

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 10.10.2023 14:47:43

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Процессы и аппараты пиromеталлургического производства

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Металлы высоких технологий

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

6 ЗЕТ

Часов по учебному плану

216

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

90

самостоятельная работа

99

часов на контроль

27

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 1 (1.1) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | УП | РП | УП | РП |
| Неделя | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Лабораторные | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Практические | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Итого ауд. | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Контактная работа | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Сам. работа | 99 | 99 | 99 | 99 |
| Часы на контроль | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Итого | 216 | 216 | 216 | 216 |

Программу составил(и):

к.т.н., ст.преп., Быстров Сергей Валентинович

Рабочая программа

Процессы и аппараты пирометаллургического производства

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Metallургия, 22.04.02-ММТ-23-18.plx Металлы высоких технологий, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallургия, Металлы высоких технологий, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра цветных металлов и золота

Протокол от 14.03.2023 г., №11

Руководитель подразделения Тарасов Вадим Петрович, д.т.н., профессор

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Цели освоения дисциплины - формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также приобретение студентом теоретических знаний и практических умений и навыков в области пиromеталлургического производства цветных металлов. |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Блок ОП: | | Б1.В |
|------------|---|------|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Научно-исследовательская практика | |
| 2.2.2 | Процессы и аппараты электрометаллургического производства | |
| 2.2.3 | Ресурсо- и энергосбережение в производстве легких редких металлов, ч.1 | |
| 2.2.4 | Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.1 | |
| 2.2.5 | Ресурсо- и энергосбережение в производстве тугоплавких редких металлов, ч.1 | |
| 2.2.6 | Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.1 | |
| 2.2.7 | Современные методы и оборудование металлургии, машиностроения и материаловедения | |
| 2.2.8 | Автогенные процессы цветной металлургии | |
| 2.2.9 | Получение особо чистых веществ | |
| 2.2.10 | Потребительские свойства металлургической продукции | |
| 2.2.11 | Ресурсо- и энергосбережение в производстве легких редких металлов, ч.2 | |
| 2.2.12 | Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.2 | |
| 2.2.13 | Ресурсо- и энергосбережение в производстве тугоплавких редких металлов, ч.2 | |
| 2.2.14 | Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.2 | |
| 2.2.15 | Управление проектами | |
| 2.2.16 | Цифровизация производства | |
| 2.2.17 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.18 | Преддипломная практика | |
| 2.2.19 | Новые направления экстрактивной металлургии | |
| 2.2.20 | Экоаудит металлургических технологий | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| |
|---|
| ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии |
| Знать: |
| ОПК-1-31 Теоретические и технологические основы типовых процессов и технологий производства цветных металлов и их соединений. |
| УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий |
| Знать: |
| УК-1-31 Методики/методы анализа продукции, процессов и систем в рамках междисциплинарных областей. |
| ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии |
| Уметь: |
| ОПК-1-У1 Решать типовые профессиональные задачи в области металлургии цветных металлов используя фундаментальные знания |
| УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий |
| Уметь: |
| УК-1-У1 Решать нестандартные задачи профессиональной деятельности в условиях неопределенности, альтернативные |

| |
|---|
| решения с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов |
| ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии |
| Владеть: |
| ОПК-1-В1 Навыками типовых технологических расчетов для решения производственных и/или исследовательских задач в области производства цветных металлов и их соединений |
| УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий |
| Владеть: |
| УК-1-В1 Навыками решения нестандартных задач профессиональной деятельности в условиях неопределенности с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|--|--|----------------|-------|--|---|------------|----|--------------------|
| Раздел 1. Введение | | | | | | | | |
| 1.1 | Классификация процессов цветной металлургии. Физико-химические основы металлургического производства. /Лек/ | 1 | 4 | ОПК-1-31 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.6Л2.2 Л2.4 Л2.9 Э1 Э3 Э4 | | | |
| 1.2 | Сырье для производства цветных металлов. Продукты и полупродукты металлургического производства. /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 УК-1-31 | Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 1.3 | Домашнее задание "Выбор и расчет пирометаллургического оборудования" /Ср/ | 1 | 35 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.10 Л2.12 Л2.14 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | Р1 |
| 1.4 | Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, контрольным работам, практическим занятиям. /Ср/ | 1 | 40 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-31 | Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.11 Л2.13 Л2.16Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 1.5 | Сырьевые материалы, полупродукты и продукты медного и никелевого производств /Лаб/ | 1 | 2 | ОПК-1-У1 УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.4Л2.2 Л2.9 Л2.11 Л2.13 Э2 Э3 Э4 | | | Р8 |
| Раздел 2. Процессы и аппараты для проведения обжига | | | | | | | | |
| 2.1 | Теория и практика процессов обжига. Назначение, устройство и принцип действия обжигового оборудования. /Лек/ | 1 | 4 | ОПК-1-31 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.4 Л2.16 Л2.17 Э2 Э3 Э4 | | | |

| | | | | | | | | |
|---|--|---|----|--|---|--|--|-----|
| 2.2 | Аппаратурное оформление процессов обжига. Основные характеристики печей кипящего слоя, многоподовых печей, агломерационных машин. Конструктивные особенности оборудования, методы расчета. /Пр/ | 1 | 8 | ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.10 Э3 Э4 | | | Р2 |
| 2.3 | Окислительный обжиг сульфидного медного концентрата. /Лаб/ | 1 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-31 | Л1.1 Л1.4 Л1.6Л2.4 Л2.11 Л2.13 Л2.16 Э2 Э3 Э4 | | | Р9 |
| Раздел 3. Процессы плавки рудных материалов, плавильное оборудование | | | | | | | | |
| 3.1 | Теория и практика процессов плавки. Назначение, устройство и принципы работы различных типов печей для плавки сырья цветных металлов. /Лек/ | 1 | 12 | ОПК-1-31 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 3.2 | Шихтоподготовка и специальные подготовительные операции к металлургической переработке /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э3 Э4 | | | |
| 3.3 | Аппаратурное оформление процессов плавки. Основные характеристики отражательных, шахтных, руднотермических печей, печей для проведения автогенных процессов. Конструктивные особенности оборудования, методы расчета. /Пр/ | 1 | 10 | ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.4 Л2.7 Л2.8 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | Р3 |
| 3.4 | Плавка медного концентрата на штейн. /Лаб/ | 1 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-31 | Л1.1 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.5 Л2.11 Л2.13 Э2 Э3 Э4 | | | Р10 |
| 3.5 | Управление печью Ванюкова в динамическом режиме /Лаб/ | 1 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-31 | Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.5 Л2.11 Л2.13 Э2 Э3 Э4 | | | Р11 |
| Раздел 4. Процессы получения черновых металлов | | | | | | | | |
| 4.1 | Теория и практика процессов получения черновых металлов. Назначение, устройство и принцип действия применяемого оборудования. /Лек/ | 1 | 6 | ОПК-1-31 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.17 Э2 Э3 Э4 | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|--|--|-----|-----|
| 4.2 | Аппаратурное оформление процессов выплавки черновых металлов. Основные характеристики горизонтальных и вертикальных конвертеров, электропечей. Конструктивные особенности оборудования, методы расчета. /Пр/ | 1 | 4 | ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-31 УК-1-У1 | Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.17 Э2 Э3 Э4 | | | Р4 |
| 4.3 | Конвертирование медного штейна. /Лаб/ | 1 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1 Л1.4 Л1.6Л2.4 Л2.11 Л2.13 Л2.16 Л2.17 Э3 Э4 | | | Р12 |
| Раздел 5. Процессы и аппараты для рафинирования черновых металлов | | | | | | | | |
| 5.1 | Теория и практика процессов рафинирования черновых металлов. Назначение, устройство и принцип действия применяемой аппаратуры. /Лек/ | 1 | 6 | ОПК-1-31 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.2 Л2.4 Л2.13 Л2.17 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 5.2 | Аппаратурное оформление процессов пирометаллургического рафинирования. Основные характеристики стационарных, поворотных и наклоняющихся печей, рафинировочных котлов. Конструктивные особенности оборудования, методы расчета. /Пр/ | 1 | 6 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-У1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.16 Л2.17 Э2 Э3 Э4 | | | Р5 |
| Раздел 6. Вспомогательное металлургическое оборудование | | | | | | | | |
| 6.1 | Классификация вспомогательного оборудования, его назначение и области применения. Оборудование для транспортирования сыпучих и расплавленных материалов, бункерное хозяйство. /Пр/ | 1 | 3 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.13 Л2.15 Л2.16 Л2.18 Э2 Э3 Э4 | | | Р6 |
| 6.2 | Пылеулавливание и газоочистка. Принцип действия, конструкция и расчет пылевых камер, циклонов, электрофильтров, оборудование сернокислотных цехов. /Пр/ | 1 | 3 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.14 Л2.15 Л2.16 Л2.18 Э2 Э3 Э4 | | | Р7 |
| 6.3 | Контрольная работа /Пр/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.13 Л2.16 Э2 Э3 Э4 | | КМ1 | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|---|---|--|-----|--|
| 6.4 | Подготовка к сдаче экзамена по курсу /Ср/ | 1 | 24 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.9 Л2.13Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 | | КМ2 | |
|-----|---|---|----|---|---|--|-----|--|

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|--|--|
| КМ1 | Контрольная работа | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-31;ОПК-1-В1;УК-1-У1;УК-1-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Как классифицируются руды по минеральному составу, количеству присутствующих сульфидов и количеству ценных компонентов? 2. Какие два металлургических процесса являются обязательными для любой пирометаллургической технологии получения меди и никеля? 3. Какое оборудование применяется при обжиге медных концентратов? 4. Нужно ли проводить перед плавкой на штейн обжиг медного концентрата, содержащего 30 % меди и 35 % серы? 5. Назовите основные способы плавки на штейн. 6. Чем принципиально различаются отражательная плавка и автогенные процессы? 7. За счет чего создаются необходимые при плавке на штейн температуры в отражательных, руднотермических и шахтных печах и в случае автогенных процессов? 8. В каких печах проводится плавка окисленных никелевых руд? 9. Сравните технико-экономические показатели процесса Ванюкова и отражательной плавки, электроплавки, кислородно-факельной плавки. 10. Конструктивные особенности печи Ванюкова. 11. На медеплавильном заводе конвертерные шлаки были выведены на самостоятельную переработку и не стали поступать в отражательные печи. Какие изменения в показателях плавки это может вызвать? 12. Как изменится вязкость и плотность шлака при увеличении содержания кремнезема с 25 до 32 %? 13. На каком принципе основано разделение примесей при огневом рафинировании меди? 14. Какие процессы используются в традиционной технологической схеме переработки окисленной никелевой руды на огневой никель? 15. Для чего при обжиге Ni-го файнштейна используют двухстадийный окислительный обжиг? 16. Как можно увеличить концентрацию SO₂ в отходящих газах агломашин, работающих с прососом воздуха? 17. Каким свойствам должен отвечать шлак шахтной плавки? 18. С какими продуктами выводится цинк при восстановительной плавке свинцовых концентратов? 19. Чем футеруются стальные рафинировочные котлы? 20. Как ведут себя соединения свинца при дистилляции цинка? |

| | | | |
|-----|---------|--|---|
| КМ2 | Экзамен | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие меры целесообразно применять для снижения температуры процесса обжига? 2. Почему в отражательных печах нельзя плавить крупнокусковую шихту? 3. Чем определяется верхний предел обогащения дутья кислородом при использовании горизонтальных конвертеров для переработки медных штейнов на черновую медь? 4. Для осмотра отражательной печи по 5-6 раз в смену выключались горелки. Как это скажется на производительности печи? 5. Температура расплава в печи Ванюкова снизилась. Какие меры целесообразно применить, чтобы увеличить температуру не изменяя состава получающихся шлака и штейна? 6. Ширина печи Ванюкова была увеличена с 1,5 м до 2 м. Какие изменения в работе можно ожидать, если параметры дутья были оставлены неизменными? 7. Как должно отличаться содержание магнетита в шлаках при плавке в электрических и отражательных печах при одной и той же температуре расплава? 8. Было предложено при кислородно-факельной плавке горизонтальное расположение горелок изменить на вертикальное. Какие изменения это может вызвать в показателях плавки, если все прочие параметры остались неизменными? 9. Вследствие неправильного ведения процесса в отражательной печи образовалась значительная настывь, состоящая в основном из магнетита. Для размывания образовавшейся настыви было предложено несколько приемов. Какой из них с Вашей точки зрения является наилучшим? 10. Как должны отличаться по составу шлаки и штейны при плавке шихты одного и того же состава в электрических и отражательных печах? 11. Каким образом при плавке в печи Ванюкова шихты, содержащей Cu – 20 %, Fe – 30 %, S – 25%, осуществляемой в полуавтогенном режиме при расходе угля 5 % (от массы шихты) и содержании кислорода в дутье 40 %, можно регулировать температуру процесса, не изменяя состава продуктов плавки? 12. Для увеличения выпуска меди за одну операцию конвертирования было решено увеличить объем конвертера. Это может быть достигнуто как за счет увеличения диаметра конвертера, так и за счет увеличения его длины. Какому из способов увеличения объема конвертера следует отдать предпочтение? 13. Какие изменения в работе отражательной печи следует ожидать, если вместо сухой шихты (влажность 2 %) перейти на загрузку мокрой (влажность 8 %)? 14. Технология и аппаратное оформление процесса конвертирования медных штейнов в горизонтальных аппаратах Пирса-Смита. Основные показатели процесса. 15. Рассчитайте степень десульфуризации пирита и халькопирита, при отражательной плавке (процессами окисления сульфидов пренебречь)? 16. Рассчитайте степень десульфуризации халькозина и ковеллина при отражательной плавке (процессами окисления сульфидов пренебречь)? 17. В конвертерное отделение плавильного цеха на заводе, имеющем постоянную производительность по меди, вместо штейна с содержанием 40 % Cu стал поступать штейн с концентрацией меди – 55 %. Какие изменения в работе конвертеров будут наблюдаться? 18. Какие изменения произойдут при повышении степени десульфуризации в кислородно-факельной плавке при неизменном расходе кислорода? 19. При финской плавке и плавке в печи Ванюкова содержание кислорода в дутье было увеличено с 50 до 70 %. Скажется ли это на составе шлака и штейна, если степень десульфуризации осталась неизменной? 20. Основные стадии процесса огневого рафинирования черновой меди, их назначение и технологическая длительность. |
|-----|---------|--|---|

| 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.) | | | |
|---|---|--|--|
| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы |
| P1 | Домашнее задание "Выбор и расчет пирометаллургического оборудования". | ОПК-1-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1 | Обосновать выбор и рассчитать технологические параметры пирометаллургического процесса и основные конструктивные размеры печи. |
| P2 | Практические занятия (раздел 2) | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-31 | Аппаратурное оформление процессов обжига. Основные характеристики печей кипящего слоя, многоподовых печей, агломерационных машин. Конструктивные особенности оборудования, методы расчета |
| P3 | Практические занятия (раздел 3) | ОПК-1-31;УК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1 | Аппаратурное оформление процессов плавки. Основные характеристики отражательных, шахтных, руднотермических печей, печей для проведения автогенных процессов. Конструктивные особенности оборудования, методы расчета. |
| P4 | Практические занятия (раздел 4) | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31 | Аппаратурное оформление процессов выплавки черновых металлов. Основные характеристики горизонтальных и вертикальных конвертеров, электропечей. Конструктивные особенности оборудования, методы расчета |
| P5 | Практические занятия (раздел 5) | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31 | Аппаратурное оформление процессов пирометаллургического рафинирования. Основные характеристики стационарных, поворотных и наклоняющихся печей, рафинировочных котлов. Конструктивные особенности оборудования, методы расчета. |
| P6 | Практические занятия (раздел 6. 1) | ОПК-1-31;УК-1-31 | Классификация вспомогательного оборудования, его назначение и области применения. Оборудование для транспортирования сыпучих и расплавленных материалов, бункерное хозяйство. |
| P7 | Практические занятия (раздел 6, 2) | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31 | Пылеулавливание и газоочистка. Принцип действия, конструкция и расчет пылевых камер, циклонов, электрофильтров, оборудование сернокислотных цехов. |
| P8 | Лабораторная работа №1. Сырьевые материалы, полупродукты и продукты медного и никелевого производств. | ОПК-1-31;УК-1-31;ОПК-1-У1 | Закрепление и развитие знаний по физико-химическим характеристикам сырьевых материалов, используемых в металлургии меди и никеля. Ознакомиться с технологическими схемами получения меди и никеля пирометаллургическими способами; с характеристиками продуктов пирометаллургических процессов, применяемых в медной и никелевой промышленности. Изучить предложенные преподавателем образцы продуктов пирометаллургических процессов. |
| P9 | Лабораторная работа №2. Окислительный обжиг сульфидного медного концентрата. | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31 | Закрепление и развитие знаний о химизме и основных стадиях окислительного обжига сульфидных концентратов. Изучение влияния различных факторов (продолжительности, температуры, перемешивания и т.д.) на результаты обжига. Освоение методики расчетов. |
| P10 | Лабораторная работа №3. Плавка медного концентрата на штейн. | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31 | Закрепление и развитие знаний о назначении, физико-химической сущности и продуктах плавки медных концентратов (огарка) на штейн. Приобретение навыков расчетов шихты и проведения лабораторных плавков. |
| P11 | Лабораторная работа №4. Управление печью Ванюкова в динамическом режиме. | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31 | Получение навыков управления процессом плавки в промышленной печи Ванюкова с выбором оптимального технологического режима путем изменения входных потоков материалов на операторском пульте. |
| P12 | Лабораторная работа №5. Конвертирование медного штейна. | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31 | Приобретение навыков управления процессом конвертирования штейна с получением максимального количества черновой меди за одну рабочую смену. |
| 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.) | | | |
| По курсу предусмотрен экзамен. В экзаменационном билете 3 теоретических вопроса. Билеты хранятся на кафедре. | | | |

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|---|------------------------|--------------------------------|
| Л1.1 | Ванюков А. В., Уткин Н. И. | Комплексная переработка медного и никелевого сырья: Учебник для вузов | Библиотека МИСиС | Челябинск: Metallurgy, 1988 |
| Л1.2 | Романтеев Ю. П., Быстров В. П. | Металлургия тяжелых цветных металлов. Свинец. Цинк. Кадмий | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2010 |
| Л1.3 | Козлов В. А., Набойченко С. С., Смирнов Б. Н. | Рафинирование меди | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1992 |
| Л1.4 | Худяков И. Ф., Тихонов А. И., Деев В. И., Набойченко С. С. | Т.1: Metallurgy меди | Библиотека МИСиС | , 1977 |
| Л1.5 | Худяков И. Ф., Тихонов А. И., Деев В. И., Набойченко С. С. | Т.2: Metallurgy никеля и кобальта | Библиотека МИСиС | , 1977 |
| Л1.6 | Ванюков А. В., Зайцев В. Я. | Теория пирометаллургических процессов | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1993 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|---|------------------|----------------------|
| Л2.1 | Мечев В. В., Быстров В. П., Тарасов А. В., др. | Автогенные процессы в цветной металлургии | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1991 |
| Л2.2 | Гудима Н. В., Шеин Я. П. | Краткий справочник по металлургии цветных металлов | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1975 |
| Л2.3 | Худяков И. Ф., Голдобин В. П. | Оборудование металлургических заводов: учеб. пособие для студ. по спец. 0402 | Библиотека МИСиС | Свердловск, 1976 |
| Л2.4 | Тарасов А. В., Уткин Н. И. | Общая металлургия: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1997 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|-------|---|--|------------------------|-----------------------------|
| Л2.5 | Ванюков А. В., Быстров В. П., Васкевич А. Д., др., Ванюков А. В. | Плавка в жидкой ванне | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1988 |
| Л2.6 | Гальнбек А. А., Шалыгин Л. М., Шмонин Ю. Б. | Расчеты пирометаллургических процессов и аппаратуры цветной металлургии: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Металлургия цв. металлов' | Библиотека МИСиС | Челябинск: Metallurgy, 1990 |
| Л2.7 | Диомидовский Д. А., Шалыгин Л. М., Гальнбек А. А., Южанинов И. А., Диомидовский Д. А. | Расчеты пиропроцессов и печей цветной металлургии: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgizdat, 1963 |
| Л2.8 | Гудима Н. В., Карасев Ю. А., Кистяковский Б. Б., др., Гудима Н. В. | Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов: учеб. пособие для техникумов цв. металлургии | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1977 |
| Л2.9 | Лукашенко Э. Е., Погодаев А. М., Сладкова И. А. | Ч. 1: Пирометаллургия | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1971 |
| Л2.10 | Богатырева Елена Владимировна, Соколов В. А., Стрижко Леонид Семенович, др. | Инженерные расчеты в металлургии: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2015 |
| Л2.11 | Федоров Александр Николаевич, Комков Алексей Александрович, Быстров Сергей Валентинович | Металлургия меди и никеля (N 3526): лаб. практикум | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2019 |
| Л2.12 | Федоров Александр Николаевич, Быстров Сергей Валентинович, Криволапова Ольга Николаевна | Технологические расчеты в металлургии меди (N 3466): учеб. пособие | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2018 |
| Л2.13 | Колосова Вера Сергеевна, Сорокин Михаил Леонидович | Теория, технология и оборудование пирометаллургических процессов: лаб. практикум для студ. спец. 21.03, 01.02 | Электронная библиотека | М.: Учеба, 1994 |
| Л2.14 | Богатырева Елена Владимировна, Колчин Юрий Олегович, Стрижко Леонид Семенович | Экология металлургического производства. Расчеты аппаратов газоочистки: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|-------|---|--|------------------|-------------------|
| Л2.15 | Ванюков А. В., Мелкумова Н. Б., Федоров Александр Николаевич, Ванюков А. В. | Металлургия тяжелых и благородных металлов и пылеулавливание. Разд.: Металлургия тяжелых цветных металлов. Оборудование заводов цветной металлургии: Учеб. пособие для практ. занятий | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1977 |
| Л2.16 | Ванюков А. В., Мелкумова Н. Б., Федоров Александр Николаевич, Ванюков А. В. | Металлургия тяжелых цветных металлов: Разд.: Оборудование заводов цветной металлургии: Учеб. пособие для практ. занятий | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1976 |
| Л2.17 | Ванюков А. В., Федоров А. Н., Ванюков А. В. | Комплексная переработка медного и никелевого сырья. Раздел: Металлургия тяжелых цветных металлов : Оборудование заводов цветной металлургии : Автогенные процессы : Конвертирование : Огневое рафинирование: Курс лекций для студ. спец. 0402 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1980 |
| Л2.18 | Уткин Н. И., Колосова В. С., Ванюков А. В. | Металлургия тяжелых и благородных металлов и пылеулавливание. Раздел: Металлургия меди и никеля: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1977 |

6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|---|------------------|-------------------|
| Л3.1 | Ванюков А. В., Уткин Н. И., Колосова Вера Сергеевна | Металлургия тяжелых цветных металлов: Вопросы для самопроверки и повторения: Ч.1. Металлургия меди и никеля | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1976 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | Государственная публичная научно-техническая библиотека России | http://www.gpntb.ru |
| Э2 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | https://elibrary.ru |
| Э3 | Учебно-методическая литература для студентов | https://www.studmed.ru |
| Э4 | Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС | http://elibrary.misis.ru/ |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|---|
| П.1 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.2 | ESET NOD32 Antivirus |
| П.3 | LMS Canvas |
| П.4 | MS Teams |
| П.5 | Microsoft Excel |
| П.6 | Microsoft PowerPoint |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | |
|-----|--|
| И.1 | Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС http://elibrary.misis.ru/ |
| И.2 | Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru/ |
| И.3 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/ |
| И.4 | Государственная публичная научно-техническая библиотека России http://www.gpntb.ru/ |

| 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ | | |
|--|--|--|
| Ауд. | Назначение | Оснащение |
| К-233 | Лаборатория | доска маркерная; дистиллятор GFL; печь муфельная - 2 шт.; весы лабораторные - 2 шт. |
| К-222 | Учебная аудитория | комплект учебной мебели на 42 рабочих мест, проектор, экран, доска |
| К-211 | Аудитория для самостоятельной работы | 14 рабочих мест, персональный ЭВМ, подключенных к корпоративной сети НИТУ «МИСиС», сетевой принтер, столы, стулья |
| К-234 | Лаборатория | 4 рабочих места, оборудованных муфельными и шахтными печами, лабораторным оборудованием, столы. |
| Читальный зал №3 (Б) | | комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. |
| Любой корпус Компьютерный класс | Учебная аудитория для проведения практических занятий: | экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint и мультимедийных средств.
2. Текущий контроль проводится в часы практических занятий.
3. Курсовой проект выполняется с использованием средств MS Офис.
4. Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты используют специальные базы данных
5. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и при личной явке.

При освоении дисциплины также может быть полезна следующая литература:

1. Спитченко В.С. Общие принципы металлургии меди и никеля. Учебное пособие / В.С. Спитченко, В.П. Жуков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 215 с.
2. Набойченко С.С. Процессы и аппараты цветной металлургии / С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев, А.П. Дорошкевич, Мамяченков С.В. и др. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. 700 с.
3. Металлургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Н.В. Марченко, Е.П. Вершинина, Э.М. Гильдебрандт. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009.