

Принято на заседании
Ученого совета ПИШ МАСТ НИТУ МИСИС
Протокол от 30.10.2024 № 3

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ
НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ МАГИСТРАТУРЫ

22.04.02 Металлургия (ПИШ)

Москва 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ	5
ЧАСТЬ 1. МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ	5
Раздел 1. Общие вопросы производства черных металлов и сплавов	5
Раздел 2. Подготовка руд к плавке и производство чугуна	5
Раздел 3. Производство стали	5
Раздел 4. Получение слитков и литых заготовок черных металлов	5
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 1	5
ЧАСТЬ 2. МЕТАЛЛУРГИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ	6
Раздел 1. Основы гидрометаллургических процессов (Производство золота)	6
Раздел 2. Окислительная пирометаллургия (Производство меди)	6
Раздел 3. Восстановительная пирометаллургия (Производство свинца)	6
Раздел 4. Электрометаллургия (Производство алюминия)	6
Раздел 5. Производство вольфрама	7
Раздел 6. Производство молибдена	7
Раздел 7. Производство тантала и ниобия	7
Раздел 8. Metallургия титана и циркония	7
Раздел 9. Metallургия рассеянных редких металлов	7
Раздел 10. Metallургия радиоактивных и редкоземельных металлов	7
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 2	8
ЧАСТЬ 3. ТЕПЛОФИЗИКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	8
Раздел 1. Механика жидкостей и газов	8
Раздел 2. Перенос теплоты конвекцией	8
Раздел 3. Перенос теплоты молекулярной теплопроводностью	9
Раздел 4. Перенос теплоты излучением	9
Раздел 5. Тепловая работа и конструкции металлургических печей	10
Раздел 6. Основы теории очистки газов	10
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 3	10
ЧАСТЬ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ (ИННОВАЦИОННЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ)	10
Раздел 1. Детали, литые заготовки, литейные сплавы	10
Раздел 2. Основы плавки металлов и сплавов	11
Раздел 3. Изготовление отливок в разовых песчаных формах	11
Раздел 4. Специальные способы литья	11
Раздел 5. Отливки из чугуна и стали	11
Раздел 6. Отливки из сплавов цветных металлов	12
Раздел 7. Отливки для деталей металлургического оборудования	12
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 4	12
ЧАСТЬ 5. ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ (ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ)	12
Раздел 1. Методы получения порошков	12
Раздел 2. Формование и спекание металлических порошков	13
Раздел 3. Спеченные материалы с особыми свойствами	13
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 5	14
ЧАСТЬ 6. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	14
Раздел 1. Базовые понятия, классификация процессов и изделий, производимых методами ОМД	14
Раздел 2. Физические основы пластической деформации металлов и сплавов, взаимодействие процессов ОМД с термообработкой, методы управления структурой и свойствами продукции	14
Раздел 3. Теоретические основы процессов обработки металлов давлением	14

Раздел 4. Оборудование для силового воздействия на материал. Вспомогательное оборудование, средства управления.....	15
Раздел 5. Прокатка металлов.....	15
Раздел 6. Ковка, объёмная и листовая штамповка.....	15
Раздел 7. Прессование, выдавливание и волочение металлов.....	15
Раздел 8. Специальные методы ОМД.....	16
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ 6.....	16

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель вступительного испытания – определение возможности поступающего осваивать основные профессиональные образовательные программы высшего образования (ОПОП ВО) в пределах образовательных стандартов ВО НИТУ МИСИС по направлению 22.04.02 Metallurgy.

Вступительное испытание по направлению 22.04.02 Metallurgy проводится в виде письменного экзамена.

Продолжительность вступительного испытания составляет 2 часа (120 минут).

Экзаменационный билет содержит 10 заданий.

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.

В случае правильного и полного ответа поступающий получает количество баллов, соответствующее номеру вопроса, при неполном ответе или при наличии ошибок члены экзаменационной комиссии выставляют количество баллов пропорционально части правильного выполнения задания.

Результаты вступительных испытаний оцениваются по 100-балльной шкале.

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

Перечень принадлежностей, которые поступающий имеет право принести в аудиторию во время проведения вступительного испытания: ручка, пишущая черными или синими чернилами, простой карандаш, ластик.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ

ЧАСТЬ 1. МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Раздел 1. Общие вопросы производства черных металлов и сплавов

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

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

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. Переплавление 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

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.

26. Поволоцкий Д.Я. Рощин В.Э., Рысс М.А. и др. Электromеталлургия стали и ферросплавов. - М.: Metallургия, 1984. – 567 с.
36. Каблуковский А.Ф., Молчанов О.Е., Каблуковская М.А. Краткий справочник электросталеваара. - М.: Metallургия, 1994. - 352 с.

ЧАСТЬ 2. МЕТАЛЛУРГИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Раздел 1. Основы гидрометаллургических процессов (Производство золота)

- 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)

- 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)

- 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 агломашины.
- 3.3. Химические реакции получения чернового свинца и принцип работы шахтной печи. Прямая переработка сульфидного концентрата на черновой свинец.
- 3.4. Рафинирование чернового свинца от разнообразных примесей. Образование и удаление промпродуктов, аккумулирующих примесей. Воздействие свинцового производства на окружающую среду.

Раздел 4. Электromеталлургия (Производство алюминия)

- 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

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

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

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

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

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 металлотермического 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., Зими́на 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. ТЕПЛОФИЗИКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Раздел 1. Механика жидкостей и газов

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

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

- 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

- 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

- 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

- 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 3

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. Климушкин. - М.: Металлургия, 1987. - 270 с.

ЧАСТЬ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ (ИННОВАЦИОННЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ)

Раздел 1. Детали, литые заготовки, литейные сплавы

- 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

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

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. Смесприготовление.

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

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

5.1. Классификация чугунных 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

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. Литье 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

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 4

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 5. ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ (ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ)

Раздел 1. Методы получения порошков

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

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

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 5

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 6. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Раздел 1. Базовые понятия, классификация процессов и изделий, производимых методами ОМД

- 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

- 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

- 3.1. Сопrotивление 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

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

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

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

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

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 6

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.