

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лапин Вячеслав Александрович
Должность: Директор
Дата подписания: 06.02.2026 10:13:58
Уникальный программный ключ:
df48b51be157e2f6cf8adf83bc04ff59a6aeacac

ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
УГМК



УТВЕРЖДАЮ
Директор НЧОУ ВО «ТУ УГМК»


(подпись)

В.А. Лапин
(инициалы, фамилия)

« 06 »

ноября

2025 г.



ПРОГРАММА
профессиональной переподготовки
«Металлургия цветных металлов»
(наименование программы)

Верхняя Пышма
2025

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Формирование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности в области металлургического производства цветных металлов.

1.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности и (или) присваиваемой квалификации

Область профессиональной деятельности

- Металлургическое производство цветных металлов и сплавов.

б) Объекты профессиональной деятельности

- технологические процессы производства цветных металлов и сплавов;

- основное и вспомогательное оборудование;

- руды и рудное сырье;

- техническая, технологическая и нормативная документация.

в) Виды профессиональной деятельности

- технологические процессы производства цветных металлов и сплавов;

- основное и вспомогательное оборудование;

- руды и рудное сырье;

- техническая, технологическая и нормативная документация.

г) Слушатель, освоивший программу профессиональной переподготовки, готов решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

- осуществлять подготовку исходного сырья к переработке;

- проводить оценку качества исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов;

- оформлять техническую и нормативную документацию по качеству.

д) обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

- способность вести технологический процесс производства цветных металлов и сплавов (ПК 1.1 - 1.4).

- способность контролировать и оценивать качество продукции на всех стадиях производства (ПК 3.1 - 3.4).

1.3. Планируемые результаты обучения

Слушатель, освоивший программу, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

Слушатель должен знать:

- основные физико-химические свойства цветных металлов и сплавов;

- типовые технологические процессы производства тяжелых, благородных и редких цветных металлов (пиро- и гидрометаллургические способы);

- методы обогащения руд цветных металлов;

- устройство, принцип действия и особенности эксплуатации основного металлургического оборудования (печи, конвертеры, электролизеры и т.д.);

- основные методы контроля и анализа веществ (химические, физико-химические);

- принципы метрологии, стандартизации, сертификации и системы управления качеством в металлургии;

- основные экологические проблемы металлургического производства и способы их минимизации.

Слушатель должен уметь:

- готовить образцы для испытаний на твердость;
- проводить измерения твердости различными методами;
- составлять технические отчеты и протоколы испытаний.

- анализировать схемы технологических процессов производства конкретных цветных металлов;

- выполнять элементарные расчеты материального и теплового балансов процессов;
- работать с контрольно-измерительными приборами и средствами автоматизации;
- применять на практике требования нормативных документов по качеству и безопасности;
- оценивать влияние технологических операций на состояние окружающей среды.

1.3. Требования к уровню подготовки слушателя

Слушатели, имеющие высшее или среднее профессиональное образование, а также получающие высшее или среднее профессиональное образование.

1.4. Условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), инвалидами.

Реализация программы для лиц с ОВЗ проводится на основании статьи 79 Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», а также других действующих нормативных актов.

1.5. Программа разработана в соответствии с Положением о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Программа разработана с учетом профессионального стандарта ФГОС СПО по направлению подготовки 22.02.02 Metallургия цветных металлов (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 21.04.2014 №356 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по специальности 22.02.02 Metallургия»).

1.6. Документы о квалификации

Лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию по программе профессиональной переподготовки, выдаётся диплом о профессиональной переподготовке.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть дополнительной профессиональной программы и (или) отчисленным из организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения.

При освоении дополнительной профессиональной программы - программы профессиональной переподготовки параллельно с получением среднего профессионального образования и (или) высшего образования диплом о профессиональной переподготовке выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебно-тематический план представлен в Таблице 1.

Таблица 1 – Учебно-тематический план

Наименование раздела		Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.			СРС, час	Текущий контроль (шт.)			Промежуточная аттестация	
				лекции	лаборат. работы	прак. занятия, семинар ы		РК, РГР, рефераты	КР	КП	Зачет	Экзамен
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Введение в специальность	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0
1.1	Классификация металлов	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1.2	Распространенность и формы нахождения в природе	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1.3	Свойства металлов	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1.4	Структура отрасли цветной металлургии	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	Обогащение руд	50	20	0	0	20	30	0	0	0	0	0
2.1	Сырьевая база цветной металлургии	10	4	0	0	4	6	0	0	0	0	0
2.2	Классификация руд	10	4	0	0	4	6	0	0	0	0	0
2.3	Основные стадии обогащения	10	4	0	0	4	6	0	0	0	0	0
2.4	Основные методы обогащения	10	4	0	0	4	6	0	0	0	0	0
2.5	Продукты и показатели обогащения	10	4	0	0	4	6	0	0	0	0	0
3	Металлургия тяжелых цветных металлов	50	20	0	0	20	30	0	0	0	0	0
3.1	Металлургия меди	12,5	5	0	0	5	7,5	0	0	0	0	0
3.2	Металлургия никеля	12,5	5	0	0	5	7,5	0	0	0	0	0
3.3	Металлургия свинца	12,5	5	0	0	5	7,5	0	0	0	0	0
3.4	Металлургия цинка	12,5	5	0	0	5	7,5	0	0	0	0	0
4	Металлургия благородных и редких металлов	50	20	0	0	20	30	0	0	0	0	0
4.1	Получение золота из золотодобывающих руд	12,5	5	0	0	5	7,5	0	0	0	0	0

4.2	Получение золота, серебра и редких металлов в процессе переработки промышленных продуктов технологии производства тяжелых цветных металлов	12,5	5	0	0	5	7,5	0	0	0	0	0
4.3	Переработка анодных шламов от электролитического рафинирования меди	12,5	5	0	0	5	7,5	0	0	0	0	0
4.4	Аффинаж благородных металлов	12,5	5	0	0	5	7,5	0	0	0	0	0
5	Промежуточная аттестация	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	Экологические проблемы металлургического производства	24	4	0	0	4	20	0	0	0	0	0
7	Методы контроля и анализа веществ	22	2	0	0	2	20	0	0	0	0	0
8	Метрология, стандартизация и сертификация. Система управления качеством	22	2	0	0	2	20	0	0	0	0	0
9	Перспективные процессы в цветной металлургии	24	4	0	0	4	20	0	0	0	0	0
9.1	Создание более эффективных технологий в металлургии цветных металлов, направленных на увеличение комплексности использования сырья, снижения энергоемкости производства. Создание безотходных технологий. Автогенные процессы в пирометаллургии меди на примере предприятий Компании	24	4	0	0	4	20	0	0	0	0	0
Итого		246	76	0	0	76	170	0	0	0	0	0
Итоговая аттестация		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Всего		250										

Обучение в пределах осваиваемой дополнительной профессиональной программы – программы профессиональной переподготовки может быть реализовано по индивидуальному учебному плану и осуществляться в порядке, установленном Положением об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

2.3. Примерный календарный учебный график

Период обучения (дни, недели) ¹⁾	Наименование раздела
2	3
Первая неделя	Введение в специальность (4 часа) Обогащение руд (20 часов) Металлургия тяжелых цветных металлов (8 часов) Металлургия благородных и редких металлов (8 часов)
Вторая неделя	Обогащение руд (30 часов, СРС)
Третья неделя	Металлургия тяжелых цветных металлов (30 часов, СРС)
Четвёртая неделя	Металлургия благородных и редких металлов (30 часов, СРС)
Пятая неделя	Экологические проблемы металлургического производства (20 часов, СРС)
Шестая неделя	Методы контроля и анализа веществ (20 часов, СРС)
Седьмая неделя	Метрология, стандартизация и сертификация. Система управления качеством (20 часов, СРС)
Восьмая неделя	Перспективные процессы в цветной металлургии (20 часов, СРС)
Девятая неделя	Металлургия тяжелых цветных металлов (12 часов) Металлургия благородных и редких металлов (12 часов) Экологические проблемы металлургического производства (4 часа) Методы контроля и анализа веществ (2 часа) Метрология, стандартизация и сертификация. Система управления качеством (2 часа) Перспективные процессы в цветной металлургии (4 часов) Итоговая аттестация (4 часа)
¹⁾ Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение	

В случае реализации программы повышения квалификации по индивидуальному учебному плану составляется индивидуальный календарный учебный график освоения программы.

2.4. Рабочие программы дисциплин

Дисциплина 1 «Введение в специальность».

Цель освоения дисциплины:

Формирование у слушателей понятийного аппарата. Формирование у слушателей способности оперировать профессиональными терминами.

Планируемые результаты обучения

Слушатель должен знать:

- Классификацию металлов.
- Распространенность и формы нахождения в природе.
- Особенности строения и физико-химические свойства.
- Техническое применение.
- Принципы разделения и извлечения.

Слушатель должен уметь:

- Классифицировать металлы и их руды по различным признакам.
- Определять основные физико-химические свойства цветных металлов.

Содержание дисциплины «Введение в специальность»

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование лабораторных работ (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4	5
Введение в специальность (4)				
Классификация металлов. Распространенность и формы нахождения в природе. Свойства металлов. Структура отрасли цветной металлургии (4)	-	-	Классификация металлов. Распространенность и формы нахождения в природе. Свойства металлов. Структура отрасли цветной металлургии (4)	

Оценка качества освоения дисциплины

а) Промежуточная аттестация не предусмотрена.

б) Методические материалы:

Положение о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины:

а) Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Технического университета УГМК	Практические занятия	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер

--	--	--

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Цветные металлы и сплавы : учебное пособие / Т. В. Мальцева, Н. Н. Озерец, А. В. Левина, Е. А. Ишина ; науч. ред. М. А. Филиппов ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 179 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697350> (дата обращения: 06.11.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-2598-6. – Текст : электронный.

в) Кадровые условия: Кадровое обеспечение программы осуществляют преподаватели-практики, имеющие опыт работы в сфере металлургического производства.

Дисциплина 2. «Обогащение руд»

Цель освоения дисциплины:

Формирование у слушателей системных знаний и практических компетенций в области обогащения руд цветных металлов, включая изучение сырьевой базы, классификации руд, методов и технологий обогащения, а также умение оценивать качество продуктов обогащения и эффективность технологических процессов.

Планируемые результаты обучения

Слушатель должен знать:

- Сырьевую базу цветной металлургии и основные типы руд.
- Классификацию руд цветных металлов по составу, структуре и обогатимости.
- Основные стадии процесса обогащения руд (дробление, измельчение, грохочение, классификация).
- Методы обогащения руд.
- Основные показатели обогащения.

Слушатель должен уметь:

- Классифицировать руды по технологическим признакам.
- Анализировать вещественный состав руд и выбирать рациональные методы обогащения.
- Рассчитывать основные технологические показатели процессов обогащения.
- Оценивать качество продуктов обогащения (концентратов, хвостов, промпродуктов).

Содержание дисциплины «Обогащение руд»

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование лабораторных работ (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4	5
Обогащение руд (50)				
Сырьевая база цветной металлургии. Классификация руд. Основные стадии обогащения. Основные методы обогащения.	-	-	Сырьевая база цветной металлургии. Классификация руд. Основные стадии обогащения. Основные методы обогащения.	Сырьевая база цветной металлургии. Классификация руд. Основные стадии обогащения. Основные методы обогащения.

Продукты и показатели обогащения (50)			Продукты и показатели обогащения (20)	Продукты и показатели обогащения (30)
---------------------------------------	--	--	---------------------------------------	---------------------------------------

Оценка качества освоения дисциплины

а) Промежуточная аттестация предусмотрена в виде выполнения единой контрольной работы. Примерный перечень вариантов контрольных работ представлен в Приложении.

б) Методические материалы:

Положение о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины:

а) Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Технического университета УГМК	Практические занятия	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.
Не требуются	СРС	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Самойлик, В. Г. Обогащение руд цветных металлов : учебное пособие : [16+] / В. Г. Самойлик, А. Н. Корчевский. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 284 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726023> (дата обращения: 06.11.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-1636-8. – Текст : электронный.

2. Самойлик, В. Г. Специальные и комбинированные методы обогащения полезных ископаемых : учебное пособие : [16+] / В. Г. Самойлик. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 172 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726040> (дата обращения: 06.11.2025). – ISBN 978-5-9729-1134-9. – Текст : электронный.

в) Кадровые условия: Кадровое обеспечение программы осуществляют преподаватели-практики, имеющие опыт работы в сфере металлургического производства.

Дисциплина 3. «Металлургия тяжелых цветных металлов»

Цель освоения дисциплины:

Формирование у слушателей комплексных знаний и профессиональных компетенций в области производства тяжёлых цветных металлов (меди, никеля, свинца, цинка), включая изучение сырьевой базы, физико-химических основ технологических процессов, особенностей оборудования:

- способность к внедрения технологического процесса при производстве цветных металлов и сплавов;
- способность к контролю и регулирования технологического процесса;
- способность к расчету технологических показателей процесса производства цветных металлов и сплавов.

Планируемые результаты обучения

Слушатель должен знать:

- физические и химические свойства цветных металлов;
- физико-механические и литейные свойства цветных металлов и сплавов;
- виды сырья;
- способы подготовки сырья;
- основные физические и химические процессы в производстве цветных металлов;
- способы и технологию переработки сырьевых материалов;
- типовые технологические процессы производства основных цветных металлов;
- этапы и условия протекания технологических процессов;
- методы расчета материального баланса технологического процесса

Слушатель должен уметь:

- выбирать сырьевые материалы для производства цветных металлов на основе их свойств;
- выбирать способы подготовки сырья;
- выполнять расчет сырьевых материалов;
- рассчитывать материальный баланс процесса;
- рассчитывать материальные потоки;
- определять основные параметры технологического режима;
- регистрировать и обрабатывать данные опытных технологических процессов;
- осуществлять технологический процесс выплавки и разливки цветных металлов и сплавов.

Содержание дисциплины «Металлургия тяжелых цветных металлов»

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование лабораторных работ (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4	5
3 - Metallurgy of heavy non-ferrous metals (50)				
3.1. Metallurgy of copper (12,5)	-	-	Комплексная переработка медного сырья. Способы приготовления шихты. Окускование шихтовых материалов. Физико-химические принципы металлургии меди. Штейны и шлаки. Плавка медесодержащего сырья на штейн. Физико-химические основы. Показатели. Аппаратурное оформление. Снижение потерь металлов со шлаками. Обжиг медных концентратов. Виды обжига и их физико-химические принципы. Поведение сульфидных минералов, редких элементов и компонентов пустой породы. Практика обжига, конструкция печей,	Комплексная переработка медного сырья. Способы приготовления шихты. Окускование шихтовых материалов. Физико-химические принципы металлургии меди. Штейны и шлаки. Плавка медесодержащего сырья на штейн. Физико-химические основы. Показатели. Аппаратурное оформление. Снижение потерь металлов со шлаками. Обжиг медных концентратов. Виды обжига и их физико-химические принципы. Поведение сульфидных минералов, редких элементов и компонентов пустой породы. Практика обжига, конструкция печей,

			тепловой режим. Основные показатели обжига медьсодержащих концентратов. Повышение комплексности использования сырья, схемы очистки и утилизации отходящих газов. Конвертирование. Физико-химические основы. Аппаратурное оформление. Огневое рафинирование черновой меди. Электролитическое рафинирование меди (5)	тепловой режим. Основные показатели обжига медьсодержащих концентратов. Повышение комплексности использования сырья, схемы очистки и утилизации отходящих газов. Конвертирование. Физико-химические основы. Аппаратурное оформление. Огневое рафинирование черновой меди. Электролитическое рафинирование меди (7,5)
3.2. Metallurgy of nickel (12,5)			Химико-металлургические свойства никеля и его соединений. Сырьевая база. Окускование оксидных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд, и концентратов. Плавка оксидных никелевых руд на штейн. Подготовка руд к плавке: брикетирование, агломерация, окатывание. Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов. Восстановительно-сульфидирующая плавка, ее физико-химические основы (в качестве примера). Никелевые штейны и их особенности. Конвертирование никелевых штейнов, обжиг файнштейна, электроплавка на огневой никель. Пути повышения стойкости футеровки конвертеров. Аппаратурное оформление и показатели окислительного и сульфато-хлорирующего обжига. Получение чернового никеля. Химизм основных стадий. Практика и аппаратное оформление процесса. Технико-экономические показатели восстановительной электроплавки. Электролитическое рафинирование никеля. Поведение примесей,	Химико-металлургические свойства никеля и его соединений. Сырьевая база. Окускование оксидных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд, и концентратов. Плавка оксидных никелевых руд на штейн. Подготовка руд к плавке: брикетирование, агломерация, окатывание. Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов. Восстановительно-сульфидирующая плавка, ее физико-химические основы (в качестве примера). Никелевые штейны и их особенности. Конвертирование никелевых штейнов, обжиг файнштейна, электроплавка на огневой никель. Пути повышения стойкости футеровки конвертеров. Аппаратурное оформление и показатели окислительного и сульфато-хлорирующего обжига. Получение чернового никеля. Химизм основных стадий. Практика и аппаратное оформление процесса. Технико-экономические показатели восстановительной электроплавки. Электролитическое рафинирование никеля. Поведение примесей,

		анодный и катодный процессы. Очистка анолита от примесей меди, железа, кобальта и цинка. Новые направления в пирометаллургии оксидных никелевых руд. Плавка руд и концентратов на штейн. Особенности сульфидных медно-никелевых руд и концентратов. Подготовка сырья к плавке. Разновидности плавков медно-никелевого сырья на штейн. Плавка в электрических печах. Особенности физико-химических процессов при электроплавке. Характеристика электропечей. Техно-экономические показатели и пути совершенствования электроплавки. Конвертирование штейнов. Особенности химизма, практика и оборудование при конвертировании медно-никелевых штейнов. Анализ способов переработки файнштейна. Основы его разделения флотацией. Параметры процесса, состав получаемых концентратов, распределение элементов. Карбонильный процесс, его теоретические основы. Применяемая аппаратура. Техно-экономические показатели. Обжиг и электроплавка на аноды. Особенности окислительного обжига никелевого концентрата. Предварительное восстановление огарка. Показатели процессов. Утилизация серы и тепла отходящих газов. Получение никелевого порошка в печах КС. Электроплавка огарка на аноды. Пути совершенствования технологий в переработке сульфидного медно-никелевого сырья. Автогенные, барботажные и автоклавные процессы в	анодный и катодный процессы. Очистка анолита от примесей меди, железа, кобальта и цинка. Новые направления в пирометаллургии оксидных никелевых руд. Плавка руд и концентратов на штейн. Особенности сульфидных медно-никелевых руд и концентратов. Подготовка сырья к плавке. Разновидности плавков медно-никелевого сырья на штейн. Плавка в электрических печах. Особенности физико-химических процессов при электроплавке. Характеристика электропечей. Техно-экономические показатели и пути совершенствования электроплавки. Конвертирование штейнов. Особенности химизма, практика и оборудование при конвертировании медно-никелевых штейнов. Анализ способов переработки файнштейна. Основы его разделения флотацией. Параметры процесса, состав получаемых концентратов, распределение элементов. Карбонильный процесс, его теоретические основы. Применяемая аппаратура. Техно-экономические показатели. Обжиг и электроплавка на аноды. Особенности окислительного обжига никелевого концентрата. Предварительное восстановление огарка. Показатели процессов. Утилизация серы и тепла отходящих газов. Получение никелевого порошка в печах КС. Электроплавка огарка на аноды. Пути совершенствования технологий в переработке сульфидного медно-никелевого сырья. Автогенные, барботажные и автоклавные процессы в
--	--	---	---

			металлургии медно-никелевых руд и концентратов (5)	металлургии медно-никелевых руд и концентратов (7,5)
3.3. Metallurgy of lead (12,5)			Технологические схемы производства свинца и их сущность. Назначение и цели обжига. Состав шихты агломерации. Поведение компонентов шихты при обжиге. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Утилизация серы из аглогазов. Теоретические основы восстановительной плавки свинцового агломерата. Шихта плавки и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав. Распределение металлов по продуктам плавки. Особенности устройства шахтных печей для плавки свинцового агломерата. Сравнительная характеристика технологических схем пирометаллургического получения свинца. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования чернового свинца. Обезмеживание свинца. Сущность процессов грубого и тонкого обезмеживания. Состав и выход продуктов обезмеживания. Окислительное рафинирование свинца. Физико-химические основы рафинирования от мышьяка, сурьмы и олова. Практика процесса и аппаратное оформление. Переработка щелочных пластов. Обессеребрение свинца. Сущность способов разделения свинца и благородных металлов. Практика проведения операций. Способы переработки серебристой пены. Купеляция серебристого свинца. Щелочное обесцинкование свинца: химизм, практика	Технологические схемы производства свинца и их сущность. Назначение и цели обжига. Состав шихты агломерации. Поведение компонентов шихты при обжиге. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Утилизация серы из аглогазов. Теоретические основы восстановительной плавки свинцового агломерата. Шихта плавки и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав. Распределение металлов по продуктам плавки. Особенности устройства шахтных печей для плавки свинцового агломерата. Сравнительная характеристика технологических схем пирометаллургического получения свинца. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования чернового свинца. Обезмеживание свинца. Сущность процессов грубого и тонкого обезмеживания. Состав и выход продуктов обезмеживания. Окислительное рафинирование свинца. Физико-химические основы рафинирования от мышьяка, сурьмы и олова. Практика процесса и аппаратное оформление. Переработка щелочных пластов. Обессеребрение свинца. Сущность способов разделения свинца и благородных металлов. Практика проведения операций. Способы переработки серебристой пены. Купеляция серебристого свинца. Щелочное обесцинкование свинца: химизм, практика

			процесса, состав плавов и их переработка. Вакуумное обесцинкование. Теоретические основы способа. Конструктивное оформление процесса. Практика рафинирования и показатели. Обезвисмучивание свинца. Практика обезвисмучивания. Выход, состав висмутистых съёмов и их переработка. Показатели операций обезвисмучивания. Качественное рафинирование свинца. Вторичная металлургия свинца. Краткая характеристика современных процессов металлургии свинцовых концентратов (5)	процесса, состав плавов и их переработка. Вакуумное обесцинкование. Теоретические основы способа. Конструктивное оформление процесса. Практика рафинирования и показатели. Обезвисмучивание свинца. Практика обезвисмучивания. Выход, состав висмутистых съёмов и их переработка. Показатели операций обезвисмучивания. Качественное рафинирование свинца. Вторичная металлургия свинца. Краткая характеристика современных процессов металлургии свинцовых концентратов (7,5)
3.4. Металлургия цинка (12,5)			Технологические схемы переработки цинковых концентратов пиро- и гидрометаллургическими способами, их сущность. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов для пиро- и гидрометаллургической переработки огарка. Поведение компонентов огарка при обжиге. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратного оформления обжига. Практика обжига. Состав продуктов обжига и показатели процесса. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании огарка. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Классификация огарка. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза раствора сульфата цинка и характеристика способов очистки растворов (гидролитическая,	Технологические схемы переработки цинковых концентратов пиро- и гидрометаллургическими способами, их сущность. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов для пиро- и гидрометаллургической переработки огарка. Поведение компонентов огарка при обжиге. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратного оформления обжига. Практика обжига. Состав продуктов обжига и показатели процесса. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании огарка. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Классификация огарка. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза раствора сульфата цинка и характеристика способов очистки растворов (гидролитическая,

		цементационная, химическая очистка). Основные сведения о теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза Циркуляция электролита. Способы охлаждения электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Характеристика цинковых кеков. Способы и основные показатели их переработки вельцеванием и гидрометаллургическим методом. Краткая характеристика углетермического способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка. Разновидности способа и его аппаратное оформление. Новые процессы получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья (5)	цементационная, химическая очистка). Основные сведения о теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза Циркуляция электролита. Способы охлаждения электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Характеристика цинковых кеков. Способы и основные показатели их переработки вельцеванием и гидрометаллургическим методом. Краткая характеристика углетермического способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка. Разновидности способа и его аппаратное оформление. Новые процессы получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья (7.5)
--	--	---	---

Оценка качества освоения дисциплины

а) Промежуточная аттестация предусмотрена в виде выполнения единой контрольной работы. Примерный перечень вариантов контрольных работ представлен в Приложении.

б) Методические материалы:

Положение о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины:

а) Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Технического университета УГМК	Практические занятия	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.

Не требуются	СРС	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.
--------------	-----	--

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Комплексные технологии получения меди и свинца : учебное пособие : [16+]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 292 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726361> (дата обращения: 06.11.2025). – ISBN 978-5-9729-1432-6. – Текст : электронный.
2. Логинов, Ю. Н. Сортовая прокатка меди : учебное пособие / Ю. Н. Логинов, Ю. В. Иналович, А. Ю. Постыляков ; науч. ред. А. М. Михайленко ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 135 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699061> (дата обращения: 06.11.2025). – Библиогр.: с. 117-126. – ISBN 978-5-7996-3121-5. – Текст : электронный.

в) Кадровые условия: Кадровое обеспечение программы осуществляют преподаватели-практики, имеющие опыт работы в сфере металлургического производства.

Дисциплина 4. «Металлургия благородных и редких металлов»

Цель освоения дисциплины:

Формирование у слушателей способностей к разработке, внедрению и ведению технологического процесса производства благородных и редких металлов и сплавов:

- способность к внедрения технологического процесса при производстве благородных и редких металлов и сплавов;
- способность к контролю и регулированию технологического процесса;
- способность к расчету технологических показателей процесса производства благородных и редких металлов и сплавов.

Планируемые результаты обучения

Слушатель должен знать:

- физические и химические свойства благородных и редких металлов;
- физико-механические и литейные свойства благородных и редких металлов и сплавов;
- виды сырья;
- способы подготовки сырья;
- основные физические и химические процессы в производстве благородных и редких металлов;
- способы и технологию переработки сырьевых материалов;
- типовые технологические процессы производства основных благородных и редких металлов;
- этапы и условия протекания технологических процессов;
- методы расчета материального баланса технологического процесса.

Слушатель должен уметь:

- выбирать сырьевые материалы для производства благородных и редких металлов на основе их свойств;
- выбирать способы подготовки сырья;
- выполнять расчет сырьевых материалов;
- отслеживать показания КИП, анализировать их, вносить коррективы в процесс;
- рассчитывать материальный баланс процесса;
- рассчитывать материальные потоки;

- определять основные параметры технологического режима;
- регистрировать и обрабатывать данные опытных технологических процессов;
- осуществлять технологический процесс выплавки и разлива благородных и редких металлов и сплавов.

Содержание дисциплины «Металлургия благородных и редких металлов»

№, наименование темы	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	4	5
4. Metallurgy of noble and rare metals (50)		
4.1	Физические и химические свойства золота, серебра и платиновых металлов. Формы нахождения драгоценных металлов в природе. Получение золота из золотодобывающих руд. Цель аффинажа, сырьё и требования к продуктам аффинажного производства Электролиз серебряных и золотосеребряных сплавов Извлечение благородных металлов из вторичного сырья (5)	Физические и химические свойства золота, серебра и платиновых металлов. Формы нахождения драгоценных металлов в природе. Получение золота из золотодобывающих руд. Цель аффинажа, сырьё и требования к продуктам аффинажного производства Электролиз серебряных и золотосеребряных сплавов Извлечение благородных металлов из вторичного сырья (7,5)
4.2	Краткие характеристики способов первичного обогащения золотосодержащих руд. Получение золота, серебра и редких металлов в процессе переработки промышленных продуктов технологии производства тяжелых цветных металлов (5)	Краткие характеристики способов первичного обогащения золотосодержащих руд. Получение золота, серебра и редких металлов в процессе переработки промышленных продуктов технологии производства тяжелых цветных металлов (7,5)
4.3	Переработка анодных шламов от электролитического рафинирования меди (5)	Переработка анодных шламов от электролитического рафинирования меди (7,5)
4.4	Аффинаж благородных металлов. Цель аффинажа, сырьё и требования к продуктам аффинажного производства Электролиз серебряных и золотосеребряных сплавов Извлечение благородных металлов из вторичного сырья.. Извлечение селена и теллура из медьэлектролитных шламов. Извлечение индия, кадмия из промпродуктов цинкового производства (5)	Аффинаж благородных металлов. Цель аффинажа, сырьё и требования к продуктам аффинажного производства Электролиз серебряных и золотосеребряных сплавов Извлечение благородных металлов из вторичного сырья.. Извлечение селена и теллура из медьэлектролитных шламов. Извлечение индия, кадмия из промпродуктов цинкового производства (7,5)

Оценка качества освоения дисциплины

а) Промежуточная аттестация предусмотрена в виде выполнения единой контрольной работы. Примерный перечень вариантов контрольных работ представлен в Приложении.

б) Методические материалы:

Положение о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины:

а) Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Технического университета УГМК	Практические занятия	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.
Не требуются	СРС	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Комплексные технологии получения меди и свинца : учебное пособие : [16+]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 292 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726361> (дата обращения: 06.11.2025). – ISBN 978-5-9729-1432-6. – Текст : электронный.

2. Цветные металлы и сплавы : учебное пособие / Т. В. Мальцева, Н. Н. Озерец, А. В. Левина, Е. А. Ишина ; науч. ред. М. А. Филиппов ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 179 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697350> (дата обращения: 06.11.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-2598-6. – Текст : электронный.

в) Кадровые условия: Кадровое обеспечение программы осуществляют преподаватели-практики, имеющие опыт работы в сфере металлургического производства.

Дисциплина 5. «Экологические проблемы металлургического производства»

Цель освоения дисциплины:

Формирование у слушателей способностей к разработке, внедрению и ведению технологического процесса производства благородных и редких металлов и сплавов в соответствии с принципами и правовой структурой природоохранного законодательства.

Планируемые результаты обучения:

Слушатель должен знать:

- Законодательные и нормативные требования к организации и проведению производственного экологического контроля;
- Законодательные и нормативные требования к охране атмосферного воздуха;
- Законодательные и нормативные требования к охране водных ресурсов;
- Инженерные и организационно-технические мероприятия по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха при осуществлении производственной деятельности.
- Инженерные и организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами.
- Порядок разработки и согласования проектов нормативов образования отходов и лимитов их размещения.

Слушатель должен уметь:

- Осуществлять инженерные и организационно-технические мероприятия по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха при осуществлении производственной деятельности.
- Осуществлять инженерные и организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами.

Содержание дисциплины «Экологические проблемы металлургического производства»

№, наименование темы	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	4	5
5. Экологические проблемы металлургического производства (24)	Предмет, принципы и правовая структура природоохранного законодательства. Типовая организационная структура системы управления охраной окружающей среды предприятия. Экологическая политика предприятия. Законодательные и нормативные требования к организации и проведению производственного экологического контроля. Законодательные и нормативные требования к охране атмосферного воздуха от химического и физического загрязнения. Порядок разработки и согласования проектов нормативов предельно допустимых выбросов (проект ПДВ) для промышленных предприятий. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) предприятий. Инженерные и организационно-технические мероприятия по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха бпри осуществлении производственной деятельности. Ответственность за загрязнение атмосферного воздуха. Виды и принципы работы пылегазоочистных установок (ПГОУ). Правила эксплуатации ПГОУ. Законодательные и нормативные требования к охране водных ресурсов. Отходы производства и потребления. Паспортизация отходов. Порядок разработки и согласования проектов нормативов образования отходов и лимитов их размещения. Ответственность в области обращения с отходами. Инженерные и организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами (4)	Предмет, принципы и правовая структура природоохранного законодательства. Типовая организационная структура системы управления охраной окружающей среды предприятия. Экологическая политика предприятия. Законодательные и нормативные требования к организации и проведению производственного экологического контроля. Законодательные и нормативные требования к охране атмосферного воздуха от химического и физического загрязнения. Порядок разработки и согласования проектов нормативов предельно допустимых выбросов (проект ПДВ) для промышленных предприятий. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) предприятий. Инженерные и организационно-технические мероприятия по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха бпри осуществлении производственной деятельности. Ответственность за загрязнение атмосферного воздуха. Виды и принципы работы пылегазоочистных установок (ПГОУ). Правила эксплуатации ПГОУ. Законодательные и нормативные требования к охране водных ресурсов. Отходы производства и потребления. Паспортизация отходов. Порядок разработки и согласования проектов нормативов образования отходов и лимитов их размещения. Ответственность в области обращения с отходами. Инженерные и организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами. (20)

Оценка качества освоения дисциплины

а) Промежуточная аттестация предусмотрена в виде выполнения единой контрольной работы. Примерный перечень вариантов контрольных работ представлен в Приложении.

б) Методические материалы:

Положением о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положением об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины:

а) Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Технического университета УГМК	Практические занятия	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.
Не требуются	СРС	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Корчевский, А. Н. Экология отраслевого производства : учебник : [16+] / А. Н. Корчевский, В. Г. Самойлик, А. Е. Воробьев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 168 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=727234> (дата обращения: 06.11.2025). – ISBN 978-5-9729-1375-6. – Текст : электронный.

в) Кадровые условия: Кадровое обеспечение программы осуществляют преподаватели-практики, имеющие опыт работы в сфере металлургического производства.

Дисциплина 6. «Методы контроля и анализа веществ».

Цель освоения дисциплины:

Формирование у слушателей способностей к оценке качества исходного сырья, промежуточных продуктов, готовой продукции; оформлению технической, технологической и нормативной документации; выполнению необходимых типовых расчетов.

Планируемые результаты обучения

Слушатель должен знать:

- типы и назначение контрольно-измерительных приборов, используемых для контроля и управления металлургическими процессами;
- основные методы анализа цветных металлов и сплавов;
- автоматические системы управления технологическими процессами в цветной металлургии;
- Слушатель должен уметь:
- проводить анализ исходного сырья, промежуточных продуктов, готовой продукции с помощью физических, химических и физико-химических методов анализа;
- рассчитывать основные технологические параметры;
- пользоваться контрольно-измерительными приборами, средствами и системами автоматизации технологических процессов металлургических цехов.

Содержание дисциплины «Методы контроля и анализа веществ»

№, наименование темы	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	4	5
6. Методы контроля и анализа веществ (22 часа)	Задачи и процесс аналитического контроля. Виды аналитического контроля. Основные стадии аналитического контроля. Метрология и стандартизация аналитического	Задачи и процесс аналитического контроля. Виды аналитического контроля. Основные стадии аналитического контроля. Метрология и стандартизация аналитического

контроля. Классификация методов анализа. Химические методы обнаружения элементов. Гравиметрический анализ. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. Комплексометрическое титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Потенциометрический анализ. Основы потенциометрии. Потенциометрическое титрование. Методы, основанные на электролизе. Электрогравиметрический анализ. Кулонометрический анализ. Вольтамперометрические методы. Основы полярографии. Амперометрическое титрование. Методы разложения проб. Разложение мокрым способом. Разложение сухим способом. Специальные методы разложения. Методы разделения и концентрирования. Комбинированные методы. Метод осаждения. Метод соосаждения. Электрохимические методы. Хроматографические методы. Экстракция. Дистилляция, сублимация и родственные методы. Селективное растворение. Аналитический контроль металлургического сырья (2)	контроля. Классификация методов анализа. Химические методы обнаружения элементов. Гравиметрический анализ. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. Комплексометрическое титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Потенциометрический анализ. Основы потенциометрии. Потенциометрическое титрование. Методы, основанные на электролизе. Электрогравиметрический анализ. Кулонометрический анализ. Вольтамперометрические методы. Основы полярографии. Амперометрическое титрование. Методы разложения проб. Разложение мокрым способом. Разложение сухим способом. Специальные методы разложения. Методы разделения и концентрирования. Комбинированные методы. Метод осаждения. Метод соосаждения. Электрохимические методы. Хроматографические методы. Экстракция. Дистилляция, сублимация и родственные методы. Селективное растворение. Аналитический контроль металлургического сырья (20)
--	---

Оценка качества освоения дисциплины

а) Промежуточная аттестация предусмотрена в виде выполнения единой контрольной работы. Примерный перечень вариантов контрольных работ представлен в Приложении.

б) Методические материалы:

Положение о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины:

а) Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Технического университета УГМК	Практические занятия	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.
Не требуются	СРС	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Васина, М. В. Организация экологического контроля на предприятии : учебное пособие : [16+] / М. В. Васина ; ред. Е. Н. Завьялова ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2021. – 132 с. : табл. –

в) Кадровые условия: Кадровое обеспечение программы осуществляют преподаватели-практики, имеющие опыт работы в сфере металлургического производства.

Дисциплина 7. «Метрология, стандартизация и сертификация. Система управления качеством»

Цель освоения дисциплины:

Формирование у слушателей способностей к оценке качества исходного сырья, промежуточных продуктов, готовой продукции; оформлению технической, технологической и нормативной документации; выполнению необходимых типовых расчетов.

Планируемые результаты обучения

Слушатель должен знать:

- основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации;
- основные методы оценки качества цветных металлов.

Слушатель должен уметь:

- применять требования нормативных документов по основным видам продукции и процессов;
- применять документацию систем качества.

Содержание дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация. Система управления качеством»

№, наименование темы	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	4	5
Метрология, стандартизация и сертификация. Система управления качеством (22)	Определение качества. Показатели качества. Системы качества. Теоретические основы стандартизации. Методы стандартизации. Объекты стандартизации. Законодательная и нормативная база стандартизации. Система стандартов. Законодательная и нормативная база подтверждения соответствия. Процедуры подтверждения соответствия. Сертификация систем менеджмента. Система менеджмента качества. Теоретические основы метрологии. Нормативно-правовые, организационные и технические основы в области государственной системы обеспечения единства измерений. Сферы и формы государственного регулирования обеспечения единства измерений. Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений (2)	Определение качества. Показатели качества. Системы качества. Теоретические основы стандартизации. Методы стандартизации. Объекты стандартизации. Законодательная и нормативная база стандартизации. Система стандартов. Законодательная и нормативная база подтверждения соответствия. Процедуры подтверждения соответствия. Сертификация систем менеджмента. Система менеджмента качества. Теоретические основы метрологии. Нормативно-правовые, организационные и технические основы в области государственной системы обеспечения единства измерений. Сферы и формы государственного регулирования обеспечения единства измерений. Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений (20)

Оценка качества освоения дисциплины

а) Промежуточная аттестация предусмотрена в виде выполнения единой контрольной работы. Примерный перечень вариантов контрольных работ представлен в Приложении.

б) Методические материалы:

Положение о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины:

а) Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Технического университета УГМК	Практические занятия	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.
Не требуются	СРС	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Карпова, О. В. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством : учебное пособие : [16+] / О. В. Карпова, И. Н. Максимова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 244 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726868> (дата обращения: 06.11.2025). – ISBN 978-5-9729-2334-2. – Текст : электронный.

Самойлик, В. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в горном деле : учебное пособие : [16+] / В. Г. Самойлик. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 444 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726013> (дата обращения: 06.11.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-2609-1. – Текст : электронный.

в) Кадровые условия: Кадровое обеспечение программы осуществляют преподаватели-практики, имеющие опыт работы в сфере металлургического производства.

Дисциплина 8. «Перспективные процессы в цветной металлургии»

Цель освоения дисциплины:

Формирование у слушателей способностей к оценке качества исходного сырья, промежуточных продуктов, готовой продукции; оформлению технической, технологической и нормативной документации; выполнению необходимых типовых расчетов.

Планируемые результаты обучения:

Слушатель должен знать:

- основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации;
- основные методы оценки качества цветных металлов.

Слушатель должен уметь:

- применять требования нормативных документов по основным видам продукции и процессов;
- применять документацию систем качества.

Содержание дисциплины «Перспективные процессы в цветной металлургии»

№, наименование темы	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	4	5
8. Перспективные процессы в цветной металлургии (24)	Создание более эффективных технологий в металлургии цветных металлов, направленных на увеличение комплексности использования сырья, снижения энергоемкости производства. Создание безотходных технологий. Автогенные процессы в пирометаллургии меди на примере предприятий Компании (4)	Создание более эффективных технологий в металлургии цветных металлов, направленных на увеличение комплексности использования сырья, снижения энергоемкости производства. Создание безотходных технологий. Автогенные процессы в пирометаллургии меди на примере предприятий Компании (20)

Оценка качества освоения дисциплины

а) Промежуточная аттестация предусмотрена в виде выполнения единой контрольной работы. Примерный перечень вариантов контрольных работ представлен в Приложении.

б) Методические материалы:

Положение о порядке разработки и утверждения дополнительных профессиональных программ в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в НЧОУ ВО «ТУ УГМК».

Организационно-педагогические условия реализации дисциплины:

а) Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория Технического университета УГМК	Практические занятия	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.
Не требуются	СРС	Компьютер, подключенный к сети Интернет, интернет-браузер.

б) Учебно-методическое и информационное обеспечение

Чекушин, В. С. Комплексная переработка минерального, вторичного и техногенного сырья благородных металлов : учебник / В. С. Чекушин, Н. В. Олейникова ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2017. – 158 с. :

ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497047> (дата обращения: 06.11.2025). –

Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-3589-2. – Текст : электронный.

в) Кадровые условия: Кадровое обеспечение программы осуществляют преподаватели-практики, имеющие опыт работы в сфере металлургического производства.

3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

3.1. Форма промежуточной аттестации указана в рабочих программах по всем дисциплинам учебного плана.

Форма итоговой аттестации:

Итоговая аттестация проводится в форме экзамена в виде устного ответа.

3.2. Оценочные материалы приведены в рабочих программах по всем дисциплинам учебного плана.

Результаты итоговой аттестации определяются следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии итоговой аттестационной оценки следующие:

Оценка «отлично» выставляется, если слушатель:

- Дает исчерпывающий, логически стройный и глубокий ответ на все вопросы билета.
- Демонстрирует свободное владение специальной терминологией и понимание физико-химических основ технологических процессов.
- Устанавливает четкие причинно-следственные связи между теорией и практикой производства, между технологией и экологическими аспектами, между различными модулями программы (например, связывает обогащение руд с последующими пирометаллургическими процессами).
- Приводит примеры современных и перспективных технологий, сравнивает их эффективность, аргументирует выбор метода для конкретной сырьевой базы.
- Самостоятельно и грамотно решает предложенные элементарные технологические расчеты.

Оценка «хорошо» выставляется, если слушатель:

- Дает полные и правильные ответы на основные вопросы билета, но допускает незначительные неточности или неполноту в деталях при освещении второстепенных аспектов.
- Владеет основной терминологией, понимает последовательность и назначение основных технологических операций.
- Способен объяснить общие принципы процессов, но может испытывать затруднения при углубленном сравнении технологий или объяснении сложных взаимосвязей.
- Решает типовые технологические расчеты, возможно с незначительными погрешностями или при наводящих вопросах экзаменатора.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если слушатель:

- Дает ответы, поверхностные, фрагментарные, с существенными пробелами.
- Знает основные определения и названия процессов, но испытывает серьезные затруднения в их детальном объяснении и связывании в единую технологическую цепочку.
- Допускает фактические ошибки в описании менее значимых процессов или аппаратного оформления.
- Справляется с простейшими расчетами только при активной помощи экзаменатора.
- В ответе преобладает пересказ общих положений без понимания глубинных механизмов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если слушатель:

- Не может дать правильный ответ на ключевые вопросы билета.
- Обнаруживает кардинальное непонимание основ металлургических процессов, их назначения и последовательности.
- Не владеет базовой профессиональной терминологией.
- Отказывается от ответа или демонстрирует полную неготовность.

Примерный перечень вопросов итоговой аттестации:

1. Промышленная классификация металлов.
2. Характеристика сырья для производства металлов.
3. Обогащение руд. Основные показатели обогащения.
4. Дробление руд. Применяемое оборудование.
5. Измельчение руд. Применяемое оборудование.

6. Классификация руд по крупности. Методы классификации.
7. Существующие методы обогащения, их сущность.
8. Обезвоживание материалов, способы обезвоживания.
9. Основные стадии обогащения, их назначение.
10. Классификация металлургических процессов. Сравнительная характеристика пиро- и гидрометаллургических процессов.
11. Обжиг в металлургической технологии, разновидности обжига, применяемое оборудование.
12. Характеристика рудных плавков в металлургических технологиях.
13. Рафинировочные плавки, их разновидности и применение в конкретных производствах.
14. Гидрометаллургические процессы, основные стадии процессов, их назначение.
15. Основные законы электролиза, их практическое применение.
16. Понятие шихты. Подготовка шихты к металлургическому процессу.
17. Экологические проблемы металлургического производства. Значение процессов пылеулавливания.
18. Характеристика существующих способов пылеулавливания.
19. Характеристика автогенных процессов, их технологическое сравнение.
20. Основные типы плавильных печей, показатели их работы.
21. Свойства меди, её применение, сырьевая база для её производства.
22. Принципиальная технологическая схема получения меди из сульфидного сырья.
23. Получение черновой меди на примере работы АО «СУМЗ».
24. Рафинирование черновой меди в условиях АО «УЭМ».
25. Свойства никеля, его применение, сырьевая база для его производства.
26. Принципиальная технологическая схема получения никеля из сульфидного сырья.
27. Принципиальная технологическая схема получения никеля из окисленных руд.
28. Свойства цинка, его применение, сырьевая база для его производства.
29. Технологическая схема гидрометаллургического способа получения цинка на примере ПАО «ЧЦЗ»
30. Свойства свинца, его применение, сырьевая база для его производства.
31. Принципиальная технологическая схема получения свинца пирометаллургическим способом.
32. Общая технологическая схема переработки шлама.
33. Процесс обезмеживания шлама. Режимы и реакции.
34. Обжиг шлама. Оборудование и реакции.
35. Плавка шлама на металл «Дорэ». Оборудование. Продукты.
36. Основные приемы аффинажа. Выбор технологический процессов.
37. Характеристика новых процессов пирометаллургии меди.
38. Получение алюминия на предприятиях Уральского региона.
39. Обоснуйте совмещение титанового и магниевых производств.
40. Дайте характеристику оборудования, применяемого в гидрометаллургических цехах.
41. Контроль качества продукции на вашем предприятии. Ваши критические замечания.

4. РУКОВОДИТЕЛЬ И СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Руководитель программы: *Елисеева Есения Сергеевна*, специалист управления дополнительного профессионального образования НЧОУ ВО «Технический университет УГМК».

Составитель программы: *Бушуева Ирина Васильевна*, инженер-металлург, преподаватель металлургических дисциплин УГК им. Ползунова.

Приложение. Примерный перечень вариантов контрольных работ

Вариант №1

1. Опишите физические и химические свойства меди и области её применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения алюминия.
3. Опишите способы получения свинца.
4. Дайте характеристику оборудованию, применяемому при дроблении и измельчении руд.
5. Что из себя представляют твердые сплавы, где применяются?
6. На обогащение поступает цинковая руда с содержанием цинка 3%. Извлечение цинка при обогащении 90% Выход концентрата составляет 6%. Определить содержание цинка в концентрате, степень обогащения и степень сокращения.
7. На сушку поступает концентрат сокращения с начальной влажностью 12%. Степень удаления влаги 80%. Определить конечную влажность
8. Ёмкость конвертора 80 тонн по черновой меди. Время операции 12 часов. Сколько конверторов потребуется для выполнения годовой программы цеха 180 000 тонн черновой меди.
9. Определить расход электроэнергии для электролитического рафинирования никеля, если напряжение на электролизере 2,8 В, выход по току 97,3%.
10. Какое количество воздуха потребуется для горения 100 м³ природного газа, содержащего 92% метана, 4% водорода, 4% углекислого газа.

Вариант №2

1. Опишите физические и химические свойства алюминия, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения меди.
3. Опишите способы получения магния.
4. Опишите конструкцию и принцип работы отражательных печей.
5. Дайте характеристику никелевым сплавам, где они находят применение.
6. На плавку поступает медный концентрат с содержанием меди 20%. Выход штейна при плавке составляет 40% от массы концентрата. Извлечение меди в штейн при плавке составляет 96%. Определить содержание меди в штейне.
7. На сушку поступает 50 тонн концентрата с начальной влажностью 12%. Степень уделения влаги 70% Определить конечную влажность.
8. Удельная производительность печи 6,5 т/м² *сутки по сырью. Длина печи 28 метров, ширина 8 м. Годовая производительность цеха 900 000 тонн по сырью. Определить количество печей, необходимое для выполнения годовой программы.
9. Сила тока, подаваемого на ванну при электролизе цинковых растворов 10,5 кА. Выход по току 92%. Определить суточную производительность цеха, в котором 520 рабочих ванн.
10. Сгорает 100 кг кокса, содержащего 98% углерода. Определить количество воздуха для горения и количество образующихся от горения газов. Коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,3$.

Вариант №3

1. Опишите физические и химические свойства никеля, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения вольфрама.
3. Опишите способы получения золота
4. Опишите конструкцию и принцип работы печи кипящего слоя.
5. Дайте характеристику алюминиевым сплавам, области их применения
6. На обогащение поступает цинковая руда с содержанием цинка 2,8%. Извлечение цинка в концентрат 89%. Содержание цинка в концентрате 45%. Определить выход концентрата, степень обогащения и степень сокращения.
7. На сушку поступает материал с начальной влажностью 15%. Часовая производительность печи 30 по подсушенному материалу с конечной влажностью 1,5%. Определить степень удаления влаги.
8. Суточная производительность электролизной ванны составляет 260 кт цинка. Выход на току 89%. Определить силу тока, подаваемого на ванну.
9. Годовая производительность печи 500 000 т сырья. Удельная производительность 6,8 т/м² по сырью. Определить ширину печи, если ее длина 30 м.
10. Определить количество кокса, необходимого для восстановительной плавки. На плавку поступает свинцовый агломерат с содержанием свинца 50% (свинец содержится в форме оксида). Содержание углерода в коксе 97,5%.

Вариант №4

1. Опишите физические и химические свойства цинка, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения золота.
3. Опишите способы получения титана.
4. Опишите конструкцию и принцип работы шахтной печи.
5. Дайте характеристику медным сплавам, области их применения
6. На обогащение поступает свинцовая руда с содержанием цинка 2,5%. Извлечение свинца 88%. Содержание свинца в концентрате 40%. Определить выход концентрата, степень обогащения и степень сокращения.
7. Часовая производительность сушильной печи 40 тонн по подсушенному материалу с конечной влажностью 1,8%. Начальная влажность материала 12%. Определить степень удаления влаги.
8. Удельная производительность печи 6,5 т/м² по сырью. Длина печи 30 м, ширина 8 м. Определить количество печей, необходимое для выполнения годовой программы цеха 1 300 000 тонн сырья.
9. Определить суточную производительность электролизера для получения алюминия. Если сила тока, подаваемого на электролизер 150 кА, выход по току 89%.
10. Обжигают цинковый концентрат с содержанием цинка 50% (цинк в форме сульфида). Определить количество воздуха, необходимого для этого, если коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,2$.

Вариант №5

1. Опишите физические и химические свойства свинца, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения магния.
3. Опишите способы получения меди.
4. Дайте сравнительную характеристику печей, работающих в автономном режиме.
5. Дайте характеристику цинковым сплавам, области их применения.
6. На обогащение поступает медная руда с содержанием меди 1,8%. Выход концентрата 6,8%. Содержание меди в концентрате 24%. Определить извлечение меди в концентрате, степень обогащения и степень сокращения.
7. Производительность печи по подсушенному материалу 40 тонн. Конечная влажностью 2%. Степень удаления влаги 80%. Определить начальную влажность.
8. Часовая производительность шахтной печи по свинцовому агломерату (сырье) 900 тонн. Определить суточную производительность печи по черновому свинцу (продукт), если выход черного свинца от массы агломерата 48%.
9. Определить расход электроэнергии при электролитическом рафинировании меди, если напряжение на ванне 0,3В, выход по току 95%.
10. Сгорает 100 кг мазута с содержанием углерода 86%. Какое количество воздуха, обогащенного кислородом до 30% (по массе) потребуется для этого.

Вариант №6

1. Опишите физические и химические свойства магния, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения никеля.
3. Опишите способы получения молибдена.
4. Опишите конструкцию и принцип работы руднотермической печи.
5. Дайте характеристику свинцовым сплавам, области их применения.
6. На обогащение поступает цинковая руда. Извлечение цинка в концентрат 92%. Выход концентрата 6%. Содержание цинка в концентрате 50%. Определить содержание цинка в руде, степень обогащения и степень сокращения.
7. На сушку поступает 40 т материала с начальной влажностью 13%. Конечная влажность составляет 2%. Определить степень удаления влаги.
8. Удельная производительность печи КС для обжига цинковых концентратов составляет 6 т/м² по концентрату. Диаметр печи 5 м. Определить часовую производительность печи.
9. Суточная производительность электролизной ванны составляет 240 кт цинка. Сила тока, подаваемого на ванную 95 кА. Определить выход по току.
10. При разложении известняка, содержащего 95% CaCO₃ выделилось 5 м³ углекислого газа. Определить какое количество природного известняка разложилось при этом.

Вариант №7

1. Опишите физические и химические свойства титана, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения молибдена.
3. Опишите способы получения никеля.
4. Опишите конструкцию и принцип работы трубчатой печи.
5. Дайте характеристику цинковым сплавам, где они находят применение.
6. На плавку поступает медный концентрат с содержанием меди 18%. Выход штейна при плавке составляет 38%. Определить извлечение меди при плавке, если содержание меди в штейне 45%.
7. На сушку поступает 50 тонн концентрата с начальной влажностью 12%. Степень уделения влаги 70% Определить конечную влажность.
8. Удельная производительность печи 6,8 т/м² *сутки по сырью. Длина печи 30 метров, ширина 8 м.. Определить количество печей, необходимое для выполнения годовой программы цеха 950 000 тонн сырья.
9. Определить расход электроэнергии для получения 75 тонн магния, ли напряжение на электролизере 5,2 В, выход по току 85%.
10. Какое количество водорода получают при растворении 70 граммов цинка в растворе серной кислоты с концентрацией H₂SO₄ 120 г/л.

Вариант №8

1. Опишите физические и химические свойства вольфрама, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения титана.
3. Опишите способы получения цинка.
4. Опишите конструкцию и принцип работы индукционной канальной печи.
5. Дайте характеристику магниевым сплавам, области их применения.
6. На плавку поступает свинцовый агломерат с содержанием свинца 49%. Выход чернового свинца от массы агломерата составляет 48%. Определить извлечение свинца при плавке, если содержание свинца в черновом свинце 95%.
7. На сушку поступает 20 тонн материала с начальной влажностью 10,8%. Конечная влажность материала 2%. Определить степень уделения влаги.
8. Годовая производительность печи 650 000 тонн по сырью. Длина печи 28 метров, ширина 8 м. Определить удельную производительность печи.
9. Удельный расход электроэнергии при получении алюминия 16000кВт*час/т. Выход по току 86%.
10. Сгорает 100 м³ природного газа с содержанием метана 92%. Какой объем газов образуется при этом, если коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,1$.

Вариант №9

1. Опишите физические и химические свойства молибдена, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения свинца.
3. Опишите способы получения глинозема.
4. Дайте характеристику электрическим печам сопротивления.
5. Дайте характеристику свинцовым сплавам, области их применения.
6. На обогащение поступает руда с содержанием свинца 2,8%. Выход концентрата составляет 6% от массы руды. Извлечение свинца 90%. Определить содержание свинца в концентрате, степень обогащения и степень сокращения.
7. Производительность сушильной печи по подсушенному материалу 30 т/час. Конечная влажность 2%. Степень удаления влаги 82%. Определить начальную влажность материала.
8. Емкость конвертора по черновой меди 80 т. Время операции 10 часов. Сколько конверторов потребуется для выполнения годовой программы цеха 120 000 тонн черновой меди.
9. Напряжение на электролизере для получения алюминия 4,5 В. Удельный расход электроэнергии 17000 кВт*час/т. Определить выход по току.
10. Какое количество газов образуется при горении 100 кг кокса с содержанием углерода 98%. Коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,2$.

Вариант №10

1. Опишите физические и химические свойства золота, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения цинка.
3. Опишите способы получения вольфрама.
4. Дайте характеристику оборудования, применяемого при выщелачивании.
5. Дайте характеристику алюминиевым сплавам, области их применения.
6. На обогащение поступает руда с содержанием меди 1,6%. Выход концентрата составляет 7% от массы руды. Извлечение меди 92%. Определить содержание меди в концентрате, степень обогащения и степень сокращения.
7. На сушку поступает 20 т материала с начальной влажностью 14%. Степень удаления влаги 82%. Определить конечную влажность.
8. Годовая производительность печи 450 000 т. Удельная производительность 6 т/м²*сутки по сырью. Ширина печи 7,5 м. Определить длину печи.
9. Удельный расход электроэнергии при рафинировании анодной меди 275 кВт*час/т меди. Выход по току 95%. Определить напряжение на ванне.
10. Какое количество цинковой пыли потребуется для осаждения меди из сульфатного раствора с концентрацией меди 2 г/л. Объем раствора 50 м³

Вариант №11

1. Опишите физические и химические свойства алюминия, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения никеля.
3. Опишите способы получения свинца.
4. Дайте характеристику оборудованию, применяемому для улавливания грубой пыли.
5. Дайте характеристику медным сплавам, области их применения.
6. На обогащение поступает руда с содержанием цинка 3,4%. Выход концентрата составляет 8% от массы руды. Содержание цинка в концентрате 38%. Определить извлечение цинка, степень обогащения и степень сокращения.
7. На сушку поступает материал с начальной влажностью 13%. Часовая производительность печи по подсушенному материалу 30 тонн с конечной влажностью 2%. Определить степень удаления влаги.
8. Годовая производительность печи 600 000 т сырья. Удельная производительность 6,8 т/м²*сутки. Длина печи 30 м. Определить ширину печи.
9. При электрорафинировании меди напряжение на ванне 0,3 В. Выход по току 96%. Определить расход электроэнергии для получения 50 тонн меди.
10. Составьте материальный баланс горения 100 кг углерода. Коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,4$.

Вариант №12

1. Опишите физические и химические свойства меди, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения магния.
3. Опишите способы получения золота.
4. Опишите конструкцию и принцип работы автоклавов.
5. Дайте характеристику алюминиевым сплавам, области их применения.
6. На обогащение поступает руда с содержанием меди 1,4%. Извлечение меди 92%. Содержание меди в концентрате 13%. Определить выход концентрата, степень обогащения и степень сокращения.
7. Часовая производительность сушильной печи 30 тонн подсушенного материала. Конечная влажность материала 1,8%. Степень удаления влаги 84%. Определить начальную влажность.
8. Часовая производительность печи 57 тонн по сырью. Длина печи 30 м. Определить ширину печи.
9. Определить годовую производительность электролизера для получения алюминия, если сила тока на электролизере 120 кА. Выход по току 88%.
10. Составьте материальный баланс горения метана. Коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,1$.

Вариант №13

1. Опишите физические и химические свойства свинца, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения титана.
3. Приведите принципиальную технологическую схему получения алюминия электролитическим способом.
4. Опишите конструкцию и принцип работы дискового вакуум-фильтра.
5. Дайте характеристику магниевым сплавам, области их применения.
6. На обогащение поступает медная руда. Извлечение меди 93%. Выход концентрата 7,2%. Содержание меди в концентрате 16%. Определить содержание меди в руде, степень обогащения и степень сокращения.
7. Часовая производительность сушильной печи 35 тонн материала с начальной влажностью 11%. Конечная влажность 1,8%. Определить степень удаления влаги.
8. Диаметр печи кипящего слоя 4 м. Удельная производительность печи 40 т/м²*сутки. Определить годовую производительность печи.
9. Определить суточную производительность электролизера для получения магния, если сила тока, подаваемого на электролизер 130 кА, выход по току 87%.
10. Магниева руда содержит 92% MgCO₃. Какое количество углекислого газа образуется при разложении 60 т руды.

Вариант №14

1. Опишите физические и химические свойства золота, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения алюминия.
3. Опишите способы получения меди.
4. Опишите конструкцию и принцип работы оборудования для улавливания тонкой пыли.
5. Дайте характеристику никелевым сплавам, области их применения.
6. На плавку поступает медный концентрат. Получают штейн с содержанием меди 32%. Выход штейна 40%. Извлечение меди в штейн 96%. Определить содержание меди в концентрате.
7. Часовая производительность печи по влажному материалу 45 т. 35 Начальная влажность 12,5%. Степень удаления влаги 75%. Определить конечную влажность.
8. Производительность печи кипящего слоя для обжига медных концентратов 1000 т в сутки по сырью. Удельная производительность 50 т/м²*сутки по сырью. Определить диаметр печи.
9. Годовая производительность цинкового завода 45 000 т катодного цинка. Определить количество электролитических ванн, необходимых для выполнения годовой программы, если сила тока 9кА, выход по току 92%.
10. На обжиг поступает цинковый концентрат с содержанием цинка 50% (в формате ZnS). Какое количество воздуха, обогащенного кислородом до 25% потребуется для этого?

Вариант №15

1. Опишите физические и химические свойства цинка, области его применения.
2. Дайте характеристику сырьевой базе для получения золота.
3. Опишите способы получения магния.
4. Опишите конструкцию и принцип работы электролизера для получения алюминия.
5. Дайте характеристику твердым сплавам, области их применения.
6. На плавку поступает свинцовый агломерат с содержанием свинца 52%. Извлечение свинца при плавке 93%. В полученном черновом свинце содержание свинца 97%. Определить выход черного свинца.
7. Часовая производительность печи по подсушенному материалу 42 т. Конечная влажность 2,2%. Степень удаления влаги 80%. Определить начальную влажность.
8. Удельная производительность печи для обжига цинковых концентратов 5,5 т/м²*сутки по концентрату. Диаметр печи 5,5 м. Определить годовую производительность печи.
9. Годовая производительность алюминиевого завода 200 000 т катодного алюминия. Сколько электролизеров потребуется для выполнения годовой программы, если сила тока на электролизере 140 000 А, выход по току 89%.
10. На обжиг поступает свинцовый концентрат с содержанием свинца 50%. Какое количество воздуха, обогащенного кислородом до 27% потребуется для этого?