

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Институт металлургии, машиностроения и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИММ и Т
А.А. Попович
« ____ » _____ 2017 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки
22.04.02 «Металлургия»**

Санкт-Петербург
2017

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 22.03.02 Metallurgy вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру.

Составители:

Доцент И.А. Матвеев, доцент П.В. Ковалев, доцент С.И. Выступов, зав. каф.

ТиТСМ, проф., д.т.н. С.Г. Паршин, доцент, к.т.н. С.А. Ермаков, доцент к.т.н.

П.Н. Хомич, Зав. кафедрой ТИМ, проф., д.т.н. В.Н. Цеменко, Зав. кафедрой

РТиМА А.В. Григорьев, Зав. кафедрой ФМиТ

С.А. Орыщенко, доцент, к.т.н. В.В. Кисленков

Руководитель ООП



Н.Г. Колбасников

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методическим советом института/высшей школы (протокол № 1от «21» сентября 2017 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

- 1.1 Металлургия черных металлов
- 1.2 Производство цветных металлов и сплавов.
- 1.3 Технология литейного производства.
- 1.4 Теория сварочных процессов.
- 1.5 Основы теплопередачи при сварке и пайке.
- 1.6 Производство и применение сварочных материалов.
- 1.7 Технология сварки плавлением.
- 1.8 Технология сварки давлением.
- 1.9 Контроль качества сварных и паяных конструкций.
- 1.10 Сварочное оборудование.
- 1.11 Материаловедение
- 1.12 Теория термической обработки металлов и сплавов
- 1.13 Механические свойства металлов
- 1.14 Обработка металлов давлением

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. Metallurgy of black metals

Темы (вопросы)

1. Особенности одношлакового процесса при производстве стали в сверхмощных дуговых сталеплавильных печах. Основные периоды плавки.
2. Механизм и скорость плавления лома при производстве стали в кислородных конвертерах. Взаимодействие кислородной струи с жидкой ванной.
3. Понятие руды и месторождения. Типы железных руд. Основные способы обогащения руд, конструктивные и технологические особенности.
4. Основные технологические схемы производства стали в дуговых сталеплавильных печах. Двухшлаковый процесс. Переплав шихты без окисления и с частичным окислением.
5. Особенности взаимодействия жидкой стали с огнеупорами. Вторичное окисление стали в процессе разливки.
6. Особенности удаления серы и фосфора при кислородно-конвертерном процессе.
7. Основные технологические параметры разливки стали: скорость разливки, температура разливки. Особенности разливки стали сифоном.
8. Технология производства стали в кислородном конвертере. Классификация конвертерных процессов. Преимущества замены воздушного дутья кислородным.
9. Способы подогрева металлического лома перед загрузкой его в дуговую сталеплавильную печь. Преимущества и недостатки.
10. Неметаллические включения в стали. Классификация неметаллических включений по составу, происхождению и термовременной природе.

11. Шлаковики, устройство, работа, способы очистки. Устройство и тепловая работа регенераторов.
12. Основные сырьевые материалы электроплавки.Metalлошихта,шлакообразующие материалы, окислители и науглероживатели.
13. Основные методы окускования железорудных концентратов. Технологические особенности агломерационного процесса. Преимущества и недостатки.
14. Особенности конструкции и технологические аспекты работы дуговых сталеплавильных печей постоянного тока.
15. Способы управления составом и термовременной природой неметаллических включений в стали. Методы рафинирования стали от неметаллических включений.
16. Шлакообразование при продувке конвертерной ванны сверху. Источники шлака, изменение его состава, средства ускорения шлакообразования.
17. Механизмы окисления примесей металла кислородом дутья, газовой фазы агрегата, твердых окислителей при производстве стали в кислородных конвертерах.
18. Основные технологические схемы производства нержавеющей марки стали. Печной способ, дуплекс процессы.
19. Потребности в тепле ванн различных сталеплавильных агрегатов. Интенсивность поступления тепла в ванну. Тепловые подходы к классификации сталеплавильных агрегатов.
20. Вакуумирование стали в ковше, влияние раскисленности металла на степень удаления газов.
21. Особенности непрерывной разливки стали. Основные типы МНЛЗ, конструкция МНЛЗ, требования к параметрам разливки.
22. Дутьевой режим верхней продувки конвертерной ванны. Конструкция кислородных фурм, используемых для продувки.
23. Особенности порционного и циркуляционного вакуумирования стали в ковше.
24. Особенности наведения рафинировочных шлаков при производстве стали. Сульфидная емкость шлаков, рафинирующая способность шлаков.
25. Возникновение, развитие мартеновского производства. Схема устройства мартеновской печи. Рабочее пространство.
26. Особенности обработки стали синтетическими шлаками. Десульфурация стали и ассимиляция неметаллических включений.
27. Особенности наведения рафинировочных шлаков при производстве стали. Сульфидная емкость шлаков, рафинирующая способность шлаков.
28. Устройство и работа двухванногосталеплавильного агрегата. Преимущества и недостатки технологического процесса.
29. Понятие о реакционной зоне, ее параметры, размеры. Физико-химические процессы, протекающие в реакционной зоне.

Литература для подготовки:

1. Общая металлургия: учебник для вузов/ В.Г.Воскобойников, В.А.Кудрин, А.М.Якушев – 6-изд., перераб. и доп. – М: ИКЦ «Академкнига», 2005 – 768с.: 253 ил.

2. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали: учебник для вузов/ Бигеев А.М., Бигеев В.А. Учебник для вузов, 3-е издание перераб. и доп. Магнитогорск: МГТУ, 2000. 544 с.

3. Термодинамика металлургических шлаков: учебное пособие/ Г.Г.Михайлов, В.И.Антоненко. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 173 с. ISBN 978-5-87623-729-3

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

5. Теория и технология производства стали. Расчет тепло- и массообменных процессов при переработке углеродистого сырья в сталь: методические указания к курсовой работе / В. П. Карасев, С. В. Рябошук .— СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009 .— 58 с.: ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 58. 2009.

Издание на др. носителе: Теория и технология производства стали. Расчет тепло- и массообменных процессов при переработке углеродистого сырья в сталь [Электронный ресурс]: методические указания к курсовой работе / В. П. Карасев, С. В. Рябошук ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Кафедра гидромашиностроения .— Электрон. текстовые дан. (1 файл: 904 Кб) .— СПб., 2009 .— Загл. с титул. экрана .— Электронная версия печатной публикации .— Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование) .— Текстовый документ. — Adobe Acrobat Reader 6.0. <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2502.pdf>>

6. Физико-химические основы сталеплавильных процессов. Растворимость азота в жидкой стали [Электронный ресурс]: метод. указ. к лаб. раб. / А. А. Казаков, С. В. Рябошук .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 216 Кб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение, печать) .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2037.pdf>>.

7. Физико-химические основы сталеплавильных процессов. Растворимость водорода в жидкой стали [Электронный ресурс]: метод. указ. к лаб. работе / А. А. Казаков, С. В. Рябошук .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 249 Кб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение, печать) .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2039.pdf>>.

8. Физико-химические основы сталеплавильных процессов: лабораторный практикум / А. А. Казаков, С. В. Рябошук; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013 .— 42, [2] с.: ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 43.

Издание на др. носителе: Физико-химические основы сталеплавильных процессов [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / А.А. Казаков, С.В. Рябошук ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Электрон. текстовые дан.

(1 файл: 1,3 Мб).— Санкт-Петербург, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Электронная версия печатной публикации .— Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование) .— Текстовый документ. — Adobe Acrobat Reader 7.0. <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2/3466.pdf>>

9. Конвертерное и мартеновское производство [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проекту / В.П. Карасев, С.В. Рябошук ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,34 Мб) .— Санкт-Петербург, 2015 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование) .— Текстовый документ. — Adobe Acrobat Reader 7.0 .— <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2/5193.pdf>>

10. Физико-химические основы сталеплавильных процессов. Раскисление жидкого железа марганцем, кремнием и алюминием [Электронный ресурс]: метод. указ. к лаб. работе / А. А. Казаков, С. В. Рябошук .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 198 Кб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение, печать) .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2038.pdf>>.

11. Основы металлургической экспертизы. Численное моделирование фазовых превращений в жидкой и затвердевающей стали [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Казаков, С.В. Рябошук ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 3,79 Мб) .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Электронная версия печатной публикации .— Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование) .— Текстовый документ .— Adobe Acrobat Reader 7.0.

Издание на др. носителе: Основы металлургической экспертизы. Численное моделирование фазовых превращений в жидкой и затвердевающей стали : учебное пособие / А. А. Казаков, С. В. Рябошук ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013 .— 109 с.: ил. ; 20 см .— ISBN 978-5-7422-4248-2.— <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2/4705.pdf>>

12. Электрометаллургия и производство ферросплавов. Методика определения технических показателей плавки в дуговой шахтной электросталеплавильной печи [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / В.Н. Михайловский, П.В. Ковалев ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Кафедра гидромашиностроения .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2 Мб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Электронная версия печатной публикации .— Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование) .— Текстовый документ. — Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2500.pdf>>.

13. Электрометаллургия и производство ферросплавов. Определение технических показателей плавки в дуговой электросталеплавильной печи

[Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Михайловский, П. В. Ковалев ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Кафедра гидромашиностроения .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 717 Кб) .— СПб., 2008 .— Загл. с титул. экрана .— Электронная версия печатной публикации .— Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование) .— Текстовый документ. — Adobe Acrobat Reader 6.0.

Издание на др. носителе: Электрометаллургия и производство ферросплавов. Определение технических показателей плавки в дуговой электросталеплавильной печи : учебное пособие / В. Н. Михайловский, П. В. Ковалев ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008 .— 60 с. ; 20 см .— ISBN 978-5-7422-2038-1.

.— <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2501.pdf>>.

14. Основы проектирования металлургических заводов. Определение объёмно-планировочных решений, состава и количества основного технологического и подъёмно-транспортного оборудования сталеплавильных цехов [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / В.Н. Михайловский, П.В. Ковалев ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 7,22 Мб) .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Электронная версия печатной публикации .— Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование) .— Текстовый документ .— Adobe Acrobat Reader 7.0.

Издание на др. носителе: Основы проектирования металлургических заводов. Определение объёмно-планировочных решений, состава и количества основного технологического и подъёмно-транспортного оборудования сталеплавильных цехов : учебное пособие / В. Н. Михайловский, П. В. Ковалев ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013 .— 215 с.: ил. ; 20 см .— ISBN 978-5-7422-4249-9.

.— <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2/4706.pdf>>.

2.2. Производство цветных металлов и сплавов

Темы (вопросы):

1. Строение и свойства медных, никелевых и медно-никелевых штейнов. Теория и технология конвертирования штейнов.
2. Теория электролитического рафинирования меди: электролиты рафинирования, поведение примесей.
3. Принципиальная технологическая схема способа Байера. Технологические параметры основных переделов и характеристика оборудования.
4. Основные положения теории электрокристаллизации, связь макроструктуры катодных осадков с параметрами электролиза. Макро и микроструктура электролитических осадков.
5. Сульфидирование оксидов. Процессы, протекающие при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд.

6. Общие принципы промывки осадков и пульп. Материальный баланс при противоточной промывке осадков и пульп. Уравнение степени отмывки в противоточном процессе.
7. Характеристика видов потерь цветных металлов со шлаками и методы их снижения при плавках и обеднении шлаков.
8. Зависимость содержания примесей в катодном осадке от плотности тока и содержания примесных ионов в растворе для различных видов кинетики восстановления примеси.
9. Получение глинозема способом спекания. Основные химические реакции при спекании и выщелачивании спеков. Принципиальная технологическая схема способа спекания.
10. Автогенные плавки. Понятие об автогенности. Характеристики и сравнение плавков во взвешенном состоянии и плавков с погруженным факелом.
11. Закономерности фильтрации. Устройство и принцип действия вакуумных фильтров и фильтров под давлением.
12. Поведение примесей при электролитическом рафинировании, роль диафрагмы при рафинировании никеля
13. Металлургический глинозем. Свойства глинозема и их влияние на технологию электролитического получения алюминия.
14. Совместный разряд ионов водорода и целевого металла. Зависимость выхода по току реакции выделения металла от плотности тока, состава электролита, температуры процесса.
15. Кинетика процессов выщелачивания. Аналитические закономерности и признаки протекания процесса во внешней диффузионной, внутренней диффузионной и кинетической областях. Пути интенсификации процесса в зависимости от лимитирующей стадии.
16. Пирометаллургическое рафинирование. Теория, технология и оборудование огневого рафинирования меди.
17. Механизм анодного процесса при электролизе алюминия. Роль и поведение углерода при электролизе: механизм перерасхода анода, мероприятия по снижению расхода углерода.
18. Баланс напряжения на электролизере. Статьи баланса и их связь с параметрами электролиза.
19. Комбинированные способы: гидрохимический и спекания – параллельный и последовательный варианты. Их преимущества перед отдельной переработкой.
20. Удельный расход электроэнергии, зависимость удельного расхода электроэнергии от режимов электролиза.
21. Константа равновесия реакций выщелачивания, методы расчета и экспериментального определения, связь с расходом реагентов.
22. Равновесие в системе $Al_2O_3 - Na_2O - H_2O$.
23. Основные положения кинетики электродных реакций. Стадии реакций. Особенности массопереноса в промышленных электролизерах.
24. Кинетика окислительного обжига сульфидов. Влияние аппаратного оформления на технико-экономические показатели обжига.
25. Кинетика электродных процессов при электролизе криолито-глиноземных расплавов.

26. Механизмы загрязнения катодных осадков неметаллическими примесями. Связь между морфологией катодных осадков и содержанием неметаллических примесей в нем.
27. Бронзы. Свойства двойных и легированных бронз. Технология их приготовления.
28. Равновесие в системе металл – расплавленная соль. Природа растворов металлов в ионных расплавах. Влияние различных факторов на растворимость металлов в ионных расплавах.
29. Электрохимические свойства никеля, особенности строения осадков никеля, влияние параметров электролиза на строение осадков.
30. Особенности реакций гидратообразования. Влияние pH на осаждение гидроокисей.

Литература для подготовки:

1. Металлургические технологии. Производство цветных металлов: учебное пособие / Ю. В. Андреев, С. И. Выступов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.— Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2014.— 100 с.
2. Волков, Леонид Васильевич. Электролиз в гидрометаллургии. Теория процессов : учебное пособие / Л. В. Волков ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2014 .— 95, [1] с.: ил., табл. ; 20 см .— Библиогр.: с. 96 .— ISBN 978-5-7422-4278-9.
3. Мирзоев, Рустам Аминович. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов : учебное пособие / Р. А. Мирзоев, А. Д. Давыдов ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013 .— 380, [1] с.: ил. ; 23 см— Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-7422-3846-1.
4. Мирзоев, Рустам Аминович. Моделирование и оптимизация процессов и объектов цветной металлургии [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / Р.А. Мирзоев, С.И. Выступов .— Электрон. дан. (1 файл : 1,16 Мб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение, печать) .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:http://elib.spbstu.ru/dl/local/2250.pdf>.
5. Старых, Роман Валерьевич. Теория пирометаллургических процессов [Электронный ресурс] : курс лекций / Р. В. Старых .— Электрон. дан. (1 файл : 3,49 Мб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение) .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:http://elib.spbstu.ru/dl/local/2204.pdf>.
6. Попов, Игорь Олегович. Пирометаллургия тяжелых цветных металлов : лабораторный практикум / И. О. Попов, Р. В. Старых ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012 .— 122 с.: ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 122. — ISBN 978-5-7422-3603-0.
7. Попов, Игорь Олегович. Пирометаллургия тяжелых цветных металлов. Практические занятия : учебное пособие / И. О. Попов, Р. В. Старых ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-

Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013 .— 104 с.: ил., табл. ; 20 см .— Пожертвовано авторами. SPSTU : 778041; 778040; 7918911 .— Библиогр.: с. 95. — ISBN 978-5-7422-3917-8.

8. Андреев, Юрий Владимирович. Теория гидрометаллургических процессов [Электронный ресурс] : (конспект лекций) / Ю. В. Андреев ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Электрон. дан. (1 файл : 733 Кб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение) .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:http://elib.spbstu.ru/dl/local/2202.pdf>.

9. Андреев, Юрий Владимирович. Гидрометаллургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс] : конспект лекций / Ю. В. Андреев .— Электрон. дан. (1 файл : 390 Кб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение) .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:http://elib.spbstu.ru/dl/local/2203.pdf>.

10. Серегин, Павел Сергеевич. Производство сплавов цветных металлов [Электронный ресурс] : практическое пособие по лабораторным работам к курсу / П. С. Серегин .— Электрон. дан. (1 файл : 1,13 Мб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение) .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:http://elib.spbstu.ru/dl/local/2221.pdf>.

11. Минцис, Моисей Яковлевич. Электрометаллургия алюминия .— Новосибирск : Наука, 2001 .— 368 с.: ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 357-358. — ISBN 5-02-031920-1.

12. Metallургия алюминия. Технология, электроснабжение, автоматизация : учеб. пособие для вузов по направлению "Metallургия" / Г. В. Галевский, Н. М. Кулагин, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразутдинов .— 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Флинта : Наука, 2008 .— 527 с.: ил. ; 25 см .— Библиогр. в конце разд. — ISBN 978-5-9765-0316-8 .— ISBN 978-5-02-034693-2.

13. Янко, Эдуард Афанасьевич. Производство алюминия : пособие для мастеров и рабочих цехов электролиза алюминиевых заводов / Э. А. Янко .— СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007 .— 304 с.: ил .— Дар авт. SPSTU : №7550752 .— Библиогр.: с.299-301. — ISBN 978-5-288-04388-8.

14. Липин, Вадим Аполлонович. Производство глинозема [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Липин .— Электрон. дан. (1 файл : 4,15 Мб) .— СПб., 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Доступ из локальной сети ФБ СПбГПУ (чтение) .— Adobe Acrobat Reader 6.0 .— <URL:http://elib.spbstu.ru/dl/local/2268.pdf>.

15. Логинова, Ирина Викторовна. Производство глинозема : учебное пособие для вузов по направлению - Metallургия, специальности - Metallургия цветных металлов / И. В. Логинова, А. В. Кырчиков ; Уральский государственный технический университет - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; науч. ред. - В. А. Лебедев .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2010 .— 185 с.: ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 131-132. — ISBN 978-5-321-01722-7.

2.3. Технология литейного производства

Темы (вопросы):

1. Классификация способов изготовления литейных форм, основные приемы ручной формовки.

2. Особенности технологии изготовления отливок из стали 110Г13Л.
3. Общая характеристика дефектов в отливках. Поверхностные дефекты отливок и меры борьбы с ними.
4. Закономерности образования горячих (холодных) трещин в отливках и меры борьбы с ними.
5. Особенности технологических и физико-химических свойств магниевых сплавов, определяющие особенности их плавки и литья.
6. Способы отделения литников и прибылей в отливках из стали 30Х28Л.
7. Требования к огнеупорным материалам и глинам, предназначенным для приготовления формовочных смесей. Составы и свойства песчано-глинистых и жидкостекольных смесей.
8. Чугун с пластинчатым графитом (свойства, технология получения СЧ различных марок).
9. Какие изменения в технологии необходимо сделать для устранения горячих трещин?
10. Влияние состава стали на кинетику и количественные характеристики литейной усадки отливки.
11. Выбор технологического процесса изготовления отливки и составов стержневых и формовочных смесей. Выбываемость смесей.
12. Методы предупреждения и устранения междендритного графита и отбела чугунных отливок.
13. Литейные напряжения в отливках, формирование и меры борьбы с ними.
14. Основные принципы выбора положения отливки в форме и плоскости разъема.
15. В отливке имеется изолированный термический узел толщиной 200 мм, его расположение не позволяет установить на него прибыль. С помощью каких технологических приемов можно обеспечить плотность этого узла?
16. Этапы усадки, формирование усадочных дефектов, меры борьбы с ними.
17. Порядок назначения припусков при разработке технологии изготовления отливки.
18. Возможные причины получения неудовлетворительных механических свойств отливок из сплавов системы Al-Si-Mg, Al-Si-Cu и меры по устранению этих причин.
19. Классификация стали по химическому составу и структуре.
20. Порядок назначения припусков при разработке технологии изготовления отливки.
21. Технологические мероприятия по устранению камневидного излома в стальных отливках (провал свойств по пластичности).
22. Классификация сплавов цветных металлов. Преимущественные области применения, обусловленные особенностями физико-химических основ сплавов.
23. Особенности технологии изготовления отливок из высококремнистых сталей и стали X18H9TЛ.
24. Дефекты по геометрии и причины их образования. Мероприятия по борьбе с трещинами в отливках.
25. Классификации литейного оборудования. Особенности построения циклограмм и схем автоматизации.

26. Техничко-экономическое обоснование необходимости использования для отливок низколегированных сталей взамен углеродистых сталей.
27. Жидкотекучесть сплавов, влияние металлургических и технологических факторов на жидкотекучесть литейных сплавов и формозаполняемость.
28. Основные этапы разработки технологического процесса изготовления отливки.
29. Чугун с шаровидным графитом (свойства, технология получения ЧШГ различных марок).
30. Мероприятия, предотвращающие горение магниевых сплавов в полости формы.

Литература для подготовки:

1. Теория литейных процессов : учебник для вузов по специальности "Литейное производство черных и цветных металлов" / [В. Д. Белов [и др.]]; Тихоокеанский государственный университет; под ред. Ри Хосена .— Хабаровск : [Изд-во "РИОТИП" краевой типографии], 2008 .— 578 с.
2. Морозова Любовь Михайловна (1951-). Литейное производство. Изготовление разовых литейных форм : учебное пособие / Л. М. Морозова, Г. А. Косников ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2017 .— 45, [1] с.: ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 45. — ISBN 978-5-7422-5253-5
3. Базлова Татьяна Алексеевна. Металлургические технологии. Литейное производство : лабораторный практикум : учебное пособие для вузов по направлению 150100 - Metallургия / Т. А. Базлова, С. В. Лактионов ; Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" .— Москва : Изд. дом МИСиС, 2011 .— 88 с.: ил. ; 21 см .— Библиогр. в конце лабораторных работ.
4. Морозова Любовь Михайловна (1951-). Литейное производство. Разработка технологии изготовления отливок в разовых литейных формах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. М. Морозова, Г. А. Косников ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 3,62 МБ) .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехи. ун-та, 2016 .— Загл. с титул. экрана .— Электронная версия печатной публикации. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение) .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 7.0.
5. Производство стальных отливок : учебник для вузов по специальности 110400 "Литейное производство черных и цветных металлов" / [Л. Я. Козлов [и др.]] ; под ред. Л. Я. Козлова .— Москва : МИСИС, 2003 .— 350 с., [1] с.: ил. ; 22 см .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 300-302 .— ISBN 5-87623-119-3.
6. Производство чугуновых отливок : учебник для вузов по направлению "Metallургия" (бакалавриат и магистратура) и по специальности "Литейное производство черных и цветных металлов" / В. Д. Белов [и др.] ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова; под ред. В. М. Колокольцева, Ри Хосена .— Магнитогорск : [ГОУ ВПО МГТУ], 2009 .— 521 с.: ил. ; 21 см .— С дарственной надписью авт. SPSTU : 379143 .— Библиогр.: с. 520-521. — ISBN 978-5-9967-0024-0.

7. Кукуй Давыд Михайлович. Теория и технология литейного производства : в 2 ч.: учебник для вузов по специальности "Машины и технология литейного производства" / Д. М. Кукуй, В. А. Скворцов, Н. В. Андрианов .— Минск ; Москва : Новое знание : ИНФРА-М, 2011 .— (Высшее образование) .— ISBN 978-5-16-004761-4 (ИНФРА-М) .
8. Ч. 1: Формовочные материалы и смеси .— 2011 .— 383 с.: ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 379-380. — ISBN 9785160047621 (ИНФРА-М) .— ISBN 9789854753270 (Новое знание) .
9. Кукуй Давыд Михайлович. Теория и технология литейного производства : в 2 ч.: учебник для вузов по специальности "Машины и технология литейного производства" / Д. М. Кукуй, В. А. Скворцов, Н. В. Андрианов .— Минск ; Москва : Новое знание : ИНФРА-М, 2011 .— (Высшее образование) .— ISBN 978-5-16-004761-4 (ИНФРА-М) .
10. Ч. 2: Технология изготовления отливок в разовых формах .— 2011 .— 405 с.: ил., табл. ; 22 см .— Библиогр.: с. 403. — ISBN 9785160047874 (ИНФРА-М) .— ISBN 9789854753294 (Новое знание) .
11. Технология литейного производства. Формовочные материалы : учебное пособие / А. В. Соколов, А. А. Бречко, В. О. Емельянов и др. ; Санкт-Петербургский институт машиностроения (ЛМЗ-ВТУЗ) .— Санкт-Петербург : [ПИМаш], 2010 .— 149, [2] с.: ил., табл. ; 21 см .— Библиогр.
12. Голод, В. М. Теория литейных процессов : учеб. пособие / В. М. Голод, К. Д. Савельев ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009 .— 98 с.: ил., табл. ; 20 см .— Библиогр.: с. 87.
13. Пикунов Михаил Владимирович. Теоретические основы литейных процессов : курс лекций : учебное пособие для вузов по направлению 150100 - Metallургия. №723 / М. В. Пикунов, Т. А. Базлова, С. В. Матвеев ; Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", Кафедра технологии литейных процессов .— Москва : Изд. дом МИСиС, 2009 .— 98 с.: ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 98. — ISBN 978-5-87623-285-4.
14. Петрова Светлана Георгиевна. Разработка литейной технологии : учебное пособие / С. Г. Петрова, С. М. Петров ; Санкт-Петербургский государственный морской технический университет .— Санкт-Петербург : [Изд-во СПбМТУ], 2015 .— 123 с.: ил. ; 21 см .— Библиогр.: с.121.
15. Гини Энрико Чельсович. Технология литейного производства. Специальные виды литья : учебник для вузов по специальности "Машины и технологии литейного производства" и направления подготовки "Машиностроительные технологии и оборудование" / Э. Ч. Гини, А. М. Зарубин, В. А. Рыбкин ; под ред. В. А. Рыбкина .— Москва : Академия, 2007 .— 349, [1] с.: ил. ; 22 см .— (Высшее профессиональное образование, Машиностроение) .— Библиогр.: с. 347-348. — ISBN 978-5-7695-3684-7.
16. Матвеевко Иван Владимирович. Оборудование литейных цехов : учебное пособие для вузов по направлению 150200 "Машиностроительные технологии и оборудование", специальности 150204 "Машины и технология литейного производства" / И. В. Матвеевко ; Московский государственный индустриальный университет .— [2-е изд., доп.] .— Москва : МГИУ, 2010.

17. Ч. 1 .— 2010 .— 347 с.: ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 343-347. — ISBN 9785276016306.

2.4 Теория сварочных процессов.

Темы: классификация способов сварки по технологическому и энергетическому признакам; основные способы сварки давлением и плавлением; области применения основных способов сварки; история развития сварки; основные требования к сварочным источникам теплоты; сопоставление различных источников по энергетическим характеристикам, локальности ввода теплоты, технологическим возможностям и экономическим показателям; сварочные шлаки, их классификация и основные характеристики; взаимодействие шлаков с металлом; особенности взаимодействия металл-шлак при электрошлаковой сварке; механизм переноса электродного металла при сварке; оценка состава газовой фазы при дуговой сварке без защиты от воздуха; окисление, азотирование и наводороживание при сварке; влияние кислорода, азота и водорода на свойства стали; металлургические процессы окисления, раскисления, легирования, микролегирования, модифицирования и рафинирования; основные закономерности процесса кристаллизации металлов и их особенности в условиях сварки; схема строения многослойных швов при сварке сплавов, имеющих и не имеющих полиморфные превращения при охлаждении; прерывистая кристаллизация в условиях сварки; общие закономерности распределения ликвирующих примесей в сварных швах; зональная, слоистая и дендритная неоднородность состава металла швов; термомодеформационные сварочные циклы; горячие трещины; понятие оптимальной и допустимой скоростей охлаждения; холодные трещины; особенности превращений и конечных структур металла сварных швов; характерное строение металла ЗТВ при сварке закаливающихся и не закаливающихся сталей; металлургические показатели трещиностойкости.

Вопросы:

1. Газосварочное пламя как сварочный источник теплоты.
2. Строение, виды и области применения электрической сварочной дуги.
3. Электронный луч как источник энергии. Принцип сварки электронным лучом в вакууме.
4. Лазерный луч как источник нагрева при сварке и резке.
5. Электрошлаковый нагрев. Энергетические процессы в шлаковой и металлической ваннах.
6. Нагрев электрическим током при наличии контактного сопротивления.
7. Общая схема формирования химического состава металла шва при сварке плавлением.
8. Взаимодействие металла с кислородом при сварке сталей плавлением.
9. Взаимодействие металла с азотом при сварке сталей плавлением.
10. Взаимодействие металла с водородом при сварке сталей плавлением.
11. Процессы раскисления металла при сварке плавлением.
12. Рафинирование металла при сварке плавлением.
13. Легирование металла при сварке плавлением.

14. Горячие трещины при сварке. Способы предотвращения горячих трещин.

15. Природа холодных трещин. Способы предотвращения холодных трещин.

Литература для подготовки:

1. Теория сварочных процессов [Текст]: учебник для вузов / А.В. Коновалов [и др.] – под общ. ред. В.М. Неровного. – М.: МГТУ, 2007. – 752 с.

2. Петров, Г.Л. Теория сварочных процессов [Текст]: учеб. для вузов. / Г.Л. Петров, А.С. Тумарев. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 1977. – 392 с.

3. Теоретические основы сварки [Текст]: под ред. В.В. Фролова. – М.: Высш. школа, 1970. – 593 с.

4. Лившиц, Л.С. Металловедение сварки и термической обработки сварных соединений [Текст]: учебник для вузов / Л.С. Лившиц, А.Н. Хахимов – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1989. – 336 с.

2.5 Основы теплопередачи при сварке и пайке.

Темы: закон теплопроводности Фурье; дифференциальное уравнение теплопроводности в неподвижной и подвижной системах координат; краевые условия; схемы источников теплоты и нагреваемых тел; метод источников; мгновенные источники теплоты; неподвижные непрерывно действующие источники теплоты; подвижные источники теплоты; периоды теплонасыщения и выравнивания температуры; быстродвижущиеся источники теплоты; расчет распределения максимальной температуры; расчет скорости охлаждения при данной температуре; периодические источники теплоты; распределенные источники теплоты; расчет температурного поля с учетом ограниченности размеров свариваемого тела; тепловые процессы при однопроходной, многослойной дуговой, электроннолучевой, лазерной, плазменной, электрошлаковой, газовой, контактной сварке, сварке трением, термической резке, пайке; нагрев и плавление присадочного металла; метод конечных разностей, явные и неявные схемы; метод конечных элементов.

Вопросы:

1. Аналитические методы расчета тепловых процессов при сварке. Сущность, преимущества и недостатки.

2. Численные методы расчета тепловых процессов при сварке. Сущность, преимущества и недостатки.

3. Корреляционный и регрессионный анализ. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов.

Литература для подготовки:

1. Теория сварочных процессов [Текст]: учебник для вузов / А.В. Коновалов [и др.] – под общ. ред. В.М. Неровного. – М.: МГТУ, 2007. – 752 с.

2. Гатовский, К.М. Теория сварочных деформаций и напряжений [Текст]: учебное пособие / К.М. Гатовский, В.А. Кархин. – Ленинград: ЛКИ, 1980. – 331 с.

2.6 Производство и применение сварочных материалов.

Темы: классификация сварочных материалов; назначение электродных покрытий, классификация, основные функции; сварочно-технологические свойства электродов для ручной дуговой сварки; технологический процесс изготовления электродов; классификация проволок применяемых для сварки и наплавки; проволоки и лента специального назначения; технология производства порошковой проволоки; классификация флюсов; флюсы для электрошлаковой сварки; особенности применения неплавящихся электродов; неплавящиеся электроды для дуговой сварки и плазменной обработки; угольные электроды, сопоставление их свойств и методов производства; вольфрамовые электроды, их характеристики и способы производства; классификация газов для дуговой сварки плавящимся и неплавящимся электродами; газовые смеси; газы для газопламенной обработки и пайки; активные и нейтральные газы и газовые флюсы для пайки и газовой сварки; классификация припоев; составы припоев на основе галлия, олова, висмута, кадмия, цинка, алюминия, меди, никеля, железа, золота, серебра, палладия; флюсы для пайки, классификация; материалы для обезжиривания, удаления окислов, удаления остатков флюса.

Вопросы:

1. Сварочные материалы. Электроды плавящиеся. Основные виды электродных покрытий.
2. Сварочные материалы. Электроды неплавящиеся.
3. Сварочные материалы. Проволока сплошного сечения.
4. Сварочные материалы. Порошковая проволока.
5. Сварочные материалы. Флюсы плавленые и агломерированные.
6. Сварочные материалы. Газы защитные активные и инертные.

Литература для подготовки:

1. Теория сварочных процессов [Текст]: учебник для вузов / А.В. Коновалов [и др.] – под общ. ред. В.М. Неровного. – М.: МГТУ, 2007. – 752 с.
2. Лашко, С.В. Технология пайки изделий в машиностроении [Текст]: справочник проектировщика / С.В. Лашко, Е.И. Врублевский. – М.: Машиностроение, 1993. – 464 с.

2.7 Технология сварки плавлением.

Темы: назначение стандартов сварных соединений; элементы сварных соединений в отечественных и зарубежных странах; стандарты по основным и сварочным материалам; методы обработки кромок; техника выполнения ручной дуговой сварки, выбор диаметра электрода, расчет количеств прохода; подводная сварка; расчеты параметров автоматической и механизированной сварки; способы односторонней и двухсторонней сварки; разновидности электрошлаковой сварки и область их рационального применения; технология сварки в защитных газах; понятие технологической свариваемости и ее параметры; технология сварки низкоуглеродистых низколегированных конструкционных сталей общего назначения; технология сварки

закаливающихся углеродистых низколегированных сталей; технология сварки теплоустойчивых сталей с особыми свойствами; технология сварки среднелегированных машиностроительных сталей высокой прочности; технология сварки высоколегированных сталей; технология сварки высокохромистых сталей; технология сварки ферритных, мартенситных хромистых сталей; технология сварки хромоникелевых сталей; технология сварки разнородных сталей; технология сварки чугуна; технология сварки меди в среде защитных газов неплавящимся и плавящимся электродом; технология сварки никеля и сплавов на его основе; технологические особенности сварки алюминия и его сплавов; технология сварки титана в среде инертных газов вольфрамовым и плавящимся электродами; восстановительная наплавка.

Вопросы:

1. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Сущность процесса, преимущества, недостатки, область применения.
2. Ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом. Сущность процесса, преимущества, недостатки, области применения.
3. Механизированная сварка плавящимся электродом в среде активных газах и смесях. Сущность процесса, преимущества, недостатки, области применения.
4. Автоматическая сварка под флюсом. Сущность процесса, преимущества, недостатки, области применения.
5. Технология сварки низкоуглеродистых, низколегированных и среднелегированных конструкционных сталей.
6. Технология сварки высоколегированных сталей и сплавов мартенситного, ферритного и аустенитного классов.
7. Технология сварки алюминия и его сплавов.
8. Технология сварки титана и его сплавов.
9. Технология сварки меди и ее сплавов.
10. Сварка трением с перемешиванием. Сущность процесса, преимущества, недостатки, области применения.
11. Электрошлаковая наплавка.

Литература для подготовки:

1. Теория сварочных процессов [Текст]: учебник для вузов / А.В. Коновалов [и др.] – под общ. ред. В.М. Неровного. – М.: МГТУ, 2007. – 752 с.
2. Акулов, А.И. Технология и оборудование электрической сварки плавлением [Текст]: учебник для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.Г. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.

2.8 Технология сварки давлением.

Темы: применение основных законов электродинамики для исследования характера распределения сварочного тока в зоне формирования сварного соединения; особенности распределения сварочного тока при других способах контактной сварки; кинетика формирования литого ядра при контактной

точечной сварке; основные гипотезы природы формирования сварного соединения в твердой фазе; шовная контактная сварки и ее технологические особенности; рельефная контактная сварка и ее технологические особенности; стыковая контактная сварка сопротивлением и оплавлением; технологические особенности основных способов сварки давлением при формировании сварного соединения в твердой фазе – диффузионной сварки в вакууме, сварки трением, ультразвуковой сварки, холодной сварки, сварки токами высокой частоты и дугоконтактной, сварки взрывом, а также методов сварки с подогревом применительно к технологиям электронной промышленности; принципы получения сварочного тока в контактных машинах различных типов, выбора способа сварки и сварочного оборудования применительно к конкретным свариваемым материалам и деталям; расчет и выбор режимов контактной сварки; общие сведения о режимах и об оборудовании сварки давлением.

Вопросы:

1. Контактная точечная сварка. Сущность процесса, преимущества, недостатки, области применения.
2. Контактная сварка оплавлением и сопротивлением. Сущность, преимущества, недостатки, области применения.

Литература для подготовки:

1. Теория сварочных процессов [Текст]: учебник для вузов / А.В. Коновалов [и др.] – под общ. ред. В.М. Неровного. – М.: МГТУ, 2007. – 752 с.
2. Акулов, А.И. Технология и оборудование электрической сварки плавлением [Текст]: учебник для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.Г. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
3. Конюшков, Г.В. Специальные методы сварки давлением [Текст]: учебное издание / Г.В. Конюшков, Р.А. Мусин. – Саратов Ай Пи Эр Медиа, 2009. – 631 с.
4. Кочергин, К.А. Контактная сварка [Текст]: справочник. – Л.: Машиностроение, 1987. – 240 с.

2.9 Контроль качества сварных и паяных конструкций.

Темы: классификация и определение дефектов сварных соединений; дефекты сварных и паяных швов; влияние технологических факторов сварки и пайки на образование дефектов; влияние размеров и расположения дефектов на работоспособность сварных и паяных соединений; категории сварных швов по технологическим дефектам для оценки качества сварки; понятие о браке; нормы дефектности разных отраслей промышленности; связь между методом контроля и видом дефекта сварки и пайки; комплексный контроль сварных и паяных соединений; разрушающие и неразрушающие методы контроля; неразрушающие методы контроля: визуальный и измерительный контроль (РД 03-606-03), радиационные методы контроля (ГОСТ 7512), акустические методы контроля (ГОСТ 14782), методы контроля герметичности (ГОСТ 22161, 3845, 3285 и др.), капиллярные методы контроля (ГОСТ 18442), магнитные методы контроля (ГОСТ 21105); оборудование для контроля качества сварных и паяных соединений; методы определения механических свойств сварных и

паяных соединений, применяемые на листах и трубах; ГОСТ 6996; методы испытаний на длительную прочность, ползучесть и ударный изгиб; технологические пробы для оценки сопротивляемости холодным и горячим трещинам в сварных и паяных соединениях; отбор проб для определения химического состава (ГОСТ 7122); требования надзорных органов России (Госгортехнадзора, Регистра, Атомнадзора и др.), предъявляемые к сварным соединениям изготавливаемых конструкций.

Вопросы:

1. Разрушающие методы контроля качества сварных соединений.
2. Визуально-измерительный контроль качества сварных соединений.
3. Ультразвуковой метод контроля качества сварных соединений.
4. Радиографический контроль качества сварных соединений.

Литература для подготовки:

1. Алешин, Н.П. Контроль качества сварочных работ [Текст] / Н.П. Алешин, В.Г. Щербинский. – М.: Высш. школа, 1986. – 144 с.
2. Щербинский, В.Г. Ультразвуковой контроль сварных соединений [Текст]: 3-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Щербинский, Н.П. Алешин. – М.: Изд-во МГТУ, 2000. – 496 с.

2.10 Сварочное оборудование.

Темы: развитие и производство оборудования для дуговой сварки; сварочные свойства источников питания для дуговой сварки; вольтамперные характеристики дуги при дуговой и плазменной обработке; статические и динамические характеристики источников питания дуговых и плазменных установок; требования к форме внешней характеристики дуги; сварочные генераторы; источники питания дуги переменного тока; сварочные выпрямители; средства возбуждения и повышения стабильности дуги; сварочные осцилляторы для дуговой и плазменной обработки; импульсные стабилизаторы горения дуги; источники питания для сварки неплавящимся электродом: для сварки нержавеющей сталей и сплавов, для сварки алюминия, для импульсной дуговой сварки; источники питания для автоматизированной сварки плавящимся электродом: под флюсом, в защитных газах и порошковой проволокой; источники питания для установок электрошлаковой сварки; конструкции электроннолучевых сварочных установок; схема электронно-оптической системы; рабочие вакуумные камеры; оборудование для лазерной обработки; основные типы установок для сварки давлением; источники сварочного тока контактных машин; оборудование для специальных способов сварки давлением; установки для сварки и пайки металлов с высокочастотным нагревом; источники опасности при эксплуатации электросварочного оборудования; электроопасность, световое, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, ионизация, газовые баллоны и вакуумные системы; основные меры предупреждения поражения электрическим током.

Вопросы:

1. Сварочные свойства источников питания для дуговой сварки.

2. Схемы и принцип действия сварочных выпрямителей различных типов.
3. Оборудование для возбуждения и повышения стабильности дуги.
4. Оборудование для сварки и наплавки сжатой дугой.

Литература для подготовки:

1. Милютин, В.С. Источники питания для сварки [Текст]: учебник для студентов вузов / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. – Айрис-пресс, 2007. – 376 с.
2. Конюшков, Г.В. Специальные методы сварки давлением [Текст]: учебное издание / Г.В. Конюшков, Р.А. Мусин. – Саратов Ай Пи Эр Медиа, 2009. – 631 с.
3. Кочергин, К.А. Контактная сварка [Текст]: справочник. – Л.: Машиностроение, 1987. – 240 с.

2.11. Материаловедение

1. Характеристика металлического состояния с точки зрения атомного кристаллического строения вещества. Типы химической связи.
2. Методы исследования в материаловедении: металлография и электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ
3. микрорентгеноспектральный анализ, фрактография и дефектоскопия и другие физические методы.
4. Требования, предъявляемые к металлическим и неметаллическим материалам. Физические, химические и эксплуатационные свойства материалов.
5. Механические свойства материалов. Критерии прочности, пластичности, вязкости, твердости и методики их определения.
6. Строение твердых и жидких металлов. Плавление и кристаллизация чистых металлов, кривые охлаждения. Зависимость объемной энергии Гиббса жидкой и твердой фаз в системе от температуры, и степени переохлаждения.
7. Гомогенная кристаллизация. Зарождение кристаллов. Понятие критического зародыша. Кристаллизационные параметры Таммана. Понятие о зерне и дендритной ячейке литого металла. Гетерогенная кристаллизация. Модифицирование. Строение и структура слитка. Факторы, определяющие форму и размер литого зерна.
8. Механизмы роста кристаллов при кристаллизации чистых металлов. Формы металлических кристаллов. Дендритный рост, направления дендритного роста. Роль дефектов кристаллического строения в формировании растущего кристалла.
9. Фазовые превращения в твердом состоянии. Полиморфизм металлов (аллотропическое превращение). Общие закономерности развития фазовых превращений в твердом состоянии. Диффузионный и бездиффузионный механизмы развития фазового превращения в твердом

состоянии. Форма кристаллов, образующихся при фазовом превращении в твердом состоянии.

10. Изменение структуры и свойств металлов при холодной и горячей деформации. Структура и свойства металлов при нагреве, после холодной обработке давлением. Возврат, рекристаллизация.
11. Двухкомпонентная диаграмма состояния с граничными твердыми растворами и невариантным эвтектическим превращением. Двухкомпонентная диаграмма состояния с невариантным перитектическим превращением и граничными твердыми растворами. Диаграмма состояния систем с полиморфными превращениями и промежуточными фазами. Двухкомпонентная диаграмма состояния с граничными твердыми растворами и невариантным эвтектоидным превращением. Диаграмма состояния системы с невариантным монотектоидным равновесием. Диаграмма состояния системы с невариантным метатектическим равновесием. Диаграмма состояния системы с невариантным монотектическим равновесием. Диаграмма состояния системы с невариантным синтектическим равновесием.
12. Зависимость свойств от их состава и структурного состояния. Неравновесная кристаллизация. Влияние скорости охлаждения при затвердевании на структуру сплавов. Дендритная ликвация. Диффузионные процессы при неравновесной кристаллизации. Неравновесный солидус в системах с непрерывными твердыми растворами и эвтектического типа.
13. Строение и свойства чистого железа. Полиморфные превращения железа. Метастабильное и стабильное равновесие в системе железо-углерод. Диаграмма состояния железо-цементит и железо-графит. Фазы и структурные составляющие, их строение и свойства.
14. Фазовые и структурные превращения в техническом железе, малоуглеродистых сталях, и доэвтектоидных, эвтектоидных, заэвтектоидных сталях при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии.
15. Сплавы системы железо-углерод: техническое железо, стали, чугуны. Классификация сталей по качеству, химическому составу, применению, способу обработки. Влияние углерода, легирующих элементов, примесей на свойства сталей.
16. Высокоуглеродистые сплавы системы железо-углерод. Фазовые и структурные превращения в белых чугунах. Эвтектическая кристаллизация в системе железо-цементит.
17. Диаграмма состояния системы железо-графит. Чугуны общего назначения, литейные и механические свойства, химический состав. Серые чугуны. Получение структуры серых чугунов на ферритной, феррито-перлитной и перлитной основе в зависимости от химического состава и условий охлаждения. Чугун с пластинчатым графитом для отливок, ГОСТ 1412-85. Модифицирование чугуна.
18. Высокопрочные чугуны, чугуны с вермикулярным графитом. Ковкие

- чугуны. Чугуны специального назначения,
легированные чугуны.
19. Химический состав, структура, свойства чугунов. Чугун с вермикулярным графитом для отливок, ГОСТ 28394-79. Чугун с шаровидным графитом для отливок, ГОСТ 7293-85.
20. Отливки из ковкого чугуна, ГОСТ 1215-79. Легированный чугун для отливок со специальными свойствами, ГОСТ 7769-82.

2.12. Теория термической обработки металлов и сплавов

1. Содержание и значение термической обработки. Краткий исторический обзор развития теории и практики термической обработки. Значение работ П.П. Аносова и Д.К. Чернова - основоположников учения о природе стали и условиях ее термической обработки. Развитие зарубежной и отечественной науки о черных и цветных металлах, сплавах и их термической обработке. Применение термической обработки в отечественной промышленности; значение термической обработки в решении вопроса о снижении веса и увеличения долговечности деталей машин и механизмов. Основные термины и определения. ГОСТ 18295-72. Классификация видов термической обработки.
2. Виды отжига. Цели отжига 1 рода. Отжиг, уменьшающий напряжения. Определение, решаемые задачи. Остаточные напряжения и деформации. Понятие напряжений 1 рода. Влияние знака и величины остаточных внутренних напряжений на работоспособность деталей машин. Влияние остаточных напряжений на стабильность размеров изделий. Напряжения от неоднородной деформации. Термические и структурные напряжения. Классификация напряжений по видам операций, при которых они возникают.
Напряжения в стальных и чугунных отливках и сварных конструкциях, их происхождение, снятие отжигом. Механизмы снятия напряжений при отжиге: диффузионный и сдвиговый. Соотношение величины внутренних остаточных напряжений и значений критического сопротивления сдвигу.
3. Характеристика неоднородного по химическому составу твердого раствора, образовавшегося при неравновесной кристаллизации в системе компонентов с неограниченной растворимостью в твердом и жидком состоянии. Влияние последствий неравновесной кристаллизации на структуру и свойства слитков и отливок из черных и цветных металлов. Виды структурных дефектов литого металлического сплава в связи с диаграммой состояния системы. Пути устранения последствий неравновесной кристаллизации.
4. Понятие отжига - гомогенизации, как диффузионного процесса. Диффузия в неоднородной системе. Частные решения диффузионных законов в регулярной неоднородной системе. Зависимость коэффициента диффузии

от температуры. Технологические параметры отжига -гомогенизации: температура и время. Роль скорости нагрева и скорости охлаждения в технологии гомогенизационного отжига. Пути сокращения длительности отжига - гомогенизации. Особенности структурных изменений при отжиге сплавов, содержащих в структуре неравновесные структурные составляющие.

5. Причины двойникования. Две стадии двойникования. Схема двойникового зародыша, рост двойника. Понятие двойнивающей дислокации. Вклад различных механизмов деформации в изменение структуры и тонкого кристаллического строения деформированного металла. Текстура деформации. Волокнистость, строчечность. Анизотропия свойств деформированного металла.
6. Процессы, протекающие при нагреве деформированного металла. Понятие процессов возврата. Механизмы отдыха, полигонизации и рекристаллизации "на месте". Процессы рекристаллизации. Понятие первичной рекристаллизации. Зарождение зародышевых высокоугловых границ и их миграция. Особенности первичной рекристаллизации после деформации с критической степенью. Механизмы собирательной и вторичной рекристаллизации.
7. Основные закономерности рекристаллизации. Влияние технологических параметров отжига и предшествующей деформации на положение порога рекристаллизации и интенсивность процессов. Величина рекристаллизованного зерна. Пространственные диаграммы рекристаллизации 1,2 и 3 типа. Изменение свойств металлов при отжиге - рекристаллизации. 8. Текстура рекристаллизации. Анизотропия свойств рекристаллизованного металла. ГОСТ 21073.0-75 - 21073.4-75 на величину зерна. Отжиг - рекристаллизация промышленных сплавов на основе железа, алюминия, меди, никеля, титана. Особенности процесса, режимы. Отжиг, увеличивающий зерно. Режимы отжига трансформаторной стали. Получение специальной "стапельной" структуры вольфрамовой проволоки для спиралей ламп накаливания. Применение отжига для получения монокристаллов.
8. Основное определение отжига второго рода. Возможность осуществления отжига второго рода в связи с диаграммой состояния системы. Фазовая перекристаллизация: частичная и полная. Основные закономерности фазовой перекристаллизации. Движущие силы фазовой перекристаллизации. Роль поверхностной и упругой энергии. Понятие критического зародыша. Перенагрев и переохлаждение при фазовой перекристаллизации. Основные кристаллизационные параметры. Кинетика фазовой перекристаллизации. Диаграммы изотермического и термокинетического типа при нагреве и охлаждении. Роль энергетических параметров фазовой перекристаллизации и процессов диффузии.
9. Образование аустенита при нагреве стали. Механизм и кинетика превращения феррито-цементитной структуры в аустенит. Особенности превращения для доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Превращения при непрерывном нагреве. Влияние скорости нагрева. Особенности

- механизма и кинетики образования аустенита при высокоскоростном нагреве.
10. Величина зерна аустенита при нагреве стали. Влияние хим. состава стали на величину зерна. Понятие наследственно-крупнозернистой и наследственно-мелкозернистой стали. Влияние величины зерна на свойства стали. Стандартные шкалы микроструктур по ГОСТ 5639-82.
 11. Превращения в стали при медленном охлаждении. Механизм перлитного превращения, формирование структуры перлита. Кинетика перлитного превращения. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Влияние степени переохлаждения и скорости охлаждения на строение перлита. Основные характеристики дисперсности феррито-цементитных структур. Понятия структур зернистого перлита, пластинчатого перлита, сорбита, троостита. Условия их образования, структура и свойства сталей с такими структурами.
 12. Особенности фазовых превращений при охлаждении доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Влияние скорости охлаждения и степени переохлаждения на структурное состояние избыточной фазы. Понятие квазиэвтектоида. Влияние хим. состава стали, размера зерна и степени гомогенности аустенита на кинетику фазового превращения.
 13. Технология отжига второго рода. Назначение, режимы, влияние на механические свойства и структуру стали, а также обрабатываемость стали резанием. Полный отжиг, нормализация, одинарная термическая обработка; изотермический отжиг и одинарная изотермическая обработка, патентирование. Неполный отжиг доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Процессы сфероидизации. Сфероидизирующий отжиг.
 14. Виды фазовой перекристаллизации чугунов. Теория графитизации цементита. Влияние состава чугуна на структуру и способность к графитизации. Технология отжига на ковкий чугун: основной режим и особенности его для получения чугуна с перлитной, феррито-перлитной основой и др. Структура и свойства ковкого чугуна. Способы сокращения длительности отжига на ковкий чугун. Технические условия на ковкий чугун по ГОСТ 1215-79.
 15. Графитизированная сталь. Модифицированный серый чугун. Нормализация чугуна. Особенности фазовой перекристаллизации цветных сплавов. Применение отжига второго рода к цветным сплавам.
 16. Закалка. Основное определение. Связь понятия закалки с диаграммой состояния системы. Понятие полной и неполной закалки. Закалка без полиморфного превращения и закалка на мартенсит. Основные технологические параметры закалки: температура, время выдержки, скорость охлаждения. Связь определения закалки с диаграммой изотермического превращения переохлажденной высокотемпературной фазы. Понятие критической скорости закалки. Изменение механических свойств при закалке без полиморфного превращения. Закалка промышленных цветных сплавов. Классификация алюминиевых сплавов по способности к упрочнению при термообработке. Особенности закалки дуралюминов, авиалей, жаропрочных и высокопрочных деформируемых

- сплавов, литейных алюминиевых сплавов. Особенности режимов закалки магниевых, медных, никелевых сплавов.
17. Закалка с полиморфным превращением (закалка на мартенсит). Основные понятия. Термодинамика мартенситного превращения. Связь с диаграммой изотермического превращения переохлажденного аустенита. Определение мартенситного превращения, как фазового превращения особого типа. Особенности мартенситного превращения. Кинетика мартенситного превращения. Механизм мартенситного превращения. Перестройка кристаллической решетки и деформационные явления - составные части мартенситного превращения. Основная и дополнительная деформация мартенситного превращения. Структура и строение мартенсита. Причины упрочнения стали при закалке на мартенсит. Понятие закаливаемости. Влияние содержания углерода и легирующих элементов на закаливаемость стали.
 18. Технология закалки стали. Основные технологические параметры закалки стали. Определение температуры нагрева под закалку углеродистой доэвтектоидной и заэвтектоидной сталей. Перегрев при нагреве под закалку. Влияние легирования на температуру нагрева под закалку. Недогрев при закалке. Неполная закалка стали. Влияние скорости нагрева на температуру закалки. Длительность выдержки. Условия выбора скорости нагрева и длительности выдержки при закалке. Виды нагревающих сред. Ступенчатый нагрев под закалку.
 19. Охлаждение при закалке. Выбор скорости охлаждения при закалке. Охлаждающие среды, их виды, характеристика. Внутренние напряжения при закалке. Коробление и деформация при закалке. Явление сверхпластичности (термокинетической пластичности) в момент протекания фазового (мартенситного) превращения. Способы борьбы с короблением и образованием трещин. Принципы бездеформационной закалки.
 20. Способы закалки стали: непрерывная, прерывистая, ступенчатая, изотермическая. Механизм бейнитного превращения. Структура и свойства стали после ступенчатой и изотермической закалки. Закалка с подстуживанием, закалка с обработкой холодом, закалка с самоотпуском, сорбитизация. Термообработка рельс и ходовых колес.
 21. Понятие прокаливаемости. Характеристики прокаливаемости: глубина закаленного слоя, полоса прокаливаемости, критический диаметр, идеальный критический диаметр. Номограмма Блантера. Способы определения прокаливаемости. Способы регулирования прокаливаемости. Применение сталей повышенной прокаливаемости и сталей регламентированной прокаливаемости.
 22. Поверхностная закалка стали. Виды, применение. Особенности фазовых превращений при высокоскоростном непрерывном нагреве под закалку. Диаграммы преимущественных режимов закалки. Закалка с нагревом токами высокой частоты. Основы индукционного нагрева. Влияние технологических параметров на глубину закаленного слоя. Способы закалки

т.в.ч.: одновременный, поочередный, непрерывно-последовательный, поочередно-последовательный и др. Преимущества и недостатки закалки с нагревом т.в.ч. Закалка пламенем газовой горелки. Закалка в электролите, применение ультразвука для повышения качества закаленных изделий в электролите. Закалка с контактным нагревом. Лазерная поверхностная обработка. Применение плазменного нагрева и других высококонцентрированных источников энергии для поверхностной закалки.

23. Отпуск и старение. Основные положения и определения. Теоретические основы отпуска и старения. Теория распада пересыщенных твердых растворов. Стадии распада: образование микронеоднородностей в объеме пересыщенного твердого раствора, появление зон, зарождение метастабильных и стабильных фаз, рост частиц выделяющейся фазы, коагуляция. Механизмы процессов.
24. Особенности прерывистого и непрерывного распада пересыщенного твердого раствора. Определение состояния коллоидного равновесия в процессе распада. Изменения свойств при распаде пересыщенных твердых растворов. Классификация операций старения. Естественное и искусственное старение. Старение зонное и фазовое, неполное упрочняющее и полное старение, старение стабилизирующее, разупрочняющее. Кинетика старения. Влияние состава сплава, строения фаз на упрочнение сплавов при старении.
25. Отпуск углеродистой стали. Виды отпуска: низкий, средний, высокий. Улучшение. Процессы, протекающие при отпуске стали: распад мартенсита, распад и превращение остаточного аустенита, карбидное превращение, коагуляция карбидов. Изменение механических свойств при отпуске стали. Особенности изменения свойств при отпуске высокоуглеродистых сталей, легированных и высоколегированных сталей, отпуск на дисперсионное твердение. Механизмы процессов. Изменение ударной вязкости при отпуске сталей. Понятие отпускной хрупкости первого и второго рода. Механизмы, объясняющие отпускную хрупкость. Меры предупреждения и устранения отпускной хрупкости.
26. Особенности старения деформируемых и литейных алюминиевых, магниевых, медных и никелевых сплавов. Режимы, особенности изменения структуры и свойств сплавов при закалке и старении сплавов.
27. Особенности термообработки титановых сплавов. Фазовый состав титановых сплавов после закалки в зависимости от состава сплавов. Строение мартенситных фаз, особенности их образования. Превращения при отпуске титановых сплавов. Структура и свойства титановых сплавов после упрочняющих видов термической обработки.

Основная литература

1. Ю.М. Лахтин *Металловедение и термическая обработка металлов*. Издательство «Металлургия» 407 стр.
2. Новиков И.И. *Теория термической обработки металлов*. Учебник, 4-е изд., м., *Металлургия*, 480 с.

2.13. Механические свойства металлов

Испытания при статическом растяжении, испытания на сжатие, испытания на изгиб, твердость металлов, динамические испытания.

Основная литература по изучению курса:

1. Ю.М. Лахтин *Металловедение и термическая обработка металлов*. Издательство «Металлургия» 407 стр.
2. *Материаловедение и технология конструкционных материалов*, под ред. В.Б. Арзамасов. - М.: МГТУ им. Баумана. 2008. – 648 с.

Дополнительная литература по изучению курса:

1. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю ГОСТ 9012-59 (СТ СЭВ 468-88)
2. Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу ГОСТ 9013—59 (СТ СЭВ 469—77, ИСО 6508—86)
3. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу ГОСТ 2999-75.
4. Металлы. Методы испытаний на растяжение ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84, СТ СЭВ 471-88)
5. *Материаловедение* / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин — СПб, хим. издат, 2007.
6. *Материаловедение. Технология конструкционных материалов* / Ю.Г. Сергеев — СПбГПУ, изд-во Политехн. ун-та, 2010.
7. *Механические свойства металлов. учебное пособие.* / С. Ю. Кондратьев — СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2011.
8. *Механические свойства металлов. Усталость металлов. учеб. пособие для вузов по спец. "Металловедение и термическая обработка металлов".* / В. И. Горынин, С. Ю. Кондратьев — СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2005.
9. *Теория и технология термической обработки. Лабораторный практикум* / Сергеев Ю.Г., Хайдоров А.Д., Масликова Е.И. — СПбГПУ, 2005.
10. *Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. Учеб. для вузов.* / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов — Москва МИСИС, 2001
- 11.

2.14. Обработка металлов давлением

Теория обработки металлов давлением

Темы (вопросы)

1. Величины, характеризующие напряженное состояние и деформацию тела.
2. Уравнение совместности (неразрывности) деформаций.
3. Взаимосвязь напряжений и деформаций.
4. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.
5. Дифференциальные уравнения равновесия и условия на контуре для плоской задачи.
6. Формулы для расчета нормального и касательного напряжений.
7. Дифференциальное уравнение и условия на контуре для трехмерной задачи.
8. Главные напряжения и их основные схемы.
9. Максимальные касательные напряжения.
10. Октаэдрические напряжения.

11. Главные деформации. Эллипсоид деформаций. Октаэдрический сдвиг.
12. Обобщенный закон упругости.
13. Закон изменения объема. Конечные деформации.
14. Условия перехода от упругой деформации к пластической (условия пластичности).
15. Взаимосвязь обобщенного напряжения и обобщенной деформации. Испытания металлов на растяжение.
16. Пластичность металлов. Влияние температуры, степени и скорости деформации.

Литература для подготовки:

1. В.С. Смирнов Теория обработки металлов давлением. М.: Metallurgy. 1971. 460с.
2. Г.С. Казакевич, А.И. Рудской. Механика сплошных сред. СПб., Изд-воСПбГПУ, 2003 г., 264 с.
3. Ю.И. Рыбин, А.И. Рудской, А.М. Золотов. Математическое моделирование и проектирование технологических процессов обработки металлов давлением. СПб., Наука, 2004. 604 с.

Технология обработки металлов давлением

1. Основные геометрические характеристики очага деформации. Угол захвата, условие захвата. Условие устойчивости прокатки. Нейтральный угол, опережение, отставание. Характеристики деформации полосы при прокатке.
2. Характер деформации металла на низких, средних и высоких очагах деформации.
3. Упругое сплющивание валков.
4. Сопротивление деформации металлов. Влияние температуры, степени и скорости деформации.
5. Расчет энергосиловых параметров прокатки. Силы и крутящие моменты прокатки.
6. Прокатка сортового металла в калибрах. Системы калибров. Расчет деформаций при прокатке в калибрах.
7. Методики расчета режимов обжатий при прокатке.
8. Сравнительная характеристика технологий прокатки непрерывно-литой заготовки и заготовки, полученной после прокатки на обжимных и непрерывно-заготовочных станах. Температурный режим прокатки. Температурный клин и его устранение.
9. Технология прокатки на непрерывных широкополосных станах (НШПС).
10. Контролируемая прокатка на НШПС. Управление структурой с свойствами горячекатаного листа.
11. Технология прокатки толстого листа на реверсивных станах.
12. Дефекты проката, методы их предотвращения и устранения.
13. Технологии прокатки на сортовых станах.
14. Технологии прокатки на проволочных станах.
15. Технологии производства холоднокатаного листа. Снятие окалины, Прокатка. Отжиг. Дрессировка. Нанесение покрытий.

16. Производственный цикл производства металлургической продукции. Структура прокатного производства. Основные тенденции развития металлургического производства, тенденции развития прокатного производства.

Литература для подготовки:

1. А.И. Рудской, В.А. Лунев. Теория и технология прокатного производства. СПб., Наука, 2005. – 540 с.
2. Учебное пособие для вузов. — Издание второе, переработанное и дополненное. — М.: Теплотехник, 2010. — 490 с.
3. Н.И. Шефтель. Технология производства проката. М.: Металлургия. 1976, 576 с.
4. Б.Б. Диомидов, Н.В. Литовченко. Технология прокатного производства. М.: Металлургия. 1979 – 488с..

Физические основы прочности и пластичности металлов при обработке давлением.

1. Представления о теоретической прочности кристаллов.
2. Точечные дефекты. Основные свойства вакансий. Вакансионные механизмы диффузии.
3. Дислокации. Типы дислокаций. Геометрические характеристики. Плотность дислокаций
4. Напряжения, создаваемые дислокациями. Энергия дислокаций.
5. Приближение линейного натяжения. Размножение дислокаций.
6. Деформационное упрочнение. Дислокационные механизмы упрочнения.
7. Упрочнение от взаимодействия дислокаций с атомами примесных и легирующих элементов, с частицами выделений избыточных фаз.
8. Размножение дислокаций.
9. Межзеренные и межфазные границы. Типы и свойства границ. Дислокационные модели границ.
10. Взаимодействие дислокаций с границами. Роль размера зерна в формировании прочностных свойств металла.
11. Структура деформированного металла. Механизмы деформации.
12. Стадии термического разупрочнения деформированного металла. Возврат и рекристаллизация. Закономерности рекристаллизации.
13. Движущие силы и кинетика рекристаллизации.
14. Общие представления о разрушении металлов при пластической деформации. Классификация трещин по форме и размерам.
15. Критерии разрушения Гриффитса, Орована и силовой.
16. Пути распространения трещин. Методы борьбы с разрушением.

Литература для подготовки:

1. С.С. Горелик. Рекристаллизация металлов и сплавов. М., Металлургия. 1978. – 568 с.
2. Н.Г. Колбасников Физические основы прочности и пластичности металлов. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. 222 с.

3. А.И. Рудской, Колбасников Н.Г., Торопов С.С. Структура, пластичность и разрушение металлов. Эксперимент и моделирование. СПб, Изд-во Политехн. ун-та. 2016. 328 с.