Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии

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

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Пирометаллургические процессы и оборудование

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

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 00:44:54 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение теоретических основ, аппаратурного оформления и технологических параметров пирометаллургических получения цветных металлов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся представления о теории процессов, наиболее распространенных в промышленной практике переработки руд цветных металлов (процессов обжига, плавки, конвертирования, рафинирования металлов, электролиза солевых расплавов);

– развитие навыков расчетов термодинамических и кинетических параметров изучаемых процессов; использования этих данных при расчете и выборе типа аппаратов и технологических схем.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физическая химия;

– Материаловедение.

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

– Теория и технология производства чугуна;

– Современные технологии производства стали;

– Внепечная обработка стали;

– Теория и технология производства ферросплавов;

– Металлургия вторичных цветных металлов;

– Металлургия тяжелых цветных металлов;

– Металлургия благородных металлов;

– Гидрометаллургические процессы и оборудование;

– Металлургия редких металлов.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

| Наименование | Код и | Код и наименование | Планируемые |
|---|---|---|---|

| категории (группы) ПК | наименование ПК | индикатора достижения ПК | результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению технологических процессов в металлургии | ПК-1.1 Понимает технологические процессы металлургического производства | – знать: основные параметры и показатели пирометаллургических процессов получения цветных металлов..<br>– уметь: выявлять факторы, вызывающие отклонения технологических процессов в пирометаллургии от оптимальных параметров производства..<br>– владеть: навыками расчетов термодинамических и кинетических параметров процессов в пирометаллургическом производстве.. |
| | ПК-2: Способен определять организационно-технические меры по работе производственных цехов в металлургической отрасли | ПК-2.1 Понимает основные принципы работы оборудования металлургического производства | – знать: основное и вспомогательное оборудование пирометаллургического производства цветных металлов.<br>– уметь: выбирать основное и вспомогательное пирометаллургическое оборудование на основе современных технико-экономических требований ..<br>– владеть: навыками расчетов параметров основного технологического оборудования.в пирометаллургии.. |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

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

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

## Объем учебной дисциплины

| Сессия / курс | | ***ИТОГО*** | ***1 сессия / 3 курс*** | ***2 сессия / 3 курс*** |
|---|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | | *экзамен* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***144*** | *36* | *108* |
| | *зачетных единиц* | ***4*** | *1* | *3* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***2*** | *2* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***133*** | *34* | *99* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***9*** | *0* | *9* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Пирометаллургические процессы (Основные процессы, используемые в цветной металлургии. Автогенные процессы. Диссоциация химических соединений. Связь энергии Гиббса с упругостью диссоциации соединения. Окисление и сульфидирование металлов. Ионно-электронная теория высокотемпературного окисления металлов. Теоретические основы окислительного рафинирования металлов. Металлургические шлаки. Строение шлаковых расплавов. Состав заводских шлаков. Кислотность шлака. Строение оксидных расплавов. Модели активности компонентов шлаков. Диаграммы состояния шлаковых систем. Физико-химические свойства шлаков. Штейновые расплавы. Структура штейновых расплавов. Диаграммы состояния сульфидных систем. Активность компонентов сульфидных расплавов. Физико-химические свойства штейновых расплавов. Окисление сульфидов. Температура воспламенения сульфидов.

Оксисульфидные системы. Потери цветных металлов со шлаками. Растворенные потери. Механические потери. Причины диспергирования штейна (металла) в шлаковом расплаве. Пути снижения потерь металлов со шлаками. Взаимодействие на границе "штейн – шлак");

Раздел 2 Оборудование для пирометаллургических процессов (Оборудование для окислительного обжига сульфидов цветных металлов. Окислительный обжиг. Степень десульфуризации. Печи кипящего слоя. Оборудование для плавки медьсодержащих шихт на штейн. Отражательная плавка. Шахтные печи. Электрическая плавка. Плавка в печи Ванюкова. Оборудование для переработки штейна на черновую медь. Конвертирование штейна. Белый штейн. Черновая медь. Горизонтальный конвертер. Оборудование для получения чистой меди. Огневое рафинирование. Электролитическая очистка меди. Электролизная ванна. Расходы по переделу. Оборудование для обжига руд и концентратов. Обжиговые печи.).

## 5 Перечень тем лекций

| № раздела / темы дисциплины | Темы лекций | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| Раздел 1. | Пирометаллургические процессы | 1 | |
| Раздел 2. | Оборудование для пирометаллургических процессов | 1 | |
| **Итого:** | | **2** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| № раздела / темы дисциплины | Темы практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

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

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

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

## 9 Виды самостоятельной работы

| № раздела / темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| Раздел 1. | 1. Изучение лекционного материала. | 60 | |
| Раздел 2. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Контрольная работа. | 73 | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 9 | |
| **Итого:** | | **142** | **0** |

## 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

**а) литература:**

1 Попель, С. И. Теория металлургических процессов: учеб. пособие / С .И. Попель, А. И. Сотников, В. Н. Бороненков. – Москва : Металлургия, 1986. – 462 с.;

2 Линчевский, Б. В. Теория металлургических процессов: учеб. пособие / Б. В. Линчевский. – Москва : Металлургия, 1995. – 346 с.;

3 Казачков, Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов: Сборник задач: учеб. пособие / Е. А. Казачков.– Москва : Металлургия, 1988. – 288 с;

4 Основы гидрометаллургии : учебное пособие для вузов / И. Ю. Кольчурина, О. И. Нохрина, В. В. Руднева, В. М. Федотов ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2008. – 225 с. : ил. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=66&lngEdition=1860&lngFile=1857&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 08.06.2023);

5 Есин, О. А. Физическая химия пирометаллургических процессов. Часть 2. : учеб. пособие / О. А. Есин, П .В. Гельд. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Металлургия, 1966. – 702 с.

**б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

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

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

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

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 – ]. – URL: http://rusneb.ru. – Режим доступа: по подписке;

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

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

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

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

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

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

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– ProjectLibre.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

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

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

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

## 11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

старший преподаватель Строкина Ирина Владимировна (кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

**Приложение**

**Аннотация**
**рабочей программы дисциплины «Пирометаллургические процессы и оборудование»**

**по направлению подготовки (специальности)**
**22.03.02 «Металлургия»**
**(направленность (профиль): «Металлургия»)**
**форма обучения – Заочная форма**

**1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение теоретических основ, аппаратурного оформления и технологических параметров пирометаллургических получения цветных металлов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся представления о теории процессов, наиболее распространенных в промышленной практике переработки руд цветных металлов (процессов обжига, плавки, конвертирования, рафинирования металлов, электролиза солевых расплавов);
– развитие навыков расчетов термодинамических и кинетических параметров изучаемых процессов; использования этих данных при расчете и выборе типа аппаратов и технологических схем.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физическая химия;
– Материаловедение.

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

– Теория и технология производства чугуна;
– Современные технологии производства стали;
– Внепечная обработка стали;
– Теория и технология производства ферросплавов;
– Металлургия вторичных цветных металлов;
– Металлургия тяжелых цветных металлов;
– Металлургия благородных металлов;

– Гидрометаллургические процессы и оборудование;
– Металлургия редких металлов.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ПК | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению технологических процессов в металлургии | ПК-1.1 Понимает технологические процессы металлургического производства | – знать: основные параметры и показатели пирометаллургических процессов получения цветных металлов..<br>– уметь: выявлять факторы, вызывающие отклонения технологических процессов в пирометаллургии от оптимальных параметров производства..<br>– владеть: навыками расчетов термодинамических и кинетических параметров процессов в пирометаллургическом производстве.. |
| | ПК-2: Способен определять организационно-технические меры по работе производственных цехов в металлургической отрасли | ПК-2.1 Понимает основные принципы работы оборудования металлургического производства | – знать: основное и вспомогательное оборудование пирометаллургического производства цветных металлов.<br>– уметь: выбирать основное и вспомогательное пирометаллургическое оборудование на основе современных технико-экономических требований ..<br>– владеть: навыками расчетов параметров основного |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | технологического оборудования.в пирометаллургии.. |

## 4 Объем учебной дисциплины

| Сессия / курс | | ***ИТОГО*** | ***1 сессия / 3 курс*** | ***2 сессия / 3 курс*** |
|---|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | | *экзамен* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***144*** | *36* | *108* |
| | *зачетных единиц* | ***4*** | *1* | *3* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***2*** | *2* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***133*** | *34* | *99* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***9*** | *0* | *9* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |

## 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Пирометаллургические процессы (Основные процессы, используемые в цветной металлургии. Автогенные процессы. Диссоциация химических соединений. Связь энергии Гиббса с упругостью диссоциации соединения. Окисление и сульфидирование металлов. Ионно-электронная теория высокотемпературного окисления металлов. Теоретические основы окислительного рафинирования металлов. Металлургические шлаки. Строение шлаковых расплавов. Состав заводских шлаков. Кислотность шлака. Строение оксидных расплавов. Модели активности компонентов шлаков. Диаграммы состояния шлаковых систем. Физико-химические свойства шлаков. Штейновые расплавы. Структура штейновых расплавов. Диаграммы состояния сульфидных систем. Активность компонентов сульфидных расплавов. Физико-химические свойства штейновых расплавов. Окисление сульфидов. Температура воспламенения сульфидов. Оксисульфидные системы. Потери цветных металлов со шлаками. Растворенные потери. Механические потери. Причины диспергирования

штейна (металла) в шлаковом расплаве. Пути снижения потерь металлов со шлаками. Взаимодействие на границе "штейн – шлак");

Раздел 2 Оборудование для пирометаллургических процессов (Оборудование для окислительного обжига сульфидов цветных металлов. Окислительный обжиг. Степень десульфуризации. Печи кипящего слоя. Оборудование для плавки медьсодержащих шихт на штейн. Отражательная плавка. Шахтные печи. Электрическая плавка. Плавка в печи Ванюкова. Оборудование для переработки штейна на черновую медь. Конвертирование штейна. Белый штейн. Черновая медь. Горизонтальный конвертер. Оборудование для получения чистой меди. Огневое рафинирование. Электролитическая очистка меди. Электролизная ванна. Расходы по переделу. Оборудование для обжига руд и концентратов. Обжиговые печи.).

**6 Составитель(и):**

старший преподаватель Строкина Ирина Владимировна (кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии).