газотермические методы нанесения упрочняющих покрытий. Особенности методов плазменного, детонационного, газопламенного, электродугового, холодного газодинамического напыления. Преимущества и недостатки [1-3].

4.3. Распространенные составы твердых износостойких покрытий для повышения служебных характеристик режущего инструмента. Требования, предъявляемые к таким покрытиям. Особенности их строения и свойства [2-6].

4.4. Методы осаждения покрытий при атмосферном давлении. Исходные материалы для получения покрытий. Термическое испарение. Плазменное распыление. Детонационное распыление. Пламенное распыление. Плазменное и лазерное плавление. Электроискровое легирование [1-3, 6].

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 13

1. Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings: Science, Technology and Applications, 2nd Edition: Edited by Rointan F. Bunshah, Noyes, Park Ridge, NJ, 1994, XXVI, 861 pp., ISBN 0-81 55-13372

2. M.G. Hocking, V. Vasantasree, P.S. Sidky. Metallic & Ceramic Coatings: : production, high temperature properties and applications. Longman Scientific & Technical, 1989, 670 p.

3. Engineering Coatings (Second Edition) Design and Application. Stan Grainger, Jane Blunt. Woodhead Publishing. 1998. p. 323. ISBN: 978-1-85573-369-5

4. Donald M. Mattox. Handbook of Physical Vapor Deposition (PVD) Processing (Second Edition), 2010, Elsevier/William Andrew. 746 p. ISBN: 978-0-8155-2037-5

5. Cavaleiro, Albano; Hosson, Jeff T. de (Eds.). Nanostructured Coatings. Series: Nanostructure Science and Technology 1st Edition., 2006, XX, 648 p. 353, ISBN: 978-1-4419-2064-5

6. Voevodin A., Shtansky D., Levashov E., Moore J. Nanostructured Thin Films and Nano dispersion Strengthened Coatings. Kluwer Academic Publishers, NATO Science Series, Series II: Mathematics, Physics and Chemistry - Vol. 155, 321 p.

7. Shtansky D.V., Levashov E.A., Sukhorukova I.V. Multifunctional bioactive nanostructured films, in book Hydroxyapatite (HAP) for biomedical applications. Ed.: M.R. Mucalo, Woodhead Publishing Series in Biomaterials: Number 95, Elsevier, 2015, 404 p

8. Levashov E.A., Pogozhev Yu.S., Kurbatkina V.V., Lin G., Kimura T., Susana M.M., Rivera T. Advances in Ceramics - Synthesis and Characterization, Processing and Specific Application. Edited by Costas Sikalidis, Published by INTECH, 2011, 520 p.