Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современное производство цветных металлов для последующей операции прокатки

22.04.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Металлургия»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очно-заочная форма

Срок обучения: 2 года 3 месяца

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 27-03-2025 18:37:59 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся представления о физико-химических основах, аппаратурном оформлении технологии производства цветных металлов для последующей операции прокатки;
– практическая подготовка обучающихся анализу показателей работы участков цехов по производству цветных металлов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– сформировать у обучающихся представления о фундаментальных положениях, лежащих в основе металлургических и технологических процессов производства цветных металлов и последующей операции прокатки;
– развить у обучающихся навыки анализа технологических и экономических показателей работы участков цехов по производству цветных металлов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.04.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Разработка и реализация проектов 1;
– Компьютерные системы моделирования для решения технологических задач.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Современные процессы улучшения качества продукции металлургического передела;
– Оборудование и объемно-планировочные решения современных цехов по производству цветных металлов и дальнейшей прокатки;
– Проектирование современных предприятий по выпуску проката цветных металлов;
– Современные достижения в производстве деформируемых и литейных сплавов тяжелых и легких цветных металлов;
– Оборудование и объемно-планировочные решения современных цехов черной металлургии.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен организовывать согласованную работу подразделений по производству и выпуску проката из цветных металлов	ПК-2.2 Анализирует показатели работы технологических участков цеха по выпуску проката и смежных цехов по производству цветных металлов	– знать: показатели работы технологических участков цеха по производству цветных металлов и проката из них.. – уметь: анализировать показатели работы технологических участков цеха по выпуску цветных металлов и проката из них..

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет с оценкой*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***6***	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***6***	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***123***	*123*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***9***	*9*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Производство легких цветных металлов и сплавов для последующей операции прокатки (Способы переработки руд легких цветных металлов. Современные технологии и основное технологическое оборудование для производства магния, титана и алюминия. Получение сплавов на основе магния, титана и алюминия. Тенденции развития легкой цветной металлургии);

Раздел 2 Производство тяжелых цветных металлов и сплавов для последующей операции прокатки (Способы переработки руд тяжелых цветных металлов. Современные технологии и основное технологическое оборудование для производства никеля, олова, свинца, меди и цинка. Получение сплавов на их основе. Тенденции развития тяжелой цветной металлургии.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Производство легких цветных металлов и сплавов для последующей операции прокатки	4	
Раздел 2.	Производство тяжелых цветных металлов и сплавов для последующей операции прокатки	2	
Итого:		**6**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основы расчетов и анализ технологических и экономических показателей	4	

	производства легких цветных металлов и сплавов		
Раздел 2.	Основы расчетов и анализ технологических и экономических показателей производства тяжелых цветных металлов и сплавов	2	
Итого:		**6**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию.	62	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию.	61	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**132**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о практической работе; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 2.	ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о практической работе; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Зачет с оценкой.	ПК-2	1. Вопросы к зачету с оценкой; 2. Задачи к зачету с оценкой

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle» или в бумажном варианте.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; оценка участия в работе на лекционном занятии.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет с оценкой.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету с оценкой; задачи к зачету с оценкой.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете с оценкой

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не

Оценка	Требования к знаниям
	усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Металлургия алюминия. Технология. Электроснабжение. Автоматизация: уч. пособие / Г. В. Галевский, Н. М. Кулагин, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразутдинов. – Москва : Флинта : Наука, 2008. – 527 с. : ил. – ISBN 9785976503168;

2 Металлургия алюминия. Электролизеры с анодом Содерберга и их модернизация : учебное пособие для вузов / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразутдинов. – Москва : Флинта : Наука, 2008. – 238 с. : ил. – ISBN 978-5-9765-0316-8.;

3 Современные методы анализа и контроля в металлургии алюминия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т.2 : Производство электродных материалов / Г.В. Галевский, М. Я. Минцис, Н. М. Кулагин, Н. А. Найденов [и др.]. – Москва : Флинта : Наука, 2006. – 280 с.;;

4 Современные методы анализа и контроля в металлургии алюминия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т.1 : Электролитическое производство алюминия / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, Н. М. Кулагин, Н. А. Найденов [и др.]. – Москва : Флинта : Наука, 2006. – 280 с.; . – ISBN 5893499360;

5 Галевский, Г. В. Металлургия алюминия: справочник по технологии и оборудованию / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразутдинов ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2009. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=1758&lngFile=1765&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 20.03.2025);

6 Галевский, Г. В. Металлургия алюминия: справочник по технологическим и конструктивным измерениям и расчетам / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразутдинов ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2010. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=1515&lngFile=1532&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 20.03.2025);

7 Зайцев, В. Я. Металлургия свинца и цинка : учебное пособие для вузов / В. Я. Зайцев, Е. В. Маргулис. – Москва : Металлургия, 1985. – 263 с.;;

8 Худяков, И.Ф. Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов : учебник для вузов / И.Ф. Худяков, А.П. Дорошкевич, С.В. Карелов. – Москва : Металлургия, 1987. – 526 с.;

9 Процессы и аппараты цветной металлургии : учебник для вузов / С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев, А.П. Дорошкевич [и др.] ; под ред. С.С. Набойченко ; Уральский государственный технический университет. – Екатеринбург : УГТУ, 1997. – 648 с. : ил. – ISBN 5230172438.;

10 Ванюков, А. В. Комплексная переработка медного и никелевого сырья : учебник для вузов. – Челябинск : Металлургия, 1988. – 432 с.;

11 Катков, О.М. Переработка оловянных концентратов. – Москва : Металлургия, 1993. – 240 с. – ISBN 5229007311.;

12 Худяков, И.Ф. Металлургия меди, никеля, сопутствующих элементов и проектирование цехов : учебник для вузов / И.Ф. Худяков, С.Э. Кляйн, Н.Г. Агеев. – Москва : Металлургия, 1993. – 432 с. : ил. – ISBN 5229008474.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL:

https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– ABBYY FineReader;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– WinRAR;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием,

компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.04.02 «Металлургия».

Составитель(и):

доцент Строкина Ирина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Гл. калибровщик
рельсобалочного цеха
ОАО “ЕВРАЗ ЗСМК”
д.т.н



В.В. Дорофеев

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

1. Основными операциями подготовки руд к обогащению являются:
а. окислительный обжиг, измельчение, классификация руды
б. дробление, грохочение, измельчение, классификация руды
в. измельчение в шаровой мельнице, грохочение

2. Что такое пирометаллургические процессы?
Это процессы, _____

3. Гидрометаллургические процессы – это:
а. процессы, проводимые в жидких средах при температурах более 300 ^{0}C;
б. процессы, проводимые в жидких средах при температурах не более 300 ^{0}C;
в. процессы, проводимые в газовых средах при температурах не более 300 ^{0}C.

4. Что такое шлак?
а. это сплав сульфидов;
б. это сплав силицидов;
в. это сплав оксидов.

5. Штейн представляет собой:
а. продукт плавки, состоящий из сульфидов железа, меди, свинца, цинка;
б. продукт плавки, состоящий из боридов и карбидов железа, меди, свинца, цинка;
в. продукт плавки, состоящий из карбидов и силицидов железа, меди, свинца, цинка.

6. При электролитическом производстве алюминия глинозем засыпают в ванны вместе с:
а. расплавленным криолитом;
б. расплавленным плавиковым шпатом;
в. расплавленными фторидами щелочных металлов.

7. Для чего сульфидные концентраты подвергают предварительному обжигу?
а. Для частичного удаления серы;
б. Для повышения концентрации полезного компонента;
в. Для частичного удаления оксидов.

8. Температура процесса электролитического производства алюминия:
а. 1080 – 1100 ^{0} С;
б. 940 – 960 ^{0} С;
в. 660 – 690 ^{0} С.

9. Какое сырье загружается в алюминиевые электролизеры?

---

10. Благородные металлы это:
а. золото, серебро, медь;
б. золото, серебро, никель;
в. золото, серебро, платина.

11. Металлургический глинозем, в основном, содержит:
а. SiO_2;
б. CaO;
в. Al_2O_3.

12. Экологические проблемы производства алюминия обусловлены:
а. большим объемом мирового производства;
б. расходом большого количества электроэнергии;
в. применением электролита на основе фторсолей.

13. Вторичный алюминий – это продукт:
а. рафинирования алюминия;
б. переработки алюминиевого лома и отходов;
в. электролиза криолитоглиноземного расплава в электролизерах.

14. Процесс Байера – это:
а. способ извлечения алюминия из глинозёма;
б. способ извлечения глинозёма из бокситов;
в. способ извлечения алюминия из бокситов.

15. Печь для плавки сульфидных медных концентратов на штейн –
а. это печь кипящего слоя;
б. это отражательная печь;
в. это электролизер.

16. Завершающей стадией производства меди является:
а. шахтная плавка;
б. электролитическое рафинирование;
в. плавка в отражательной печи.

17. Первичный алюминий – это продукт:

а. рафинирования алюминия;
б. переработка алюминиевого лома и отходов
в. электролиза криолитоглиноземного расплава в электролизерах.

18. Какая из следующих технологий производства алюминия является наиболее энергосберегающей:
а. технология рециклинга алюминиевого лома и отходов;
б. технология электролиза с анодом Содерберга;
в. технология электролиза с обожжённым анодом.

19. Каустический модуль в процессе Байера – это:
а. отношение мольных концентраций кремния и глинозема в алюминатном растворе;
б. отношение мольных концентраций щелочи и глинозема в алюминатном растворе;
в. отношение мольных концентраций оксидов кремния и алюминия и глинозема в алюминатном растворе.

20. Какие виды кокса используются при производстве анодов алюминиевых электролизеров
а. сланцевый, пековый;
б. нефтяной, пековый;
в. древесный, пековый.

21. Производство какого цветного металла занимает ведущую роль?
а. никель;
б. алюминий;
в. медь.

22. Какое обязательное условие эффективного производства алюминия?
а. Трудоемкость;
б. Дешёвая энергия;
в. Большие алюминиевые запасы.

23. В каких отраслях промышленности цветная металлургия востребована меньше всего?
а. Строительство;
б. Химическая промышленность;
в. Пищевая промышленность.

24. Какова главная проблема цветной металлургии?
а. Нехватка природного сырья;
б. Загрязнение природы;
в. Высокая себестоимость.

25. Что не является характерной чертой цветной металлургии?
а. Низкая материалоемкость;
б. Высокая энергоемкость;
в. Производство вторичного сырья.

26. Как называются руды, содержащие алюминий?
а. Глинозём, бокситы;
б. Бокситы, алуниты и нефелины;
в. Бокситы, сидериты, пириты.

27. Предприятия цветной металлургии часто размещаются в районах:
а. добычи руды;
б. переработки руды;
в. транспортировки руды.

28. К каким цветным металлам относится цинк?
а. К легким;
б. К тяжелым;
в. К благородным.

29. Сила тока на современных алюминиевых электролизерах составляет:
а. 330 – 500 кА;
б. 120 – 250 кА;
в. 80 – 120 кА.

30. К каким металлам относится свинец?

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по темам учебной дисциплины

Тема 1. Производство легких цветных металлов и сплавов для последующей операции прокатки.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:
1 Классификация цветных металлов.
2 Особенности руд цветных металлов.
3 Классификация руд цветных металлов.
4 Способы переработки руд цветных металлов.
5 Основные свойства цветных металлов.
6 Разновидность сплавов цветных металлов.

7 Области применения сплавов цветных металлов.

8 Перспективы развития производства цветных металлов в Российской Федерации.

9 Производство цветных металлов за рубежом.

10. Основные виды сырья для производства алюминия и сплавов на его основе.

11. Промышленный способ получения алюминия.

12. Конструкция современных электролизеров для производства алюминия.

13. Способы переработки руд цветных металлов.

14. Основные свойства легких цветных металлов.

15. Разновидность сплавов легких цветных металлов.

16. Области применения сплавов легких цветных металлов.

17. Перспективы развития производства цветных металлов в Российской Федерации.

18. Производство цветных металлов за рубежом.

19. Промышленный способ получения магния.

20. Конструкция современных электролизеров для производства магния.

21. Рафинирование магния.

22. Свойства титана и источники сырья.

23. Способы производства титана.

24. Классификация сплавов на основе цветных металлов.

25. Применение сплавов цветных металлов.

Тема 2. Производство тяжелых цветных металлов и сплавов для последующей операции прокатки.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Классификация тяжелых цветных металлов.
2. Способы переработки руд тяжелых цветных металлов.
3. Свойства и области применения свинца.
4. Сырье для производства свинца.
5. Свойства и области применения никеля, олова.
6. Свойства и области применения олова.
7. Цель и задачи восстановительной плавки агломерата.
8. Конструкция шахтной печи.
9. Переработка шлаков свинцовой плавки.
10. Очистка чернового свинца.
11. Свойства и области применения меди.
12. Сырье для производства меди.
13. Основные стадии производства меди.

14. Свойства и области применения цинка.
15. Основные стадии производства цинка.
16. Сплавы на основе меди.
17. Анализ рынка цветных металлов.
18. Тенденции рынка цветных металлов.
19. Тенденция объемов потребления и производства тяжелых цветных металлов.
20. Цель окислительного обжига сульфидных концентратов.

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Задачи для выполнения отчета по практической работе:

Задача 1. Для реакции 2 FeS + 3 O_2 = 2 FeO + SO_2 определить теоретическую температуру начала процесса. Подтвердить это расчетами $\Delta G_т$ при $T = T_{теор} + 100$ °.

Задача 2. Найти теоретическую температуру, при которой возможно получение металла по реакции : $Al_2O_3 + CO + C = 2\ Al + 2\ CO_2$

Задача 3. Чему равна упругость диссоциации FeO при температуре t_1 =700 °C; t_2 = 1000 °C; t_3 = 1200 °C. Сравнить полученные данные (графически).

Задача 4. Рассчитать вещественный состав свинцового концентрата по известным химическому и минералогическому составам. Химический состав, %: Pb – 75,0; Zn – 4,0; Fe – 2,5; SiO_2 – 0,6; CaO – 0,6; S – 15,0; прочие – до 100. Минералогический состав: галенит (PbS); сфалерит (ZnS); пирит (FeS_2); кальцит ($CaCO_3$).

Задача 5. Рудная шихта содержит 15 % S, окончательная шихта обжига – 6,1 %. Выход агломерата при обжиге составляет 90 % от массы шихты обжига. Степень обжига 1,5 %. Рассчитать количество оборотного агломерата, возвращаемого в шихту обжига, и десульфуризацию.

Задача 6. Определить суточную потребность серии электролитического производства алюминия в глиноземе, фториде алюминия и обожженных анодах. В серии – 340 электролизеров с обожженными анодами, работающих с силой тока 330 кА и выходом алюминия по току 0,93.

Задача 7. На электролизере с анодом Содерберга вследствие технологического нарушения произошло увеличение частоты анодных эффектов на 1 эффект в сутки. Электролизер работает с силой тока 170 кА, Uср = 4,5 В, выход по току 0,88, $U_{АЭ}$ = 40 В, продолжительность анодного эффекта 120 с. Необходимо оценить увеличение расхода электроэнергии (фактическое, в кВт·ч/т Al и относительное, в %).

Задача 8. Рудная шихта содержит 15 % S, окончательная шихта обжига – 6,1 %. Выход агломерата при обжиге составляет 90 % от массы шихты обжига. Степень обжига 1,5 %. Рассчитать количество оборотного агломерата, возвращаемого в шихту обжига, и десульфуризацию.

Задача 9. Найти теоретическую температуру, при которой возможно получение металла по реакции: $ZnO + CH_4 = Zn_{газ} + CO + 2\ H_2$.

Задача 10. Определить упругость диссоциации $CaCO_3$ при температуре t_1 = 600 °C; t_2 = 900 °C; t_3 = 1200 °C. Сравнить полученные данные (графически).

Задача 11. Определить, как изменится годовая производительность 80 электролизеров после проведения модернизации. На планово-предупредительные ремонты всех электролизеров учесть 15 дней в году. Произвести экономический среднегодовой расчет по увеличению выручки (цену алюминия принять 2450,5 $/тн, курс $ = 92,9 руб.). Параметры работы электролизёра до модернизации: сила тока 170 кА, напряжение 4,3 В, выход по току 0,88. После модернизации сила тока составила 193 кА, напряжение 4,2 В, выход по току 0,90.

Задача 12. Определить наименование и вес исходных шихтовых материалов для плавки и заливки в форму латуни марки Л68 (ГОСТ 1019-47). Вес готового изделия 200 кг, вес литников 50 кг. Потери при заливке (скрап) 2%. Угар материалов в печи 5%.

Задача 13. Определить наименование и вес исходных шихтовых материалов для плавки и заливки в форму сплава АВ (авиаль с магнием и кремнием) (ГОСТ 4784-74). Вес готового изделия 55 кг, вес литников 5,5 кг. Потери при заливке (скрап) 3%. Угар материалов в печи 4%.

Задача 14. Определить наименование и вес исходных материалов для выплавки сплава силумина в индукционной печи в количестве 300 кг. Угар материалов в печи и потери при заливке принять 3%.

Задача 15. Рассчитать количество исходных материалов для выплавки сплава силумина в индукционной печи в количестве 300 кг. Угар материалов в печи и потери при заливке принять 3%.

Задача 16. При переработке медного сульфидного сырья на заводе N ежесуточно образуется медеэлектролитный шлам в количестве 20 тн. Этот шлам представляет собой концентратор редких и благородных металлов. Рассчитать годовое количество серебра, которое извлекается в сплав при переработке обожженного медеэлектролитного шлама, если в шламе содержится: 12 % Ag_2SO_4; 1,5 % Ag_2SeO_3; 1,8 % Ag_2TeO_3. Коэффициент извлечения серебра в сплав принять 97,5%.

Задача 17. Определить суточную потребность серии электролитического производства алюминия в глиноземе, фториде алюминия и обожженных анодах. В серии – 240 электролизеров с обожженными анодами, работающих с силой тока 330 кА и выходом алюминия по току 0,91.

Задача 18. Произвести экономический расчет по увеличению выручки за месяц (в %). Цену алюминия принять 2450,5 $/тн, курс $ = 92,9 руб. Параметры работы электролизёра до модернизации: сила тока 175 кА, напряжение 4,3 В, выход по току 0,88. После модернизации сила тока составила 195 кА, напряжение 4,2 В, выход по току 0,89.

Задача 19. Рассчитать количество исходных шихтовых материалов для выплавки бронзы в индукционной печи в количестве 100 кг. Угар материалов в печи и потери при заливке принять 3%.

Задача 20. Рассчитать количество исходных шихтовых материалов для проката сплава дюралюминия в количестве 200 кг. Угар материалов в печи и потери при заливке принять 3%. Потери металла при прокатке 0,5%.

Вопросы к зачету с оценкой для промежуточной аттестации

1. Основные виды сырья для производства алюминия и сплавов на его основе.
2. Промышленный способ получения алюминия.
3. Конструкция современных электролизеров для производства алюминия.
4. Способы переработки руд цветных металлов.
5. Основные свойства легких цветных металлов.
6. Разновидность сплавов легких цветных металлов.
7. Области применения сплавов легких цветных металлов.
8. Перспективы развития производства цветных металлов в Российской Федерации.
9. Производство цветных металлов за рубежом.
10. Области применения цветных металлов.
11. Промышленный способ получения магния.
12. Конструкция современных электролизеров для производства магния.
13. Рафинирование магния.
14. Свойства титана и источники сырья.
15. Способы производства титана.
16. Классификация сплавов на основе цветных металлов.
17. Применение сплавов цветных металлов.
18. Классификация тяжелых цветных металлов.
19. Способы переработки руд тяжелых цветных металлов.
20. Свойства и области применения свинца.
21. Сырье для производства свинца.
22. Свойства и области применения никеля, олова.
23. Свойства и области применения олова.
24. Цель и задачи восстановительной плавки агломерата.
25. Конструкция шахтной печи.
26. Переработка шлаков свинцовой плавки.
27. Очистка чернового свинца.

28. Свойства и области применения меди.
29. Сырье для производства меди.
30. Основные стадии производства меди.
31. Свойства и области применения цинка.
32. Основные стадии производства цинка.
33. Сплавы на основе меди.
34. Анализ рынка цветных металлов.
35. Тенденции рынка цветных металлов.

Задачи к зачету с оценкой для промежуточной аттестации

Задача 1. Рассчитать вещественный состав свинцового концентрата по известным химическому и минералогическому составам. Химический состав, %: Pb – 75,0; Zn – 4,0; Fe – 2,5; SiO_2 – 0,6; CaO – 0,6; S – 15,0; прочие – до 100. Минералогический состав: галенит (PbS); сфалерит (ZnS); пирит (FeS_2); кальцит ($CaCO_3$).

Задача 2. Рудная шихта содержит 15 % S, окончательная шихта обжига – 6,1 %. Выход агломерата при обжиге составляет 90 % от массы шихты обжига. Степень обжига 1,5 %. Рассчитать количество оборотного агломерата, возвращаемого в шихту обжига, и десульфуризацию.

Задача 3. Определить суточную потребность серии электролитического производства алюминия в глиноземе, фториде алюминия и обожженных анодах. В серии – 340 электролизеров с обожженными анодами, работающих с силой тока 330 кА и выходом алюминия по току 0,93.

Задача 4. На электролизере с анодом Содерберга вследствие технологического нарушения произошло увеличение частоты анодных эффектов на 1 эффект в сутки. Электролизер работает с силой тока 170 кА, Uср = 4,5 В, выход по току 0,88, $U_{АЭ}$ = 40 В, продолжительность анодного эффекта 120 с. Необходимо оценить увеличение расхода электроэнергии (фактическое, в кВт·ч/т Al и относительное, в %).

Задача 5. Рудная шихта содержит 15 % S, окончательная шихта обжига – 6,1 %. Выход агломерата при обжиге составляет 90 % от массы шихты обжига. Степень обжига 1,5 %. Рассчитать количество оборотного агломерата, возвращаемого в шихту обжига, и десульфуризацию.

Задача 6. Определить удельный расход электроэнергии ($W_ф$) и выход по энергии ($η_э$) при электролитическом получении металлов по данным таблицы задачи 1.

Задача 7. Электролизер для получения алюминия работает со следующими параметрами: сила тока I = 330 кА, среднее напряжение Uср = 4,2 В, выход алюминия по току $η_т$ = 0,93. Определить суточную производительность электролизера, суточную потребность в глиноземе, удельный расход электроэнергии в постоянном и переменном токе, суточную потребность в обожженных анодах.

Задача 8. Проведена модернизация алюминиевого электролизера с анодом Содерберга, работающего с параметрами: сила тока 175 кА, напряжение 4,3 В, выход по току 0,88. После модернизации сила тока составила 195 кА, напряжение 4,2 В, выход по току 0,89. Определить, как изменилась производительность электролизера.

Задача 9. При переработке медного сульфидного сырья на заводе N ежесуточно образуется медеэлектролитный шлам в количестве 1 тн. Этот шлам представляет собой концентратор редких и благородных металлов. Рассчитать годовое количество серебра, которое извлекается в сплав при переработке обожженного медеэлектролитного шлама, если в шламе содержится: 12 % Ag_2SO_4; 1,5 % Ag_2SeO_3; 1,8 % Ag_2TeO_3. Коэффициент извлечения серебра в сплав принять 97,5%.

Задача 10. При переработке медного сульфидного сырья на заводе N ежесуточно образуется медеэлектролитный шлам в количестве 5 тн. Этот шлам представляет собой концентратор редких и благородных металлов. Рассчитать годовое количество серебра, которое извлекается в сплав при переработке обожженного медеэлектролитного шлама, если в шламе содержится: 10 % Ag_2SO_4; 1,7 % Ag_2SeO_3; 1,2 % Ag_2TeO_3. Коэффициент извлечения серебра в сплав принять 96%.

Задача 11. Определить, как изменится годовая производительность 80 электролизеров после проведения модернизации. На планово-предупредительные ремонты всех электролизеров учесть 15 дней в году. Произвести экономический среднегодовой расчет по увеличению выручки (цену алюминия принять 2450,5 $/тн, курс $ = 92,9 руб.). Параметры работы электролизёра до модернизации: сила тока 170 кА, напряжение 4,3 В, выход по току 0,88. После модернизации сила тока составила 193 кА, напряжение 4,2 В, выход по току 0,90.

Задача 12. Определить наименование и вес исходных шихтовых материалов для плавки и заливки в форму латуни марки Л68 (ГОСТ 1019-47). Вес готового изделия 200 кг, вес литников 50 кг. Потери при заливке (скрап) 2%. Угар материалов в печи 5%.

Задача 13. Определить наименование и вес исходных шихтовых материалов для плавки и заливки в форму сплава АВ (авиаль с магнием и кремнием) (ГОСТ 4784-74). Вес готового изделия 55 кг, вес литников 5,5 кг. Потери при заливке (скрап) 3%. Угар материалов в печи 4%.

Задача 14. Определить наименование и вес исходных материалов для выплавки сплава силумина в индукционной печи в количестве 300 кг. Угар материалов в печи и потери при заливке принять 3%.

Задача 15. Рассчитать количество исходных материалов для выплавки сплава силумина в индукционной печи в количестве 300 кг. Угар материалов в печи и потери при заливке принять 3%.

Задача 16. При переработке медного сульфидного сырья на заводе N ежесуточно образуется медеэлектролитный шлам в количестве 20 тн. Этот шлам представляет собой концентратор редких и благородных

металлов. Рассчитать годовое количество серебра, которое извлекается в сплав при переработке обожженного медеэлектролитного шлама, если в шламе содержится: 12 % Ag_2SO_4; 1,5 % Ag_2SeO_3; 1,8 % Ag_2TeO_3. Коэффициент извлечения серебра в сплав принять 97,5%.

Задача 17. Определить суточную потребность серии электролитического производства алюминия в глиноземе, фториде алюминия и обожженных анодах. В серии – 240 электролизеров с обожженными анодами, работающих с силой тока 330 кА и выходом алюминия по току 0,91.

Задача 18. Произвести экономический расчет по увеличению выручки за месяц (в %). Цену алюминия принять 2450,5 $/тн, курс $ = 92,9 руб. Параметры работы электролизёра до модернизации: сила тока 175 кА, напряжение 4,3 В, выход по току 0,88. После модернизации сила тока составила 195 кА, напряжение 4,2 В, выход по току 0,89.

Задача 19. Рассчитать количество исходных шихтовых материалов для выплавки бронзы в индукционной печи в количестве 100 кг. Угар материалов в печи и потери при заливке принять 3%.

Задача 20. Рассчитать количество исходных шихтовых материалов для проката сплава дюралюминия в количестве 200 кг. Угар материалов в печи и потери при заливке принять 3%. Потери металла при прокатке 0,5%.