

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
Проректор по учебной работе
_____ И.В. Зоря
подпись
« ____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Металлургия тяжелых цветных металлов»
наименование учебной дисциплины

22.03.02 Металлургия
код и наименование направления подготовки (специальности)

Металлургия
наименование направленности (профиля)

Квалификация выпускника
бакалавр
наименование

Форма обучения
очная
очная, очно-заочная, заочная

Срок обучения 4 года

Год начала подготовки 2019

Новокузнецк
2019

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение теоретических основ, аппаратного оформления и технологических параметров пирометаллургических, электрометаллургических и гидрометаллургических процессов получения тяжелых цветных металлов, влияния этих процессов на окружающую среду.

Задачами учебной дисциплины являются:

- сформировать у обучающихся представления о теории и практике процессов переработки руд тяжелых цветных металлов;
- развить навыки расчетов термодинамических и кинетических параметров изучаемых процессов;
- научить обучающихся правильному и обоснованному выбору основного технологического оборудования и технологических схем.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам вариативной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- «Химия»,
- «Неорганическая химия»,
- «Физическая химия»,
- «Материаловедение»,
- «Теория металлургических процессов»,
- «Обогащение руд»,
- «Производство цветных металлов».

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

- «Теория и технология производства ферросплавов».

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **профессиональные компетенции:**

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-10. Способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке	Знать: свойства тяжелых цветных металлов и технологию их производства; Уметь: осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии тяжелых цветных металлов; Владеть: навыками выполнения технологических расчетов в металлургии тяжелых цветных металлов.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

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

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение *лекций, практических занятий, лабораторных работ*. Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	8 сем.
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		12	12
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		6	6
Практические работы, <i>академ. час.</i>		6	6
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		84	84
Контроль, <i>академ. час.</i>		36	36

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Металлургия меди.

Сырье для производства меди. Медные руды и минералы, их классификация. Вторичное сырье. Флюсы. Топливо. Современные методы переработки медного сырья.

Подготовка сырья к металлургической переработке. Механическая подготовка шихты к металлургической переработке. Дробление, измельчение. Сортировка материалов по крупности. Обогащение руд. Медные концентраты, их характеристика. Складирование шихтовых материалов. Приготовление шихты. Обезвоживание или увлажнение шихты. Окускование мелких материалов. Химическая подготовка сырья к металлургической переработке – обжиг медных концентратов. Окислительный и сульфатизирующий обжиг сульфидных руд и концентратов. Практика

обжига. Конструкции современных обжиговых печей. Техно-экономические показатели процесса обжига. Перспективы развития процессов обжига сульфидного сырья в медной промышленности.

Плавка медных руд и концентратов в отражательных печах. Физико-химические превращения шихты и взаимодействия между твердыми и жидкими компонентами. Снижение потерь меди с отвальными шлаками. Практика плавки в отражательных печах. Современная отражательная печь и ее конструктивные особенности. Технологический контроль и управление процессом отражательной плавки. Пути интенсификации процесса.

Плавка медных концентратов в электрических печах. Особенности тепловой работы электропечи. Характеристика современных электропечей для плавки медных концентратов, их конструкция. Техно-экономические показатели процесса. Пути совершенствования электроплавки.

Шахтная плавка медного сырья. Общие принципы работы шахтной печи. Физико-химические превращения шихты при прохождении ее через шахтную печь. Конструкция шахтных печей. Разновидности шахтной медной плавки, краткая их характеристика и области применения. Состав продуктов плавки. Техно-экономические показатели и пути интенсификации процесса. Переработка газов усовершенствованной пиритной плавки в химическом цехе и применяемая аппаратура.

Автогенные процессы в производстве меди. Принципы и общая характеристика непрерывных и совмещенных процессов переработки сульфидных медных концентратов. Теоретические основы обжига – плавки сульфидных концентратов во взвешенном состоянии и в жидкой ванне. Аппаратурное оформление процессов. Основные технико-экономические показатели непрерывных процессов.

Конвертирование медных штейнов. Общая характеристика переработки штейнов на черновую медь в конвертерах. Теоретические основы процесса. Его химизм. Процесс шлакообразования в конвертере. Практика конвертирования медных штейнов. Типы, конструкции и размеры современных конвертеров. Продукты конвертирования, их состав. Качество конвертерной меди и стандарты на нее. Техно-экономические показатели конвертирования медных штейнов.

Рафинирование черновой меди. Примеси в черновой меди и их влияние на свойства меди. Поведение примесей при рафинировании. Стадии процесса, их химизм. Современные рафинировочные печи и их характеристика. Теория процессов электролитического рафинирования и электроосаждения меди из растворов. Поведение примесей при электролизе меди. Конструкции ванн, системы их включения. Влияние различных факторов на выход по току, напряжение на ванне, расход электроэнергии. Регенерация электролита. Характеристика шлама и методов его переработки.

Плавка катодной меди. Цель и физико-химические основы процесса переплавки катодной меди. Характеристика схем и оборудования для

переплавки катодов. Непрерывная переплавка катодной меди в дуговых, индукционных и шахтных печах. Получение бескислородной меди.

Гидрометаллургия меди. Подготовка исходного сырья к гидрометаллургической переработке. Характеристика промышленных растворителей. Сернокислотное и аммиачное выщелачивание. Выщелачивание руды в отвалах, кучах, подземное выщелачивание забалансовых руд. Бактериальное выщелачивание. Автоклавные способы переработки медного сырья. Аппаратурное оформление процессов. Очистка сточных вод и организация оборотного водоснабжения. Основные технико-экономические показатели гидрометаллургических способов получения меди.

Раздел 2. Metallургия никеля.

Сырьевые материалы и способы их переработки. Никелевые руды и минералы, их классификация. Современные методы переработки никелевых руд и концентратов. Схемы переработки.

Производство никеля из окисленных руд. Общая характеристика методов переработки окисленных никелевых руд. Шахтная плавка. Физико-химические процессы, протекающие в шахте печи при восстановительно-сульфидирующей плавке. Механизм штейно- и шлакообразования. Состав и структура шлаков и никелевых штейнов. Особенности конструкции шахтных печей никелевой плавки. Техничко-экономические показатели плавки и пути их улучшения. Переработка никелевых штейнов. Физико-химические основы конвертирования никелевых штейнов. Поведение кобальта при конвертировании и его извлечение из конвертерных шлаков. Техничко-экономические показатели процесса. Обжиг никелевого файнштейна. Аппаратурное оформление и технико-экономические показатели процесса.

Электроплавка окисленных никелевых руд на ферроникель. Физико-химические процессы, протекающие в расплаве. Состав продуктов (шлака, ферроникеля, отходящих газов). Схема рафинирования ферроникеля. Утилизация шлака. Техничко-экономические показатели и пути их улучшения.

Гидрометаллургия окисленных никелевых руд. Аммиачное выщелачивание. Автоклавное сернокислотное выщелачивание. Физико-химические основы процессов. Конструктивные особенности аппаратов для гидрометаллургической переработки окисленных никелевых руд. Основные технико-экономические показатели. Пути усовершенствования процессов.

Производство никеля из сульфидных медно-никелевых руд. Схема переработки сульфидных медно-никелевых руд. Подготовка руд и концентратов к плавке. Особенности химизма плавки медно-никелевых руд и концентратов. Практика процессов плавки медно-никелевого сырья в отражательных печах и электропечах. Техничко-экономические показатели процессов и пути их улучшения. Переработка медно-никелевых концентратов кислородно-конвертерным процессом и плавкой во взвешен-

ном состоянии. Конвертирование медно-никелевых штейнов. Поведение кобальта в плавке. Переработка медно-никелевых флоташтейнов. Теоретические основы и практика флотационного разделения медь- и никельсодержащих продуктов, карбонильного процесса. Получение черного никеля. Обжиг никелевого концентрата в кипящем слое. Электроплавка оксида никеля на черновой металл. Электролитическое рафинирование никеля. Переработка шламов от электролиза никеля.

Раздел 3. Metallургия свинца.

Сырье для производства свинца. Руды, минералы свинца. Способы получения свинца.

Агломерация свинцовой шихты. Способы подготовки шихты. Содержание серы и влаги в шихте. Назначение агломерации. Термические основы окисления сульфидов. Спекание. Поведение компонентов шихты при агломерации. Схемы обжига. Техничко-экономические показатели агломерации. Пути интенсификации и повышения комплексности переработки концентратов. Состав агломерата.

Восстановительная плавка агломерата в шахтных печах. Теоретические основы восстановления оксидов в шахтной печи. Зоны печи. Состав газовой фазы. Распределение температуры по сечению печи. Горение углерода. Продукты плавки. Отходящие газы. Состав свинцовой шихты. Требования к шихте. Поведение компонентов шихты при плавке. Распределение металлов по продуктам плавки. Шлаки шахтной плавки. Штейны. Шпейзы. Пыли. Выход продуктов плавки. Переработка шлаков. Практика шахтной плавки. Устройство шахтной печи. Показатели шахтной плавки. Материальный и тепловой балансы печи. Направления технического прогресса в области шахтной плавки агломерата.

Реакционная плавка. Теоретическая сущность реакционной плавки. Современный горн и практика горновой плавки. Плавка в короткобарабанной печи, в электропечи.

Автогенные процессы. Теоретическая сущность автогенных процессов. Плавка в аппарате КИВЦЭТ-ЦС, QLS. Показатели плавки. Продукты плавки.

Рафинирование черного свинца. Обезмеживание черного свинца. Окислительное рафинирование свинца. Щелочной способ рафинирования. Обессеребрение свинца. Способы обесцинкования. Обезвисмучивание и обестеллурирование свинца.

Раздел 4. Metallургия цинка.

Свойства и применение цинка. Масштабы производства. Руды, минералы. Способы получения. Обжиг цинковых концентратов. Состав продуктов обжига. Показатели обжига. Выщелачивание огарка и очистка растворов от примесей. Электролитическое осаждение цинка. Показатели электролиза. Новые процессы в металлургии свинца и цинка.

5 Перечень тем лекций

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лекций	Трудо- емкость, академ. час.
1	Металлургия меди	2
2	Металлургия никеля	1
3	Металлургия свинца	8
4	Металлургия цинка	1
ИТОГО		12

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела/ темы дисциплины	Темы практических занятий	Трудо- емкость, академ. час.
3	Технологические расчеты основных стадий производства свинца	6
ИТОГО		6

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудо- емкость, академ. час.
4	Выщелачивание цинкового огарка.	6
ИТОГО		6

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудо- емкость, академ. час.
ИТОГО		0

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
1-4	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	34
3	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	14
4	3 Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе.	10
1-4	5 Подготовка к текущему контролю.	26
Контрольная работа	Выполнение контрольной работы.	0
Курсовая	Выполнение курсовой работы (проекта).	0

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
<i>работа (проект)</i>		
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену.</i>	36
ИТОГО		120

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература

1. Зайцев, В. Я. *Металлургия свинца и цинка : учебное пособие для вузов / В. Я. Зайцев, Е. В. Маргулис. – М. : Metallurgy, 1985. – 263 с.*
2. Худяков, И.Ф. *Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов : учебник для вузов / И. Ф. Худяков, А. П. Дорошкевич, С. В. Карелов. – М. : Metallurgy, 1987. – 526 с.*
3. Худяков, И.Ф. *Металлургия меди, никеля, сопутствующих элементов и проектирование цехов : учебник для вузов / И. Ф. Худяков, С. Э. Кляйн, Н Г. Агеев. – М. : Metallurgy, 1993. – 432 с.*

б) дополнительная литература

1. *Процессы и аппараты цветной металлургии : учебник для вузов / С.С. Набойченко, Н. Г. Агеев, А. П. Дорошкевич [и др.] ; под ред. С. С. Набойченко ; Уральский государственный технический университет. – Екатеринбург : УГТУ, 1997. – 648 с.*
2. Катков, О. М. *Переработка оловянных концентратов / О. М. Катков. – М. : Metallurgy, 1993. – 240 с.*
3. Ванюков, А. В. *Комплексная переработка медного и никелевого сырья : учебник для вузов / А. В. Ванюков, Н. И. Уткин. – Челябинск : Metallurgy, 1988. – 432 с.*

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- 1 *Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.*
- 2 *Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.*
- 3 *Университетская библиотека ONLINE : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.*
- 4 *ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.*

5 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 ЭБС ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7 Электронно-библиотечная система elibrary / ООО «РУНЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке.

8 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 –]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ABBYY FineReader 11, Kaspersky Endpoint Security, AutoCAD 2013, «Программное обеспечение «Руконтекст», 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, ProjectLibre 1.6, Microsoft Windows 7.

д) базы данных и информационно-справочные системы:

1 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – 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 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, в том числе: *учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа (лекций), оборудованную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором; учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), оснащенную следующим оборудованием: муфельная печь, весы электронные аналитические, дистиллятор, вытяжной шкаф, сушильный шкаф; учебную аудиторию для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной атте-*

станции, 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».

Составители:

д.т.н., профессор, зав. кафедрой МЦМиХТ

Г.В. Галевский

д.т.н., профессор, профессор кафедры МЦМиХТ

В.В. Руднева

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МЦМиХТ, протокол № 328 от «18» марта 2019 г.

Зав. кафедрой МЦМиХТ

наименование профильной
кафедры

Г.В. Галевский

инициалы, фамилия

Согласовано:

Старший методист
методического отдела

инициалы, фамилия

Приложение А

Аннотация
рабочей программы дисциплины
«Металлургия тяжелых цветных металлов»
наименование учебной дисциплины
по направлению подготовки (специальности)
22.03.02 Metallургия

код и наименование направления подготовки (специальности)
(направленность (профиль) «Металлургия»)
форма обучения – очная

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение теоретических основ, аппаратного оформления и технологических параметров пирометаллургических, электрометаллургических и гидрометаллургических процессов получения тяжелых цветных металлов, влияния этих процессов на окружающую среду.

Задачами учебной дисциплины являются:

- сформировать у обучающихся представления о теории и практике процессов переработки руд тяжелых цветных металлов;
- развить навыки расчетов термодинамических и кинетических параметров изучаемых процессов;
- научить обучающихся правильному и обоснованному выбору основного технологического оборудования и технологических схем.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам вариативной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- «Химия»,
- «Неорганическая химия»,
- «Физическая химия»,
- «Материаловедение»,
- «Теория металлургических процессов»,
- «Обогащение руд»,
- «Производство цветных металлов».

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

- «Теория и технология производства ферросплавов».

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– профессиональные компетенции:

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-10. Способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке	Знать: свойства тяжелых цветных металлов и технологию их производства; Уметь: осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии тяжелых цветных металлов; Владеть: навыками выполнения технологических расчетов в металлургии тяжелых цветных металлов.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	8 сем. <i>экзамен</i>
Форма промежуточной аттестации			
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		12	12
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		6	6
Практические работы, <i>академ. час.</i>		6	6
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		84	84
Контроль, <i>академ. час.</i>		36	36

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы): металлургия меди; металлургия никеля; металлургия свинца; металлургия цинка.

6 Составители:

д.т.н., профессор, зав. кафедрой МЦМиХТ

Г.В. Галевский

д.т.н., профессор, профессор кафедры МЦМиХТ

В.В. Руднева