

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
Тихоокеанский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.В. Шалобанов

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2008г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

по кафедре «Литейное производство и технология металлов»

**ФИЗИКО-ХИМИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

Утверждена научно-методическим советом университета для направлений подготовки (специальностей) в области металлургии и литейного производства черных и цветных металлов и сплавов. Специальности «Литейное производство черных и цветных металлов» и «Технология художественной обработки материалов»

Хабаровск 2008г.

Программа разработана в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта, предъявляемыми к минимуму содержания дисциплины и в соответствии с примерной программой дисциплины, утвержденной департаментом образовательных программ и стандартов профессионального образования с учетом особенностей региона и условий организации учебного процесса Тихоокеанского государственного университета.

Программу составил

Ри Э.Х.

к.т.н., доцент, кафедра ЛП и ТМ

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г. Ри Хосен

Программа рассмотрена и утверждена на заседании УМК и рекомендована к изданию

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г.

Председатель УМК ЛП \_\_\_\_\_ « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007 г. Машенко А.Ф.

Председатель УМК ТХОМ \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007 г. Дзюба Г.С.

Директор института \_\_\_\_\_ « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007 г. Воронин В.В.

## 1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Цели и задачи изучаемой дисциплины.

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов анализу строения и свойств металлургических систем, термодинамических и кинетических закономерностей взаимодействия и равновесия фаз. Обучение оценке полноты и эффективности прохождения металлургических процессов и использованию этих знаний для разработки новых металлургических технологий. Обучение принципам оптимизации технологических процессов получения металлургических расплавов. Приобретение навыков в разработке технологии получения лигатур и материалов при металлургической переработке минерального сырья.

### 1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты специальности 110.400 и 720.000 должен **знать**:

- основные теоретические положения и законы химической термодинамики, основы химической кинетики, поверхностные явления;
- физико-химические основы реакций горения, образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов;
- термодинамические характеристики металлических и оксидных расплавов;
- особенности взаимодействия металла со шлаком и газами;
- сущность основных технологических процессов производства материалов;
- физико-химические основы процессов получения различных металлов и сплавов; реакции окисления-восстановления, рафинирование и другие процессы;

Студент должен **уметь**:

- объяснять сущность реальных металлургических процессов с помощью основных теоретических положений и законов физической химии;
- выбирать исходное сырьё и способ производства конкретного металла и сплава;
- анализировать процессы, протекающие при производстве металлов и сплавов, и их влияние на получение качественной продукции;

При изучении дисциплины студент должен **иметь** необходимые знания, приобретенные студентами при изучении математики, физики, химии, термодинамики и основам теплопередачи, введение в специальность, ознакомительной практики.

Место дисциплины в учебном процессе определяется ее переходным характером. То есть применением методов физической химии в прикладных

задачах. Все это необходимо для разработки новых технологических процессов, комплексного подхода для эффективного управления процессами металлургии.

Дисциплина связана с последующими дисциплинами.

### 1.3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1 - Объем дисциплины и виды учебной работы

Наименование	По учебным планам основной траектории обучения		
	С максимальной трудоемкостью		С минимальной трудоемкостью
	ЛП	ТХОМ	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> по ГОС по УП	102	102	
<b>Изучается в семестрах</b>	3	3	
<b>Вид итогового контроля по семестрам</b> зачет экзамен	3	3	
<b>Аудиторные занятия</b> всего лекции лабораторные работы	68 34 34	68 34 34	
<b>Самостоятельная работа</b> общий объем часов (С <sub>2</sub> ) в том числе на подготовку к лекциям на подготовку к лабораторным работам	34 17 17	34 17 17	

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Тематический план лекционных занятий

#### Тема 1. Цели и задачи учебной дисциплины. Вводная часть.

Предмет и задачи курса. Исторический обзор развития теории металлургических процессов как науки. Роль русских, советских и иностранных ученых в развитии курса. Производство черных и цветных металлов. Технический прогресс в металлургии и литейном производстве. Основные технологические процессы, применяемые при производстве металлов и сплавов.

## **Тема 2. Строение вещества. Основные понятия и законы химической термодинамики.**

Строение вещества. Агрегатные состояния веществ. Основные понятия и определения химической термодинамики: система, состояние системы, термодинамические свойства, энергия, теплота, фаза, компонент. Первое начало (закон) термодинамики. Энтальпия. Теплоемкость. Основы термохимии. Закон Гесса. Второе начало термодинамики: основной смысл и значение. Энтропия. Обратимые и необратимые процессы. Пределы применения законов термодинамики.

Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамические потенциалы. Понятие о равновесном состоянии. Фазовые равновесия. Правило фаз. Химическое равновесие. Константа равновесия и ее зависимость от температуры. Химическое сродство. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста.

## **Тема 3. Растворы. Metallургические расплавы и их термодинамические характеристики.**

Жидкие растворы (совершенные и разбавленные). Законы Рауля и Генри. Реальные и регулярные растворы. Законы Коновалова и Вревского. Строение и термодинамические характеристики металлических расплавов. Основные функции и свойства оксидных расплавов. Понятие термодинамической активности. Параметры взаимодействия. Методы определения активности, расчет коэффициентов активности компонентов в metallургических расплавах.

## **Тема 4. Поверхностные явления.**

Поверхностные явления в metallургии. Поверхностная энергия. Капиллярные явления. Особенности адсорбции газов на поверхности пористых тел. Поверхностное и межфазное натяжения жидких металлов и шлаков. Поверхностные свойства сложных metallургических расплавов. Влияние состава и температуры.

## **Тема 5. Кинетика химических реакций. Физико-химические основы реакций горения.**

Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Порядок химических реакций. Расчет констант скоростей реакций и энергии активации.

Окислительно-восстановительные свойства газовой фазы. Горение водорода, оксида углерода, водяного газа, метана. Кислородный потенциал. Ионизация и диссоциация газов. Гомогенные и гетерогенные реакции горения.

Влияние различных факторов на характер процессов. Горение твердого углерода (газификация). Цепной механизм горения, тепловое воспламенение.

### **Тема 6. Термодинамика образования и диссоциации оксидов и карбонатов.**

Образование и диссоциация карбонатов и оксидов. Термодинамические и кинетические особенности реакций. Процессы окисления твердых металлов. Общая характеристика и термодинамические особенности реакций восстановления оксидов металлов.

### **Тема 7. Основы теории восстановления оксидов.**

Основы теории восстановления оксидов. Общая характеристика окислительно-восстановительных реакций. Восстановление газами. Условия восстановления. Восстановление твердым углеродом. Восстановление с участием растворов. Учет растворимости фаз в системе железо-кислород. Науглераживание железа. Металлотермия.

### **Тема 8. Физико-химические и металлургические основы взаимодействия жидких металлов (сплавов) и шлаков.**

Окисление жидких металлов шлаком. Строение и свойства шлаковых расплавов. Строение и свойства ионных шлаков. Фазовые диаграммы бинарных и трехкомпонентных систем. Влияние легирующих элементов на растворимость и коэффициенты активности азота, кислорода, водорода и серы.

Раскисление жидкого металла: раскисляющая способность; раскислители – Si, C, Mn, Al; комплексное раскисление, методы раскисления. Легирование. Процессы рафинирования от серы и фосфора. Образование неметаллических включений.

Использование экспериментальных данных для расчета активности компонентов. Молекулярные и ионные представления о строении шлака. Модели шлака.

### **Тема 9. Взаимодействие жидких металлов с газами.**

Основы взаимодействия металлов с водородом, кислородом, азотом. Влияние легирующих элементов на растворимость и коэффициенты активности азота, кислорода, водорода и серы.

Раскисление жидкого металла: раскисляющая способность; раскислители – Si, C, Mn, Al; комплексное раскисление, методы раскисления. Легирование. Процессы рафинирования от серы и фосфора.

### **Тема 10. Методы оценки физических свойств металлических и шлаковых расплавов.**

Методы оценки физических свойств металлических и шлаковых расплавов. Определение плотности расплава методом гамма-проникающих излучений. Определение вязкости методом лежащей капли и гамма-методом. Определение электросопротивления методом вращающегося магнитного поля. Определение растворимости компонентов в твердой и жидкой фазах (газоанализаторы, метод рентгеноспектрального исследования).

### **Тема 11. Связь диаграммы состояния с физическими свойствами расплавов.**

Связь диаграммы состояния с физическими свойствами расплавов для двойных сплавов по Курнакову С.Н.

### **Тема 12. Основы общей металлургии. Физико-химические процессы и металлургические основы производства чугуна.**

Материалы для металлургического производства: руды, флюс, топливо, огнеупоры. Подготовка материалов к плавке. Основная продукция черной металлургии.

Физико-химические и металлургические основы производства чугуна. Сырьевые материалы, применяемые для производства чугуна. Обогащение руд. Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи: горение углерода топлива, разложение компонентов шихты, восстановление окислов железа, марганца и кремния. Науглероживание железа, шлакообразование. Продукты доменной плавки.

### **Тема 13. Физико-химические процессы и металлургические основы производства стали.**

Исходные материалы для производства стали. Физико-химические основы производства стали. Сущность металлургического передела чугуна в сталь. Производство стали в конверторах (устройство конвертера, технология плавки, реакции основных процессов), производство стали в мартеновских печах (разновидности процесса, основные элементы печи, особенности технологии, физико-химия процессов); получение стали в электропечах (устройство печи, окислительный и восстановительный периоды плавки).

### **Тема 14. Физико-химия и металлургия производства тяжелых цветных металлов.**

Производство меди. Медные руды и пути их переработки. Обогащение руд флотацией. Получение медных штейнов и переработка. Рафинирование меди: огневое и электролитическое. Классификация меди по чистоте. Основные медные сплавы: латунь, бронзы, Область применения.

Производство никеля. Сырьё для получения никеля. Переработка медно-никелевых руд, выплавка никелевого штейна, физико-химические процессы при конверторном переделе штейна, обжиг фاینштейна, восстановление закиси никеля. Электролитическое рафинирование никеля. Марки никеля.

### **Тема 15. Физико-химия и металлургия производства легких цветных металлов.**

Производство алюминия. Руды алюминия. Производство глинозёма: кислотные и щелочные способы. Основные реакции процесса, электролитическое получение алюминия. Устройство электролизера. Рафинирование алюминия. Сплавы алюминия, марки и назначение.

Производство магния. Исходные материалы. Обогащение карналита. Электролитическое получение магния, рафинирование. Технический магний и его сплавы.

### **Тема 16. Физико-химия и металлургия производства благородных цветных металлов.**

Производство золота. Минералы золота. Методы извлечения золота из руд. Амальгамация. Физико-химические основы цианирования. Осаждение цинком. Аффинаж. Основные свойства и применение. Производство серебра. Минералы серебра. Общие принципы извлечения из рудного сырья. Основные способы производства серебра, физикохимия процессов. Аффинаж серебра. Применение, основные свойства.

Производство платины. Минералы платины и некоторых платиноидов. Получение платиновых металлов из россыпей. Физико-химические основы поведения платиновых металлов при переработке сульфидного сырья. Аффинаж платины. Промышленное применение.

### **Тема 17. Физико-химия и металлургия производства тугоплавких цветных металлов.**

Производство титана. Сырьё для производства титана. Переработка ильменитового концентрата. Восстановление тетрахлорида титана магнием. Плавка титановой трубки. Получение титана высокой чистоты. Технический титан и его сплавы.

Производство молибдена и вольфрама. Сырьевые материалы. Физико-химические процессы, протекающие при производстве материалов. Свойства, области применения.



Таблица 2 – Разделы дисциплины и виды занятий и работ

№	Раздел дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	КП	РГР	ДЗ	РФ	С <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Цели и задачи учебной дисциплины. Вводная часть.	*							
2	Строение вещества. Основные понятия и законы химической термодинамики.	*	*						
3	Растворы. Металлургические расплавы и их термодинамические характеристики.	*							
4	Поверхностные явления.	*	*						
5	Кинетика химических реакций. Физико-химические основы реакций горения.	*							
6	Термодинамика образования и диссоциации оксидов и карбонатов.	*							
7	Основы теории восстановления оксидов.	*	*						
8	Физико-химические и металлургические основы взаимодействия жидких металлов (сплавов) и шлаков.	*							
9	Взаимодействие жидких металлов с газами.	*							
10	Методы оценки физических свойств металлических и шлаковых расплавов.	*	*						
11	Связь диаграммы состояния с физическими свойствами расплавов.	*							
12	Основы общей металлургии. Физико-химические процессы и металлургические основы производства чугуна.	*							
13	Физико-химические процессы и металлургические основы производства стали.	*							
14	Физико-химия и металлургия производства тяжелых цветных	*							

	металлов.								
15	Физико-химия и металлургия производства легких цветных металлов.	*							
16	Физико-химия и металлургия производства благородных цветных металлов.	*							
17	Физико-химия и металлургия производства тугоплавких цветных металлов.	*							

## 2.2 Лабораторные работы

### Лабораторная работа № 1.

**Тема:** Определение константы равновесия и расчет основных термодинамических величин реакции разложения карбоната кальция

**Задание.** Научиться производить расчет константы равновесия химической реакции.

**Исполнение.** Измерительная система (печь, кварцевая труба, термопара), ртутный манометр, нановольтметр В2-38, регулятор температуры ВРТ, вакуумный ручной насос, CaCO<sub>3</sub>. С помощью ручного вакуумного насоса создают разрежение 5-10 мм Hg в системе. Включают печь и с помощью регулятора устанавливают первоначальную температуру реакционного сосуда не выше 600°C. Записывают показания термопары и манометра. После этого регулятором повышают температуру в печи на 10-20 градусов, ждут установления нового постоянного значения температуры и записывают соответствующее этой температуре значение давления. Таким образом, постепенно повышая температуру, проводят не менее 10-15 замеров.

**Оценка.** Полученные результаты оформляют в виде таблицы и представляют графически в координатах  $\lg K_p - \frac{1}{T}$  и  $T \lg K_p - T$ . Графические зависимости обрабатывают по линейной регрессии методом наименьших квадратов и по тангенсам углов наклона определяют стандартные изменение энтальпии  $\Delta H^\circ$ , энтропии  $\Delta S^\circ$  реакции диссоциации и их стандартные ошибки ( $\pm \Delta H^\circ$  и  $\pm \Delta S^\circ$ ). Рассчитывают температуру диссоциации CaCO<sub>3</sub> при которой давление CO<sub>2</sub> равно 1 атм.

**Время выполнения работы** - 4 часа.

### Лабораторная работа № 2.

**Тема:** Определение поверхностного натяжения и плотности расплавов методом лежащей капли

Цель. Получить теоретические представления о поверхностном натяжении и его связи с плотностью. Освоить методики измерения и научиться рассчитывать указанные величины с заданной точностью.

Исполнение. На кварцевую подложку предметного столика рентгеновского дифрактометра помещают образец известной массы из легкоплавкого металла (Bi, Sn, Pb). Закрывают его герметично пластмассовым колпачком и форвакуумным насосом откачивают из камеры воздух. Пропуская электрический ток через нихромовую спираль, расположенную в предметном столике, расплавляют образец (получают каплю на подложке). Размеры подложки желательнее иметь эталонные или поместить рядом с каплей 1 см линейки для определения коэффициента увеличения. Далее получают фотографические снимки капли. Определение поверхностного натяжения капли производят путем подсчета ее объема методом обмеров, предложенным Башфортом и Адамсом.

Оценка. Определение плотности расплава, предварительно рассчитав объем по методу Башфорта и Адамса обмера капли. Определение значения поверхностного натяжения по методу Дорсея.

Время выполнения работы - 6 часа.

### **Лабораторная работа № 3.**

Тема: **Металлотермическое восстановление**

Цель. Ознакомление с методами металлотермического восстановления и условиями протекания алюминиотермических процессов.

Исполнение. Выявляют термодинамическую возможность получения ферросплава заданного состава и оценивают тепловую сторону процесса. Рассчитывают шихту для получения определенного количества ферросплава заданного состава. Взвешивают на технических весах все компоненты шихты, тщательно перемешивают в фарфоровой чашке (шихта должна быть однородной). Затем загружают шихту в тигель, сверху насыпают небольшое количество магниевой стружки (ее назначение состоит в первоначальном создании высоких температур). Магниевую стружку зажигают. После окончания процесса продукты плавки охлаждают, извлекают из тигля и взвешивают.

Оценка. По результатам выполненной работы рассчитывают выход годного.

Время выполнения работы - 6 часов.

### **Лабораторная работа № 4.**

Тема: **Углетермическое восстановление**

Цель. Ознакомление с методами углетермического восстановления и условиями протекания физико-химических процессов восстановления.

Исполнение. Рассчитывают и готовят шихту для проведения работы (касситеритовый концентрат, каменный уголь, соль и карбонат натрия). Затем загружают в алундовый тигель емкостью 100г и помещают в муфельную печь. По определенному термическому режиму проводят восстановительную плавку.

После окончания процесса продукты плавки охлаждают, извлекают из тигля и взвешивают.

Оценка. По результатам выполненной работы рассчитывают выход годного.

Время выполнения работы - 6 часов.

### **Лабораторная работа № 5**

**Тема: Исследование электросопротивления расплава**

Цель. Получение теоретических сведений об электросопротивлении металлического расплава. Изучить методику измерения электросопротивления. Научиться рассчитывать измеряемую величину с заданной точностью и оценивать погрешность эксперимента.

Исполнение. Принципиальная схема установки, работающей на методику вращающегося магнитного поля, не отличается от схемы вискозиметра по методу Швидковского Е.Г. Проведение эксперимента начинают с откачки воздуха форвакуумным насосом из рабочего пространства установки. Затем осторожно впускают гелий. Далее включается нагреватель. Ручка терморегулятора устанавливается на половину шкалы, осуществляя тем самым прогрев установки. Выводят далее ручку терморегулятора на предельное значение. Показание температуры снимают с цифрового вольтметра с помощью градуировочной таблицы. По достижении заданной температуры и установки светового зайчика на нулевой отметке включением катушек производят закручивание подвесной системы. Снимают отсчет амплитуды с линейки и выключают ток катушек.

Оценка. Определяют амплитуду  $A$  отклонения светового зайчика на полупрозрачной линейке для заданных температур расплава по методу А.Р. Регеля. Рассчитывают для заданных температур расплава значения фактического значения  $\rho$  по формуле. Методом наименьших квадратов определяют коэффициенты линейной регрессии полученной температурной зависимости. Используя уравнение регрессии, находят для каждой температуры истинные значения  $\rho$  и рассчитывают величину относительной погрешности. Находят погрешность метода. Строят график зависимости электросопротивления от температуры (политерма электросопротивления).

Время выполнения работы - 6 часа.

### **Лабораторная работа № 6.**

**Тема: Исследование плотности расплавов методом гамма-проникающих излучений**

Цель. Получение теоретических сведений о плотности расплава, взаимосвязи строения жидкой фазы с плотностью и другими физическими свойствами, а также характером кристаллизации. Научиться рассчитывать измеряемую величину с заданной точностью.

Исполнение. В лабораторной работе используется установка «Пароболоид-3» для измерения плотности, коэффициентов термического сжатия (расширения),

кристаллизационных параметров методом гамма-проникающих излучений. Образец в тигле помещается в рабочее пространство печи. Из рабочего пространства печи откачивается воздух. Затем осторожно впускается аргон (опыты проводят в атмосфере чистого аргона). Включается нагреватель и терморегулятором устанавливается необходимая скорость охлаждения. После расплавления образца (момент плавления наблюдают через слюдяное оконце) через специальное отверстие в корпусе установки вводят термопару. Спай термопары в алундовом колпачке погружают в расплав таким образом, чтобы он находился непосредственно поблизости от проходящего пучка, но не попадал на него. Открывают заслонку коллиматора и устанавливают нужный диаметр отверстия (калибруют пучок). Проверяют работу пересчетного устройства (его показания должны резко измениться по сравнению с известными показателями в отсутствие образца металла). Включают графопостроитель и в автоматическом режиме снимают политерму интенсивности.

Оценка. Результатом эксперимента является температурная зависимость интенсивности от температуры. По этой зависимости определяют кристаллизационные параметры и рассчитывают плотность расплава при заданной температуре.

Время выполнения работы - 6 часа.

Таблица 3 – Лабораторный практикум и его взаимосвязь с содержанием лекционного курса

№ п/п	№ раздела по разделу лекционных занятий	Наименование лабораторной работы	Часы
1	2	Определение константы равновесия и расчет основных термодинамических величин реакции разложения карбоната кальция	4
2	4	Определение поверхностного натяжения и плотности расплавов методом лежащей капли	6
3	7	Металлотермическое восстановление	6
4	7	Углетермическое восстановление	6
5	10	Исследование электросопротивления расплава	6
6	10	Исследование плотности расплавов методом гамма-проникающих излучений	6
Итого			34

### 3. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Входной контроль – контроль остаточных знаний студентов производится в начале изучения дисциплины в письменной форме в виде вопросов по основным темам дисциплин, на которых базируется изучение дисциплины «Физическая химия металлургических систем и процессов»: «Химия», «Физика», «Математика» и др.

Текущий контроль производится по результатам выполнения лабораторных и практических работ.

Выходной контроль производится по результатам зачета или экзамена.

#### 3.1. Вопросы входного контроля

1. Что называется плотностью вещества?
2. Что такое давление?
3. Что такое удельная теплоемкость?
4. Что такое вязкость?
5. Как зависит давление от высоты столба жидкости?
6. Как перевести калорию в Джоули?
7. Как перевести одну атмосферу в Паскали?
8. Что называется потенциальной энергией?
9. Что называется кинетической энергией?
10. Что называется степенью диссоциации соединения?
11. Что такое диссоциация?
12. Сформулируйте принцип Ле-Шателье?
13. Что такое экзотермическая реакция?
14. Что такое эндотермическая реакция?
15. Что такое постоянная Больцмана?
16. Сформулируйте закон Бойля-Мариотта?
17. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона?
18. Что такое мольная доля?
19. Дать определение удельному объему?
20. Охарактеризовать температуру как физическую величину?
21. Что такое число Авогадро?
22. Что такое парциальное давление?

#### 3.2. Текущий контроль

Вопросы текущего контроля приведены в методических указаниях к лабораторным работам.

#### 3.3. Вопросы выходного контроля

1. Основные понятия и определения физической химии.

2. Первое начало термодинамики. Энтальпия.
3. Второе начало термодинамики. Энтропия.
4. Термодинамические потенциалы. Равновесие. Химическое сродство.
5. Определение вероятности протекания химических реакций
6. Жидкие растворы. Законы жидких растворов.
7. Активность компонента. Расчет коэффициентов активности компонентов.
8. Поверхностные явления.
9. Металлические и оксидные расплавы и их термодинамические характеристики.
10. Электролиз. Законы Фарадея. Свойства электролитов.
11. Скорость химических реакций.
12. Свойства газовой фазы. Гомогенные и гетерогенные реакции горения.
13. Процессы образования и диссоциации карбонатов.
14. Процессы образования и диссоциации оксидов.
15. Процессы образования и диссоциации сульфидов.
16. Процессы окисления твердых металлов.
17. Особенности реакций восстановления оксидов металлов.
18. Водород в металлах.
19. Кислород в металлах.
20. Азот в металлах.
21. Раскисление жидкого металла
22. Процессы легирования, рафинирования и образования неметаллических включений.
23. Процессы испарения.
24. Закономерности массопереноса в расплавах.
25. Диффузионные процессы.
26. Основы гидродинамики. Ламинарное и турбулентное течение жидкости.
27. Материалы для металлургического производства. Продукция черной и цветной металлургии.
28. Физико-химические основы процесса производства чугуна.
29. Продукты доменной плавки. Марки чугунов и их применение.
30. Физико-химические основы процесса производства стали в конвертерах.
31. Производство сталей в мартеновских печах.
32. Окислительный и восстановительный процессы выплавки стали в электрических печах.
33. Преимущества и недостатки электроиндукционных печей.
34. Способы повышения качества металла.
35. Получение ферросплавов.
36. Пирометаллургический способ получения меди. Сплавы меди.
37. Физико-химические основы производства никеля.

38. Электролитический способ получения алюминия. Сплавы алюминия.
39. Физико-химические основы производства магния.
40. Основные этапы производства золота. Получение серебра. Аффинаж.
41. Физико-химические основы производства титана.
42. Переработка вольфрамовых руд. Производство молибдена.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

№ п/п	Автор(автор)	Название	Год издания	Обеспеченность библиотек ой ТОГУ
1.	Ри Хосен	Теория литейных процессов Учебник	2001	30
2.	Рыжонков Д.И., Арсентьев П.П., Яковлев В.В. и др.	Теория металлургических процессов: Учебник для ВУЗов	1998	5
3.	Ю.А. Минаев, В.В. Яковлев	Физико-химия в металлургии: Учебное пособие для ВУЗов	2001	12

#### 5. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов проводится по результатам выполнения лабораторных работ.

#### 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для выполнения лабораторных работ, их оформления студенты используют кафедральные компьютеры, множительную технику, расходные материалы, установки-вискозиметры и другое оборудование, имеющиеся на кафедре.

#### 7. Методические рекомендации изучения дисциплины

Рабочая программа разработана с учетом фактического времени, отведенного для ее изучения. В рабочей программе предусмотрено изучение основных теоретических положений и законов химической термодинамики, основ химической кинетики, поверхностных явлений; физико-химических основ реакций горения, образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов; термодинамических характеристик металлических и оксидных расплавов;



особенностей взаимодействия металла со шлаком и газами; сущности основных технологических процессов производства материалов; физико-химических основ процессов получения различных металлов и сплавов; реакций окисления-восстановления, рафинирования и других процессов.

Лабораторные работы нацелены на формирование знаний студентов о сущности реальных металлургических процессов с помощью основных теоретических положений и законов физической химии, а также возможности анализа процессов, протекающих при производстве металлов и сплавов.

Базовыми дисциплинами являются «Материаловедение», «Физическая химия», «Химия», «Математика».

Программа рассчитана на 102 часа.

Программа составлена в соответствии с государственным стандартом высшего профессионального образования по подготовке специалистов 110400 «Литейное производство черных и цветных металлов» и 720.000 «Технология художественной обработки материалов».

## 8. Словарь терминов

### **А**

Алюминотермия (от алюминий и греч. *thérme* - теплота) - алюминотермический процесс, получения металлов и сплавов восстановлением окислов металлов алюминием.

Адиабатические процессы – обратимые и необратимые процессы, протекающие при постоянном теплосодержании.

Адсорбция - (от лат. *ad* - на, при и *sorbeo* — поглощаю) [*adsorption*] - гетерогенный процесс на границе раздела фаз (газ, пар-тв., жидкость) и состоящий в концентрировании (поглощении) вещества (адсорбата) из объема на поверхности или в объеме микро-пор твердого тела (адсорбента) или на поверхности жидкости (физ. адсорбция).

### **В**

Внутренняя энергия – сумма кинетической энергии движения частиц (атомов, молекул или ионов), потенциальной энергии межмолекулярного взаимодействия, энергии взаимодействия электронов и ядер в молекулах и энергии, отвечающей массе покоя частиц согласно уравнению Эйнштейна.

### **Г**

Гомогенная система – система, в которой нет поверхности раздела внутри системы, свойства системы изменяются непрерывно.

Гетерогенная система – система, внутри которой существует поверхность раздела, где происходят резкие скачкообразные изменения свойств (вода – лед).

### **Д**

Диаграмма состояния – графическое отображение состояния сплава при различных температурах.

Дегазация - [degassing] - удаление из жидких металлов и сплавов растворенных в них газов.

## ***И***

Изотермические процессы – обратимые и необратимые процессы, протекающие при постоянной температуре.

Изобарические процессы – обратимые и необратимые процессы, протекающие при постоянном давлении.

Изохорические процессы – обратимые и необратимые процессы, протекающие при постоянном объеме.

Инконгруентно плавящееся химическое соединение - химические соединения, разлагающихся ниже температур плавления.

## ***К***

Конгруентно плавящееся химическое соединение - химические соединения, устойчивые до температуры плавления

## ***Л***

Легирование – технологический процесс введения в расплав металлов других химических элементов с целью изменения физических и химических свойств получаемого металла. Полученный металл меняет свой химический состав.

## ***М***

Металлотермия (от металлы и греч . therme - жар, тепло) - металлургические процессы, основанные на восстановлении металлов из их соединений (оксидов, галогенидов и др.) более активными металлами, и протекающие с выделением теплоты (напр., алюминотермия, магниотермия)

Модифицирование –

## ***Н***

Неравновесное состояние термодинамической системы – состояние системы, изменяющееся со временем, постоянство параметров в каждой точке системы поддерживается внешними по отношению к ней процессами.

## ***О***

Однородная система – гомогенная система в состоянии равновесия.

## ***П***

Поверхностное натяжение – отношение суммы поверхностных сил к длине или периметру перемещаемого этими силами контура, на который опирается поверхность, или его части.

Парциальное давление — давление, которое имел бы каждый из газов, составляющих смесь, если удалить из сосуда остальные газы.

## ***Р***

Раскисление стали – процесс удаления из стали оксидов путем введения раскислителей, материалов связывающих кислород и переводящих его в шлак.

Равновесное состояние термодинамической системы – состояние, которое не изменяется со временем, причем эта неизменность не обусловлена протеканием какого-либо внешнего по отношению к системе процесса (равновесное – частный случай стационарного), температура и давление не только постоянны, но и остаются одинаковыми во всех точках системы.

Растворами называют однородные смеси двух или большего числа веществ (компонентов), которые равномерно распределены в виде атомов, ионов или молекул, образуя термодинамически равновесные системы.

## ***С***

Сталь - сплав железа с углеродом и др. элементами.

Свободная энергия – термодинамическая функция для определения равновесия термодинамической системы в процессах, протекающих при постоянных температуре и объеме, поэтому иногда ее называют изохорно-изотермическим потенциалом системы.

Состояние равновесия — это такое состояние, к которому при данных внешних условиях стремится термодинамическая система. Если внешние условия неизменны, то состояние равновесия удерживается в системе сколь угодно долго.

Стандартная энтальпия образования  $\Delta H_{298}^{\circ}(f)$  - теплота, выделяемая (поглощаемая) при образовании 1 моля вещества из простых веществ, его составляющих, находящихся в стандартных состояниях.

Стандартная энтальпия реакции  $\Delta H_{298}^{\circ}(p)$  - теплота, поглощаемая (выделяемая) в стандартных условиях при взаимодействии определенного числа молей реагентов, задаваемого уравнением реакции.

## ***Т***

Термодинамика – наука, изучающая внутреннее состояние макроскопических тел в равновесии. По другому определению, термодинамика — наука, занимающаяся изучением законов взаимопреобразования и передачи энергии.

Термодинамическая система – совокупность веществ (твердых, жидких, газообразных), выбранных для изучения и физически или мысленно

обособлены от окружающей среды, между которыми происходит либо обмен энергией, либо массой, либо и то, и другое вместе.

Термохимия - раздел термодинамики, экспериментально изучающий изменение теплоты в ходе химических реакций.

### **У**

Удельной электропроводностью раствора называется электропроводность объема раствора, заключенного между двумя параллельными электродами, имеющими площадь 1 м<sup>2</sup> и расположенными на расстоянии 1 м друг от друга.

### **Ф**

ФХА – это раздел общей химии, в основе которого лежит исследование зависимостей между составом и свойствами равновесных систем, найденные путем опыта такие соотношения изображают графически в виде диаграмм состояния и диаграмм состав – свойство.

### **Ш**

Шлак – расплав (после затвердевания — стекловидная масса) в металлургических, плавильных процессах, покрывающий поверхность жидкого металла, состоит из всплывших продуктов пустой породы с флюсами. Шлак предохраняет металл от вредного воздействия газовой среды печи, удаляет примеси.

Штейн – промежуточный продукт при получении некоторых цветных металлов (Cu, Ni, Pb и др.) из их сульфидных руд.

### **Э**

Электролитическое рафинирование заключается в растворении рафинируемого металла в электролите и осаждение из электролита чистого металла на электроде.

Энтальпия – термодинамической функцией состояния системы.

Энтропия – количество рассеянной энергии, отнесенное к 1К данной температуры.

Экзотермическая реакция – реакция с выделением тепла

Эндотермическая реакция – реакция с поглощением тепла

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
Тихоокеанский государственный университет

**Институт информационных технологий  
Кафедра Литейное производство и технология металлов**

СОГЛАСОВАНО

Директор института  
(декан факультета)

\_\_\_\_\_ Воронин В.В.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2008г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник

учебно-методического управления

\_\_\_\_\_ Иванищев Ю.Г.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2008г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

**Физическая химия металлургических систем и процессов**

Аббревиатура специальности	Отчетность						Часов занятий									
	экзамен	зачет	КП	КР	РГР	контрольная работа	тест (контр. задание)	учебный план основной траектории	Учебный план специальности (направления) заданной траектории							
									по ГОС	уч. план	переаг	лкц	лбр	прз	ауд	Сам раб
													всего	на сес.		
ТХО	3								102		34	34		68	34	
ЛП		3							102		34	34		68	34	

Рабочая программа составлена в соответствии с содержанием и требованиями Государственных образовательных стандартов и утвержденной \_\_\_\_\_ программой дисциплины

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ Ри Э.Х.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры,

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008г.

Подпись

Одобрено Учебно-методической комиссией

Председатель УМКС \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008г.

Подпись

Согласовано декан факультета \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008г.

подпись

Таблица 1. Тематический план лекционных занятий

№	Раздел дисциплины	Объем часов 110400 720000
1	2	3
1	Цели и задачи учебной дисциплины. Вводная часть.	2
2	Строение вещества. Основные понятия и законы химической термодинамики.	2
3	Растворы. Металлургические расплавы и их термодинамические характеристики.	2
4	Поверхностные явления.	2
5	Кинетика химических реакций. Физико-химические основы реакций горения.	2
6	Термодинамика образования и диссоциации оксидов и карбонатов.	2
7	Основы теории восстановления оксидов.	2
8	Физико-химические и металлургические основы взаимодействия жидких металлов (сплавов) и шлаков.	2
9	Взаимодействие жидких металлов с газами.	2
10	Методы оценки физических свойств металлических и шлаковых расплавов.	2
11	Связь диаграммы состояния с физическими свойствами расплавов.	2
12	Основы общей металлургии. Физико-химические процессы и металлургические основы производства чугуна.	2
13	Физико-химические процессы и металлургические основы производства стали.	2
14	Физико-химия и металлургия производства тяжелых цветных металлов.	2
15	Физико-химия и металлургия производства легких цветных металлов.	2
16	Физико-химия и металлургия производства благородных цветных металлов.	2
17	Физико-химия и металлургия производства тугоплавких цветных металлов.	2
Итого		34

Таблица 2. Тематический план лабораторных занятий

№ темы	Наименование лабораторной работы	Объем часов 110400 720000
1	Определение константы равновесия и расчет основных термодинамических величин реакции разложения карбоната кальция	4
2	Определение поверхностного натяжения и плотности расплавов методом лежащей капли	4
3	Металлотермическое восстановление	8
4	Углетермическое восстановление	6
5	Исследование электросопротивления расплава	4
6	Исследование плотности расплавов методом гамма-проникающих излучений	4
7	Исследование вязкости жидких металлов	4
Итого		34



