

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 -
первый проректор

_____ И.В. Зоря

подпись

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Пирометаллургические процессы и оборудование

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

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения 4 года

Год начала подготовки 2020

Новокузнецк
2021

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- изучение теоретических основ, аппаратного оформления и техно-логических 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:

- Обогащение руд;
- Теория металлургических процессов;
- Производство цветных металлов.

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

- Металлургия редких металлов;
- Гидрометаллургические процессы и оборудование;
- Металлургия тяжелых цветных металлов;
- Металлургия легких металлов;
- Металлургия вторичных цветных металлов;
- Металлургия благородных 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 производственных заданий для металлургии черных и цветных металлов	ПК-1.1 Определяет меры по устранению причин нарушения технологий, получения брака и продукции не по заказам	<p>– знать: технологии производства цветных металлов.</p> <p>– уметь: выявлять факторы, вызывающие отклонения технологических процессов в области цветной металлургии от оптимальных параметров.</p> <p>– владеть: навыками воздействия на технологический процесс с целью предотвращения получения брака и продукции не по заказам.</p>
		ПК-1.3 Оценивает обеспеченность цеха исходным сырьем и вспомогательными материалами	<p>– знать: приемы обеспеченности цеха сырьем и вспомогательными материалами .</p> <p>– уметь: оценивать обеспеченность цеха сырьем и вспомогательными материалами.</p> <p>– владеть: навыками обеспеченности цеха сырьем и вспомогательными материалами.</p>

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 педагогическим работником включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическим работником. Контактная работа обучающихся с педагогическим работником может быть аудитор-

ной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	6 семестр
Форма промежуточной аттестации			зачет
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		32	32
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		96	96
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Пирометаллургические процессы (Основные процессы, используемые в цветной металлургии. Автогенные процессы. Фазовые диаграммы систем Me – O. Система железо – кислород. Система медь – кислород. Система никель – кислород. Фазовые диаграммы систем Me – S. Система железо – сера. Система медь – сера. 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. Двойные оксидные системы. 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. Окиссульфидные 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	16	
Раздел 2.	Оборудование для пирометаллургических процессов	16	
Итого:		32	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Расчет равновесного давления реакций	4	
Раздел 2.	Расчет баланса схемы передела сырья по металлу	4	
Итого:		8	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Твердофазное взаимодействие между сульфидом и оксидом металла	4	
Раздел 2.	Кинетика диссоциации карбонатов	4	

Итого:	8	0
---------------	----------	----------

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

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

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала.	24	
Раздел 1; Раздел 2.	1. Оформление отчета о практической работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	24	
Раздел 1.	1. Оформление отчета по лабораторной работе; 2. Подготовка к лабораторной работе.	24	
Раздел 1; Раздел 2.	1. Подготовка к текущему контролю.	24	
Итого:		96	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.;

5 Есин, О. А. Физическая химия пирометаллургических процессов. Часть 1. : учеб. пособие / О. А. Есин, П. В. Гельд. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Metallurgia, 1962. – 671 с.;

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

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

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

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

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

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

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

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

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

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- 7-Zip;
- ABBYY FineReader 11;
- AutoCAD;

- Kaspersky Endpoint Security;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7;
- ProjectLibre.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

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

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть 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.;

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, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную лабораторным оборудованием;
- 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):

доцент Полях Ольга Анатольевна (кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение А

Аннотация рабочей программы дисциплины «Пирометаллургические процес- сы и оборудование»

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

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- изучение теоретических основ, аппаратного оформления и техно-логических параметров пирометаллургических получения цветных металлов.

Задачами учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся представления о теории процес-сов, наиболее распространенных в промышленной практике пе-реработки руд цветных металлов (процессов обжига, плавки, конвертирования, рафинирования металлов, электролиза соле-вых 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:

- Обогащение руд;
- Теория металлургических процессов;
- Производство цветных металлов.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получа-емые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Металлургия редких металлов;
- Гидрометаллургические процессы и оборудование;
- Металлургия тяжелых цветных металлов;
- Металлургия легких металлов;
- Металлургия вторичных цветных металлов;
- Металлургия благородных 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 производственных заданий для металлургии черных и цветных металлов	ПК-1.1 Определяет меры по устранению причин нарушения технологий, получения брака и продукции не по заказам	<p>– знать: технологии производства цветных металлов.</p> <p>– уметь: выявлять факторы, вызывающие отклонения технологических процессов в области цветной металлургии от оптимальных параметров.</p> <p>– владеть: навыками воздействия на технологический процесс с целью предотвращения получения брака и продукции не по заказам.</p>
		ПК-1.3 Оценивает обеспеченность цеха исходным сырьем и вспомогательными материалами	<p>– знать: приемы обеспеченности цеха сырьем и вспомогательными материалами .</p> <p>– уметь: оценивать обеспеченность цеха сырьем и вспомогательными материалами.</p> <p>– владеть: навыками обеспеченности цеха сырьем и вспомогательными материалами.</p>

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	ИТОГО	6 семестр
Форма промежуточной аттестации		зачет

Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		32	32
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		96	96
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		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. Фазовые диаграммы систем Me – O. Система железо – кислород. Система медь – кислород. Система никель – кислород. Фазовые диаграммы систем Me – S. Система железо – сера. Система медь – сера. 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. Двойные оксидные системы. 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. Окисульфидные 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):

доцент Полях Ольга Анатольевна (кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии).