

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

Теория металлургических процессов

22.03.02 «Металлургия»

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

22.03.02 «Металлургия»

(направленность (профиль): «Обработка металлов давлением+»);

22.03.02 «Металлургия»

(направленность (профиль): «Металлургия сварочного производства+»);

22.03.02 «Металлургия»

(направленность (профиль): «Обработка металлов давлением»)

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:

- освоение обучающимися применения законов и понятий физической химии для анализа реакций металлургических процессов.

Задачами учебной дисциплины являются:

- обучение термодинамическому и молекулярно-кинетическому анализу реакций металлургических процессов;
- формирование у обучающихся навыков проведения теоретического анализа металлургического процесса и своевременного реагирования на его ход.

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

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

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Химия;
- Физика;
- Неорганическая химия;
- Введение в профессиональную деятельность.

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

- Физическая химия;
- Металлургия черных металлов;
- Обработка металлов давлением;
- Организация научных исследований;
- Производство цветных металлов;
- Литейное и сварочное производство.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **Общепрофессиональные компетенции**

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
	ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя	ОПК-1.2 Демонстрирует понимание естественнонаучных и общеинженерных	– знать: понимание естественнонаучных и общеинженерных знаний и применяет

	методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	знаний и применяет их в своей профессиональной деятельности	их в своей профессиональной деятельности. – уметь: демонстрировать понимание естественнонаучных и общеинженерных знаний и применяет их в своей профессиональной деятельности. – владеть: приемами демонстрации понимания естественнонаучных и общеинженерных знаний и применяет их в своей профессиональной деятельности.
--	---	---	---

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

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	3 семестр	4 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен	экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	216	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	6	3	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		34	18	16
в форме практической подготовки		0	0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		16	0	16
в форме практической подготовки		0	0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		34	18	16

в форме практической подготовки	0	0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>	0	0	0
в форме практической подготовки	0	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>	0	0	0
в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	96	54	42
в форме практической подготовки	0	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>	36	18	18
в форме практической подготовки	0	0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Физико-химические основы горения топлива (Термодинамический анализ горения газообразного топлива. Термодинамика горения H_2 , CO и природного газа. Механизм и кинетика реакций горения газообразного топлива. Термодинамический анализ реакций газификации и горения углерода. Термодинамический анализ реакции газификации углерода. Термодинамический анализ реакций горения углерода. Гетерогенная кинетика. Механизм и кинетика реакций газификации и горения углерода. Опыт Лангмюра. Окислительно-восстановительный потенциал газовой фазы);

Раздел 2 Термическое разложение соединений и окисление металлов (Термодинамический анализ диссоциации карбонатов и оксидов. Упругость диссоциации. Температуры начала разложения и химического кипения. Механизм и кинетика термической диссоциации соединений. Особенности кинетики диссоциации соединений. Термодинамика окисления металлов. Кинетика окисления металлов. Механизм окисления железа. Защита от высокотемпературного окисления);

Раздел 3 Физико-химические основы восстановительных процессов (Правило Байкова. Термодинамический анализ восстановления оксидов железа водородом. Термодинамический анализ восстановления оксидов железа оксидом углерода (II). Сравнение восстановительных способностей водорода и оксида углерода (II). Механизм и кинетика восстановления оксидов железа газообразными восстановителями. Термодинамический анализ восстановления оксидов железа углеродом. Особенности фазового равновесия в присутствии углерода. Механизм и кинетика восстановления оксидов железа углеродом);

Раздел 4 Термодинамика металлических расплавов (Характеристика жидкого состояния металлов. Термодинамическая активность компонента раствора. Стандартные состояния. Параметры взаимодействия. Учет влияния элементов друг на друга. Модель регулярного металлического раствора. Энергия взаимообмена. Определение коэффициента активности компонента раствора);

Раздел 5 Термодинамика шлаковых расплавов (Электролитическая природа шлака. Расчет ионных долей компонентов шлакового рас-

твора. Модель совершенного ионного шлакового раствора. Определение активности компонентов шлакового раствора. Модель регулярного шлакового раствора. Представление об ионном составе шлакового раствора. Определение активности компонента шлакового раствора);

Раздел 6 Взаимодействие металлического и шлакового расплавов (Основы электрохимического взаимодействия компонентов металлического и шлакового расплавов. Окислительная способность шлакового раствора. Термодинамика окисления углерода, удаление серы и фосфора из железоуглеродистого сплава);

Раздел 7 Штейновые расплавы (Структура штейновых расплавов. Диаграммы состояния сульфидных систем. Активность компонентов сульфидных расплавов. Физико-химические свойства штейновых расплавов);

Раздел 8 Основы теории испарения и конденсации (Термодинамика испарения простых веществ и растворов. Механизм и кинетика процессов испарения и конденсации. Теоретические основы процесса перегонки металлов. Ректификация металлов и их соединений);

Раздел 9 Теория электрометаллургических процессов (Электродвижущие силы и электродные потенциалы. Электрокапиллярные явления, электрокапиллярная кривая, точка нулевого заряда. Возникновение скачка потенциала на границе электрод - электролит. Двойной электрический слой (ДЭС). Теории строения ДЭС. Потенциал плотной и размытой части ДЭС. Химические источники тока (ХИТ). Электролиз. Сущность процесса. Катодный и анодный процессы, активные и пассивные электроды. Основные законы электролиза. Законы Фарадея и скорость электрохимических процессов. Напряжение разложения. Основы электрохимии расплавленных солей. Диффузия, электропроводность и перенос ионов в расплавленных солях. Диффузия в расплавленных солях. Закон Фика. Электропроводность индивидуальных солей. Электропроводность смеси солей. Перенос ионов в расплавленных индивидуальных солях и их смесях);

Раздел 10 Теория пирометаллургических процессов (Строение и физико-химические свойства твердых тел. Химическая связь в молекулах и кристаллах. Тип связи. Элементы зонной теории твердых тел. Дефекты структуры кристаллов. Связь дефектов структуры с физико-химическими свойствами тел. Диффузия в твердых телах. Механизм диффузии. Фазовые равновесия в системах Me – X. Правило фаз Гиббса. Основные принципы построения диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Строение твердых оксидов и сульфидов. Равновесное давление летучего компонента. 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. Термодинамика диссоциации соединений (карбонатов, оксидов, сульфидов).

Термодинамика диссоциации соединений с дефектной структурой. Термодинамика процесса диссоциации с образованием конденсированных фаз постоянного состава. Упругость диссоциации. Механизм и кинетика диссоциации соединений. Топохимические реакции. Основные стадии процесса диссоциации. Кинетические кривые. Окисление и сульфидирование металлов. Закономерности окисления металлов, образующих рыхлую и плотную оксидную пленку. Стадии процесса. Режимы процесса. Механизм процесса. Ионно-электронная теория высокотемпературного окисления металлов. Теоретические основы окислительного рафинирования металлов).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Физико-химические основы горения топлива	3	
Раздел 2.	Термическое разложение соединений и окисление металлов	3	
Раздел 3.	Физико-химические основы восстановительных процессов	3	
Раздел 4.	Термодинамика металлических расплавов	3	
Раздел 5.	Термодинамика шлаковых расплавов	3	
Раздел 6.	Взаимодействие металлического и шлакового расплавов	3	
Раздел 7.	Штейновые расплавы	4	
Раздел 8.	Основы теории испарения и конденсации	4	
Раздел 9.	Теория электрометаллургических процессов	4	
Раздел 10.	Теория пирометаллургических процессов	4	
Итого:		34	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 равновесных характеристик горения газов	2	

Раздел 1.	Расчет кинетических констант реакций с углеродом	2	
Раздел 1.	Расчет окислительно-восстановительного потенциала газовой фазы	2	
Раздел 2.	Расчет упругости диссоциации карбонатов. Расчет температур начала разложения и химического кипения	2	
Раздел 3.	Расчет восстановления оксидов металлов	2	
Раздел 4.	Расчет активности углерода в растворе Fe – C	2	
Раздел 4.	Расчет коэффициента активности углерода по модели регулярного раствора	2	
Раздел 5.	Расчет активности компонентов шлакового раствора по модели совершенного ионного раствора	2	
Раздел 6.	Окислительная способность шлакового раствора	2	
Раздел 9.	Электродвижущие силы и электродные потенциалы	2	
Раздел 10.	Определение изменения энергии Гиббса реакций по методу Владимирова Л.П. (точный и приближенный методы расчета)	8	
Раздел 10.	Расчет равновесного давления реакций	6	
Итого:		34	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 10.	Твердофазное взаимодействие между сульфидом и оксидом металла	8	
Раздел 10.	Кинетика диссоциации карбонатов	8	
Итого:		16	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; Раздел 3; Раздел 4; Раздел 5; Раздел 6; Раздел 7; Раздел 8; Раздел 9; Раздел 10.	1. Изучение лекционного материала.	40	
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4; Раздел 5; Раздел 6; Раздел 9; Раздел 10.	1. Оформление отчета о практической работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	30	
Раздел 10.	1. Оформление отчета по лабораторной работе; 2. Подготовка к лабораторной работе.	8	
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4; Раздел 5; Раздел 6; Раздел 7; Раздел 8; Раздел 9; Раздел 10.	1. Подготовка к текущему контролю.	18	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену (3 семестр)</i>	18	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену (4 семестр)</i>	18	
Итого:		132	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 : учебное пособие для вузов / 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. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=66&lngEdition=1860&lngFile=1857&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 27.12.2020);

5 Ванюков, А. В. Теория пирометаллургических процессов : учебник для вузов / А. В. Ванюков. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Металлургия, 1993. – 384 с.;

6 Теория металлургических процессов : учебник для вузов / Д. И. Рыжонков, П. П. Арсентьев, В. В. Яковлев [и др.]. – Москва : Металлургия, 1989. – 390 с.;

7 Полях, О. А. Пирометаллургические процессы : конспект лекций / О. А. Полях, И. В. Ноздрин ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2017. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=3838&lngFile=3741&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 27.12.2020).

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, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную следующим оборудованием: муфельная печь, весы электронные аналитические, дистиллятор, вытяжной шкаф, сушильный шкаф;
- 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);

доцент Васильев Владимир Владимирович (кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение А

Аннотация рабочей программы дисциплины «Теория металлургических процессов»

по направлению подготовки (специальности)

22.03.02 «Металлургия»

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

22.03.02 «Металлургия»

(направленность (профиль): «Обработка металлов давлением+»);

22.03.02 «Металлургия»

(направленность (профиль): «Металлургия сварочного производства+»);

22.03.02 «Металлургия»

(направленность (профиль): «Обработка металлов давлением»)

форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- освоение обучающимися применения законов и понятий физической химии для анализа реакций металлургических процессов.

Задачами учебной дисциплины являются:

- обучение термодинамическому и молекулярно-кинетическому анализу реакций металлургических процессов;
- формирование у обучающихся навыков проведения теоретического анализа металлургического процесса и своевременного реагирования на его ход.

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

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

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Химия;
- Физика;
- Неорганическая химия;
- Введение в профессиональную деятельность.

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

- Физическая химия;
- Металлургия черных металлов;
- Обработка металлов давлением;

- Организация научных исследований;
- Производство цветных металлов;
- Литейное и сварочное производство.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
	ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.2 Демонстрирует понимание естественнонаучных и общеинженерных знаний и применяет их в своей профессиональной деятельности	<p>– знать: понимание естественнонаучных и общеинженерных знаний и применяет их в своей профессиональной деятельности.</p> <p>– уметь: демонстрировать понимание естественнонаучных и общеинженерных знаний и применяет их в своей профессиональной деятельности.</p> <p>– владеть: приемами демонстрации понимания естественнонаучных и общеинженерных знаний и применяет их в своей профессиональной деятельности.</p>

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	3 семестр	4 семестр
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>	<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	216	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	6	3	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		34	18	16
в форме практической подготовки		0	0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		16	0	16
в форме практической подготовки		0	0	0
Практические занятия, <i>академ.</i>		34	18	16

час.			
в форме практической подготовки	0	0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>	0	0	0
в форме практической подготовки	0	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>	0	0	0
в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	96	54	42
в форме практической подготовки	0	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>	36	18	18
в форме практической подготовки	0	0	0

5 Краткое содержание учебной дисциплины

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

Раздел 1 Физико-химические основы горения топлива (Термодинамический анализ горения газообразного топлива. Термодинамика горения H_2 , CO и природного газа. Механизм и кинетика реакций горения газообразного топлива. Термодинамический анализ реакций газификации и горения углерода. Термодинамический анализ реакции газификации углерода. Термодинамический анализ реакций горения углерода. Гетерогенная кинетика. Механизм и кинетика реакций газификации и горения углерода. Опыт Лангмюра. Окислительно-восстановительный потенциал газовой фазы);

Раздел 2 Термическое разложение соединений и окисление металлов (Термодинамический анализ диссоциации карбонатов и оксидов. Упругость диссоциации. Температуры начала разложения и химического кипения. Механизм и кинетика термической диссоциации соединений. Особенности кинетики диссоциации соединений. Термодинамика окисления металлов. Кинетика окисления металлов. Механизм окисления железа. Защита от высокотемпературного окисления);

Раздел 3 Физико-химические основы восстановительных процессов (Правило Байкова. Термодинамический анализ восстановления оксидов железа водородом. Термодинамический анализ восстановления оксидов железа оксидом углерода (II). Сравнение восстановительных способностей водорода и оксида углерода (II). Механизм и кинетика восстановления оксидов железа газообразными восстановителями. Термодинамический анализ восстановления оксидов железа углеродом. Особенности фазового равновесия в присутствии углерода. Механизм и кинетика восстановления оксидов железа углеродом);

Раздел 4 Термодинамика металлических расплавов (Характеристика жидкого состояния металлов. Термодинамическая активность компонента раствора. Стандартные состояния. Параметры взаимодействия. Учет влияния элементов друг на друга. Модель регулярного металлического раствора. Энергия взаимообмена. Определение коэффициента активности компонента раствора);

Раздел 5 Термодинамика шлаковых расплавов (Электролитическая природа шлака. Расчет ионных долей компонентов шлакового раствора. Модель совершенного ионного шлакового раствора. Определение активности компонентов шлакового раствора. Модель регулярного шлакового раствора. Представление об ионном составе шлакового раствора. Определение активности компонента шлакового раствора);

Раздел 6 Взаимодействие металлического и шлакового расплавов (Основы электрохимического взаимодействия компонентов металлического и шлакового расплавов. Окислительная способность шлакового раствора. Термодинамика окисления углерода, удаление серы и фосфора из железоуглеродистого сплава);

Раздел 7 Штейновые расплавы (Структура штейновых расплавов. Диаграммы состояния сульфидных систем. Активность компонентов сульфидных расплавов. Физико-химические свойства штейновых расплавов);

Раздел 8 Основы теории испарения и конденсации (Термодинамика испарения простых веществ и растворов. Механизм и кинетика процессов испарения и конденсации. Теоретические основы процесса перегонки металлов. Ректификация металлов и их соединений);

Раздел 9 Теория электрометаллургических процессов (Электродвижущие силы и электродные потенциалы. Электрокапиллярные явления, электрокапиллярная кривая, точка нулевого заряда. Возникновение скачка потенциала на границе электрод - электролит. Двойной электрический слой (ДЭС). Теории строения ДЭС. Потенциал плотной и размытой части ДЭС. Химические источники тока (ХИТ). Электролиз. Сущность процесса. Катодный и анодный процессы, активные и пассивные электроды. Основные законы электролиза. Законы Фарадея и скорость электрохимических процессов. Напряжение разложения. Основы электрохимии расплавленных солей. Диффузия, электропроводность и перенос ионов в расплавленных солях. Диффузия в расплавленных солях. Закон Фика. Электропроводность индивидуальных солей. Электропроводность смеси солей. Перенос ионов в расплавленных индивидуальных солях и их смесях);

Раздел 10 Теория пирометаллургических процессов (Строение и физико-химические свойства твердых тел. Химическая связь в молекулах и кристаллах. Тип связи. Элементы зонной теории твердых тел. Дефекты структуры кристаллов. Связь дефектов структуры с физико-химическими свойствами тел. Диффузия в твердых телах. Механизм диффузии. Фазовые равновесия в системах Me – X. Правило фаз Гиббса. Основные принципы построения диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Строение твердых оксидов и сульфидов. Равновесное давление летучего компонента. 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. Термодинамика диссоциации соединений (карбонатов, оксидов, сульфидов). Термодинамика диссоциации соединений с дефектной структурой. Термодинамика процесса диссоциации с образованием конденсированных фаз постоянного состава. Упругость диссоциации. Механизм и кинетика диссоциации соединений. Топохимические реакции. Основные стадии процесса диссоциации. Кинетические кривые. Окисление и сульфидирование металлов. Закономерности окисления металлов, образующих рыхлую и плотную оксидную пленку. Стадии процесса. Режимы процесса. Механизм процесса. Ионно-электронная теория высокотемпературного окисления металлов. Теоретические основы окислительного рафинирования металлов).

6 Составитель(и):

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

доцент Васильев Владимир Владимирович (кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии).