

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ЮТИ ТПУ
_____ В. Л. Бибик
«_» _____ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НА УЧЕБНЫЙ ГОД**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Направление ООП: **22.03.02МЕТАЛЛУРГИЯ**

Профиль подготовки: **Металлургия черных металлов**

Квалификация (степень): **прикладной бакалавр**

Базовый учебный план приема **2016 г.**

Курс **2**; Семестр **4**;

Количество кредитов: **3**

Код дисциплины **В.М4.1**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	24
Практические занятия, ч	24
Лабораторные занятия, ч	
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
Итого, ч	108

Вид промежуточной аттестации: **зачет в 4 семестре.**

Обеспечивающая кафедра: **«Металлургия черных металлов»**

Заведующий кафедрой: **к.т.н., доцент Сапрыкин А.А.**

Руководитель ООП: **к.т.н., доцент Сапрыкин А.А.**

Преподаватель: **к.ф.-м.н., ст. преподаватель Родзевич А.П.**

2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области обучения, воспитания и развития современного мировоззрения обучающихся, так же приобретение навыков самостоятельной работы, необходимых для использования знаний по физической химии при изучении специальных дисциплин и дальнейшей практической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физико-химические основы металлургических процессов» относится к вариативной части профессионального модуля.

Дисциплине «Физико-химические основы металлургических процессов» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Б.М5 Физика 2.4,
- Б.М3 Математика 3.7,
- [Б.М10](#) Соппротивление материалов,
- [Б.М3](#) Электротехника 1.4,
- [Б.М4](#) Теоретическая механика,
- [Б.М17](#) Инженерно-производственная подготовка.

Содержание разделов дисциплины «Физико-химические основы металлургических процессов» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- [Б.М8](#) Физическая химия,
- Б.М5 Теплотехника,
- [Б.М11](#) Теория механизмов и машин,
- [Б.М15](#) Информационные технологии в металлургии.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС ВО:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 (ОК-4, 5, ОПК-4, ПК-1, 2, 3,	3.1.	основные законы физико-химических	У1.1	выполнять термохимические расчеты металлургиче	В1.1	Основными физико-химическими расчетами

4)	металлургических процессов для исследования свойств и процессов металлургических систем.	ских систем, составлять материальный баланс этих систем	металлургических процессов
----	------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	----------------------------

В процессе изучения дисциплины бакалавры должны приобрести фундаментальные знания:

- об основных металлургических системах и процессах;
- об основах фундаментальных положений и законов физической химии лежащих в области термодинамического и кинетического анализа важнейших процессов, протекающих в металлургических агрегатах;
- о взаимосвязи между свойствами металлургической системы, природой веществ и их реакционной способностью.

А так же получить практические навыки самостоятельного проведения физико-химического анализа.

После изучения данной дисциплины бакалавры приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы*. Соответствие результатов освоения дисциплины формируемым компетенциям ООП «Металлургия» представлено в таблице.

В результате освоения дисциплины «Физико-химические основы металлургических процессов» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД1	Уметь анализировать и синтезировать результаты (ПК-1)
РД2	Уметь выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-2)
РД3	Уметь использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3)

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины по разделам, формам организации и контролю обучения

№	Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого	Формы текущего контроля и аттестации
		Лекции	Лаб. зан.	Практ./ семинар			
1.	Основы теории горения топлива	2		4	5	11	Отчеты по практическим работам
2.	Кинетика реакций	2			5	7	
3.	Теория диссоциации и прочности карбонатов	2		4	5	11	Отчеты по практическим работам
4.	Образование и диссоциация химических соединений	2			5	7	
5.	Окисление и диссоциация металлов	2			5	7	
6.	Восстановительные процессы	2		4	5	11	Отчеты по практическим работам
7.	Закономерности науглероживания металлов	2			5	7	
8.	Металлургические расплавы	2		4	4	10	Отчеты по практическим работам
9.	Процесс обезуглероживания стали	2		4	5	11	Отчеты по практическим работам
10.	Основы ликвационных и кристаллизационных методов рафинирования	2		2	4	8	Отчеты по практическим работам
11.	Теоретические основы процессов испарения, возгонки и конденсации	2			5	7	
12.	Теоретические основы	2		2	5	9	Отчеты по практическим работам

	взаимодействия сульфидов с газами, металлами и оксидами						работам
13.	Итоговая аттестация				2	2	Зачет 4 семестр
	Итого	24		24	60	108	

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы теории горения топлива.

Лекция. Роль физико-химических основ металлургических процессов для их оптимизации и разработки безотходных экологически чистых технологий, расширения вторичных сырьевых ресурсов. Методы физико-химического анализа процессов: термодинамический, кинетический, экспериментальный.

Термодинамический анализ реакций горения газообразного и твердого топлива.

Практическая работа 1. Процессы горения и свойства высокотемпературной фазы.

Раздел 2. Кинетика реакций

Лекция. Особенности механизма и кинетики реакций гомогенного горения. Воспламенение газовых смесей.

Особенности механизма и кинетики реакций гетерогенного горения топлива. Воспламенение твердого топлива.

Раздел 3. Теория диссоциации и прочности карбонатов

Лекция. Термодинамика образования и диссоциации карбонатов. Упругость диссоциации различных карбонатов. Кинетика и механизм процессов диссоциации и образования карбонатов. Влияние различных факторов на скорость процесса. Закономерности образования нового кристаллического вещества на твердой поверхности.

Практическая работа 2. Процессы диссоциации и образования карбонатов, оксидов и сульфидов.

Раздел 4. Образование и диссоциация химических соединений

Лекция. Общие закономерности диссоциации соединений. Упругость диссоциации как мера термической прочности соединений. Влияние факторов на упругость диссоциации. Температура начала разложения и химического кипения. Газообразная диссоциация. Конденсатная диссоциация.

Особенности кинетики и механизма термической диссоциации соединений. Термографический метод изучения термического разложения соединений.

Раздел 5. Окисление и диссоциация металлов

Лекция. Формально-кинетические закономерности окисления металлов. Зависимость толщины слоя окалины от времени взаимодействия металла с кислородом. Влияние температуры. Влияние химического потенциала реагентов. Структура окалины. Механизм окисления железа. Диффузия кислорода и железа. Формирование первичной пленки. Ионно-электронная теория окисления. Термодинамика диссоциации окислов.

Раздел 6. Восстановительные процессы

Лекция. Общие термодинамические условия восстановления оксидов металлов. Восстановление оксидов железа водородом и оксидом углерода. Особенности механизма и кинетики восстановления оксидов металлов газами. Термодинамические условия восстановления оксидов металлов углеродом. Восстановление оксидов железа углеродом. Особенности механизма и кинетики восстановления твердым восстановителем. Особенности восстановления оксидов металлов из растворов.

Практическая работа 3. Процессы восстановления оксидов металлов.

Раздел 7. Закономерности науглероживания металлов

Лекция. Науглероживание железа оксидом углерода. Науглероживание железа метаном.

Раздел 8. Металлургические расплавы

Лекция. Общая характеристика металлургических расплавов. Строение жидких металлов. Дифракционный анализ структуры жидких металлов и их сплавов. Свойства жидких металлов: вязкость, плотность, поверхностное натяжение, электрическое сопротивление.

Ионные расплавы (шлаки). Химический и минералогический состав шлаков. Диаграммы состояния шлаковых систем. Строение шлаков. Физико-химические свойства шлаков.

Практическая работа 4 Металлургические расплавы и их термодинамические характеристики.

Раздел 9. Процесс обезуглероживания стали

Лекция Схема процесса окисления углерода. Переход кислорода из газа в шлак. Равновесие в чисто железистых шлаках. Влияние основности шлака. Кинетика перехода кислорода из газа в шлак. Переход кислорода из шлака в металл. Влияние окиси кальция и кремнезема. Диффузия кислорода внутри шлака.

Зарождение газовых пузырьков в Совметаллической ванне. Равновесие пузырька окиси углерода с металлом. Условия возникновения пузырьков в

жидкой стали. Влияние поверхности твердого тела на зарождение пузырьков. Поры, смачиваемые и не смачиваемые жидким металлом.

Практическая работа 5. Оксидные расплавы и их термодинамические характеристики.

Раздел 10. Основы ликвационных и кристаллизационных методов рафинирования

Лекция. Общая характеристика ликвационных явлений. Укрупнение новой фазы. Скорость разделения фаз. Разновидности процессов ликвационного рафинирования. Сущность кристаллизационных методов очистки металлов и полупроводниковых материалов. Равновесный и эффективный коэффициент распределения. Распределение примесей по длине слитка при нормальной направленной кристаллизации и вытягивании из расплава. Распределение примесей по длине слитка при зонной плавке. Зонное выравнивание и легирование.

Практическая работа 6. Процессы взаимодействия металлических и оксидных расплавов.

Раздел 11. Теоретические основы процессов испарения, возгонки и конденсации

Лекция. Общая характеристика процессов испарения, возгонки и конденсации в металлургии. Термодинамика процессов испарения и возгонки чистых металлов. Термодинамика процесса испарения в двухкомпонентных системах. Термодинамика конденсации паров. Механизм и кинетика процессов испарения и конденсации. Основы процессов дистилляции и сублимации.

Раздел 12 Теоретические основы взаимодействия сульфидов с газами, металлами и оксидами

Лекция. Общая характеристика процессов взаимодействия сульфидов с газами, металлами и оксидами. Взаимодействие твердых и газообразных фаз в системе $Me-S-O$. Термодинамические условия образования и термической диссоциации сульфатов. Взаимодействие в системах $Me-Me'-S$. Взаимодействие в системе $Me-S-O$ при высоких температурах. Взаимодействие в системе $Me-Me'-S-O$. Механизм и кинетика взаимодействия в системе $Me-S-O$ при наличии твердых фаз. Особенности механизма и кинетики взаимодействия в системе $Me-S-O$ при наличии жидких фаз.

Практическая работа 7. Взаимодействие растворенных элементов в расплавах на основе железа.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Физико-химические основы металлургических процессов» следующие образовательные технологии:

Таблица 3

Методы и формы организации обучения

Методы	ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр.*, Мк**	СРС	К. пр.***
ИТ-методы		х		х		х	
Работа в команде				х			
Case-study							
Игра							
Методы проблемного обучения		х					
Обучение на основе опыта		х		х			
Опережающая самостоятельная работа				х		х	
Проектный метод							
Поисковый метод							
Исследовательский метод							
Другие методы							

* – Тренинг, ** – мастер-класс, *** – командный проект

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1 Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающая самостоятельная работа;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение расчетно-графических работ;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;

6.1.1. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Экспериментальные методы исследования диффузии.
- Исторические этапы развития физической химии.
- Строение атома.
- Строение молекулы.

6.1.2. Примерный перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- Термодинамические характеристики теплозащитного материала.
- Кинетика металлургических процессов при раскислении различными раскислителями.
- Интенсификация процессов в металлургии.
- Разработка современных технологий защитных покрытий металлической продукции.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Защита индивидуальных заданий	РД1
Коллоквиумы	РД2
Зачёт	РД1-3

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

- вопросы входного контроля (Пример:Что такое «Горение»?);
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий (Пример:Чем отличается эмпирический метод расчета от энтропийного?),
- вопросы для самоконтроля (Пример:Что такое дефосфорация, десульфурация?);
- вопросы, выносимые на коллоквиумы (Пример:Процесс обезуглероживания);

- вопросы, выносимые на зачет (Пример: Как влияет падина на процесс удаления углерода).

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Родзевич А.П. Физико-химические основы металлургических процессов: учебное пособие / А.П. Родзевич – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010 – 293 с.

Дополнительная литература

1. Задиранов, А.Н. Основы физической химии в литейном производстве [Текст] : Учебное пособие для вузов / Задиранов А.Н. - М. : МГИУ, 2007. - 95 с.

2. Рыжонков Д.И., Арсентьев П.П. Теория металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1989г.

3. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1988. – 288с.

4. Попель С.И. Теория металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1986. – 462с. Есин О.А., Гельд П.В. Физическая химия пирометаллургических процессов. – М.: Металлургия, 4.1, 1962. – 671с.

5. Есин О.А. Гельд П.В. Физическая химия пирометаллургических процессов. – М.: Metallurgy, 4.2, 1965. – 702с.

6. Морачевский А.Г., Сладков И.Б. Термодинамические расчеты в металлургии (справочник). – М.: Metallurgy, 1985.

7. Попель С.И. Взаимодействие расплавленного металла с газом и шлаком. – Свердловск: УПИ, 1975. –179с., – 179с.

Интернет-ресурсы:

<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>

Используемое программное обеспечение:

1. Презентации в программе Microsoft Power Point 97-2003

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., кол-во установок
1	Лекционная аудитория	Корп. № 5, ауд. 19
2	Компьютерный класс	Корп. №5, ауд. 11 5 компьютеров
3	Проектор	Корп. №5, ауд. 17

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», профиль «Металлургия черных металлов».

Программа одобрена на заседании кафедры «Металлургия черных металлов» (протокол № _____ от «___» _____ 2016 г.).

Автор(ы) Родзевич А.П.

Рецензент(ы) Сапрыкин А.А.