

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР  
В. Л. Бирик  
« 29 » 05 2015 г.

## БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление ООП: 22.03.02МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль подготовки: Metallургия черных металлов

Квалификация (степень): прикладной бакалавр

Базовый учебный план приема 2015 г.

Курс 2; Семестр 4;

Количество кредитов: 3

Код дисциплины Б1.ВМ.4.4.1

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

Обеспечивающая кафедра: «Metallургия 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.

2015 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области обучения, воспитания и развития современного химического мировоззрения бакалавров, 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):

- Б1.Б6 Физика,
- Б1.Б5 Математика,
- Б1.Б4 Химия.

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

- Б1.Б17 Физическая химия,
- Б1.Б18 Теплотехника,

### 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:

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, 4)	3.1.	основные законы физико-химических металлургических процессов для	У1.1	выполнять термохимические расчеты металлургических систем, составлять материальны	В1.1	Основными физико-химическими расчетами металлургических процессов



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 взаимодействия сульфидов с газами, металлами и оксидами	2		2	5	9	Отчеты по практическим работам
13.	Итоговая аттестация				2	2	Зачет 4 семестр
	Итого	24		24	60	<b>108</b>	

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 окислы от времени взаимодействия металла с кислородом. Влияние температуры. Влияние химического потенциала реагентов. Структура окислы. 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* Схематическая диаграмма 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 ковше. 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**

ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр.*, Мк**	СРС	К. пр.***
Методы						
IT-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:

<b>Контролирующие мероприятия</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
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.: Металлургия, 4.2, 1965. – 702с.

6. Морачевский А.Г., Сладков И.Б. Термодинамические расчеты в металлургии (справочник). – М.: Металлургия, 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 по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», профиль «Металлургия черных металлов».

Программа одобрена на заседании кафедры «Металлургия черных металлов» (протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.).

Автор(ы) Родзевич А.П.

Рецензент(ы) Сапрыкин А.А.