

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан ФМАТ  /Ряжских В.И./
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Физико-химия металлургических систем»

Направление подготовки 22.03.02 «МЕТАЛЛУРГИЯ»

Профиль «Технология литейных процессов»

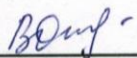
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

 /Ожерельев В.В./

Заведующий кафедрой
технологии сварочного
производства и диагностики

 /Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП

 /Печенкина Л.С./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение физико-химических явлений, протекающих в металлургических системах, их термодинамики и кинетики, прививание навыков анализа и эффективного проведения металлургических процессов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение состава и свойств высокотемпературной газовой фазы;
- изучение основ теории окисления и восстановления металлов;
- изучение состава и свойств металлургических расплавов и шлаков;
- осветить основные вопросы термодинамических и кинетических процессов в современной металлургии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физико-химия металлургических систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теория металлургических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 – способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать – Основные закономерности химических и физико-химических процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов и сплавов. – Структуру и состав окислов металлов, процессы их образования. – Состав и свойства шлаков в сталеплавильном производстве, их физические и химические свойства – Вредные примеси в сталях, неметаллические включения, способы борьбы. – Назначение шлаков и флюсов.
	уметь – Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы. Процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов.

	– Проводить термодинамический анализ химических превращений в многокомпонентных системах и на его основе находить наиболее эффективные пути синтеза металлургических материалов.
	владеть – Методиками расчетов кинетики процессов в металлургических системах. – Методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Физико-химия металлургических систем» составляет 4 зачетных единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость	час	144
	зач. ед.	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Состав и свойства высокотемпературной газовой фазы.	Предмет и задачи курса. Состав и свойства высокотемпературной газовой фазы.	2	4	-	12	18
2	Кинетика и механизм горения твердого углерода.	Кинетика и механизм горения твердого углерода	2	6	-	12	20
3	Процессы термической диссоциации химических соединений.	Процессы термической диссоциации химических соединений.	2	6	4	12	24
4	Окисление и восстановление металлов	Термодинамика окисления металлов. Пленки на металлах. Условие сплошности пленок. Кинетика	4	6	4	12	26

		окисления металлов. Законы роста пленок. Влияние внешних и внутренних факторов на скорость окисления металлов. Основы теории восстановления оксидов. Восстановление оксидов углеродом и водородом. Науглероживание железа.					
5	Металлургические расплавы и шлаки	Строение жидких сплавов. Температурная зависимость вязкости жидких металлов. Влияние содержания примесей на вязкость жидкого алюминия и железа. Поверхностное натяжение жидких металлов. Электрическое сопротивление. Температурная зависимость удельного электрического сопротивления жидких металлов и сплавов. Строение и свойства шлаков. Ионная теория шлаков. Вязкость шлаков. Взаимодействие металлических расплавов с окисными шлаковыми расплавами и газовой фазой. Активность компонентов в расплавах. Распределение компонентов между шлаком и расплавом. Окислительная способность шлака.	4	8	4	12	28
6	Обезуглероживание и раскисление стали	Термодинамический анализ реакций окисления углерода. Механизм процесса обезуглероживания. Раскисление стали, термодинамический анализ осаждающегося раскисления. Неметаллические включения в стали. Диффузионное раскисление	4	6	6	12	28
Итого			18	36	18	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Расчет кинетических характеристик реакции диссоциации карбоната кальция.
2. Кинетика изотермического окисления металлов
3. Определение энергии активации гетерогенных реакций
4. Исследование диссоциации карбонатов

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено учебным планом

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать – Основные закономерности химических и физико-химических процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов и сплавов. – Структуру и состав окислов металлов, процессы их образования. – Состав и свойства шлаков в сталеплавильном производстве, их физические и химические свойства – Вредные примеси в стали, неметаллические включения, способы борьбы. – Назначение шлаков и флюсов.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь – Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы. Процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов. – Проводить термодинамический анализ химических превращений в многокомпонентных	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	системах и на его основе находить наиболее эффективные пути синтеза металлургических материалов.			
	владеть Методиками расчетов кинетики процессов в металлургических системах. Методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-3	знать – Основные закономерности химических и физико-химических процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов и сплавов. – Структуру и состав окислов металлов, процессы их образования. – Состав и свойства шлаков в сталеплавильном производстве, их физические и	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	химические свойства – Вредные примеси в стали, неметаллические включения, способы борьбы. – Назначение шлаков и флюсов.					
	уметь – Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы. Процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов. – Проводить термодинамический анализ химических превращений в многокомпонентных системах и на его основе находить наиболее эффективные пути синтеза металлургических материалов.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть Методиками расчетов кинетики процессов в металлургических системах. Методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Сформулируйте и запишите условия, при которых некоторый элемент А:
 - а) будет переходить из шлака в металл
 - б) будет переходить из металла в шлак;
 - в) будет находиться в равновесии между металлом и шлаком.
2. Как рассчитать уровень легирования металла компонентом А по его коэффициенту распределения?
3. Сформулируйте термодинамические и кинетические особенности окислительного рафинирования.
4. Что такое окислительная способность шлака и от чего она зависит?
5. Что такое константа распределения компонента между двумя фазами? Что такое коэффициент распределения?
6. Запишите в общем виде выражение для коэффициента распределения окисляемого элемента в процессе окислительного рафинирования и проведите его анализ.
7. Каков механизм окислительного рафинирования чугуна под слоем шлака?
8. Как влияет природа образующихся окислов на глубину окислительного рафинирования?
9. Проведите термодинамический анализ реакции окисления углерода в расплавленном жидком сплаве.
10. От каких факторов зависит скорость окисления углерода в растворе железа?
11. В чем заключается процесс раскисления сплавов?
12. Чем обусловлена эффективность комплексного раскисления?
13. Каким требованиям должны удовлетворять раскислители?
14. Как изменяется растворимость азота и водорода в металлах с температурой?
15. Как проводится очистка металлов от растворенных газов?
16. Сформулируйте основные термодинамические и кинетические закономерности десульфурации сталей.
17. Сформулируйте основные термодинамические и кинетические закономерности дефосфорации сталей.
18. Каков механизм очистки металлов в условиях вакуумной плавки?

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Температура воспламенения сульфида соответствует температуре, при которой:
 - А) происходит разложение сульфида;
 - В) приход тепла от окисления сульфида становится равным потерям тепла в окружающую среду;
 - С) сродство серы к кислороду достигает максимального значения;
 - Д) сера начинает испаряться;
 - Е) кинетические факторы начинают лимитировать процесс окисления.
2. В какой из приведённых групп представлены металлы, относящиеся только к группе благородных металлов?
 - А) Au, Co, Pt, Pd, Na;
 - В) Au, Ag, Sc, Pd, Ru;
 - С) Au, Ag, Pt, Pd, Ru;
 - Д) Au, Hg, Pt, Os, Ru;
 - Е) Au, Ag, Pt, Pd, Ni.
3. Устойчивость сульфатов уменьшается при:
 - А) повышении температуры, повышении давления SO_3 в газовой фазе, взаимодействии образующихся оксидов между собой;
 - В) повышении температуры, понижении давления SO_3 в газовой фазе, взаимодействии образующихся оксидов между собой;
 - С) повышении температуры, повышении давления SO_3 в газовой фазе, при отсутствии в системе кислых оксидов;
 - Д) понижении температуры, понижении давления кислорода в газовой фазе, взаимодействии образующихся оксидов между собой;

- Е) понижении температуры, повышении давления SO_3 в газовой фазе, взаимодействии образующихся оксидов между собой.
4. Каким уравнением химической реакции описывается процесс «Реакционной плавки»:
- А) $MeS + 2MeO = 3Me + SO_2$;
 В) $MeS + Me^I O = MeO + Me^I S$;
 С) $MeS + Me^I = Me^I S + Me$;
 D) $2MeS + 3O_2 = 2MeO + 2SO_2$;
 Е) $MeSO_4 + SiO_2 = 2MeO + SiO_2 + SO_3$.
5. Какие перечисленные ниже печи, относятся к печам для обжига?
- А) доменные, «Кипящего слоя», многоподовые, вихревые, агломерационная машина;
 В) трубчатые, «Кипящего слоя», многоподовые, электролизёры, агломерационная машина;
 С) трубчатые, «Кипящего слоя», многоподовые, вихревые, агломерационная машина;
 D) трубчатые, «Кипящего слоя», многоподовые, мартеновские, агломерационная машина;
 Е) трубчатые, «Кипящего слоя», отражательные, вихревые, агломерационная машина.
6. В какой группе приведены только названия продуктов металлургической переработки, получающихся при плавке?
- А) шлак, штейн, шпейза, фاینштейн, пыль, шликер;
 В) фاینштейн, штейн, шпейза, шлам, пыль, шликер;
 С) шлак, штейн, шпейза, шлам, плав, шликер;
 D) шлак, штейн, возгоны, шлам, плав, шликер;
 Е) шлак, огарок, шпейза, шлам, плав, шликер.
7. Какие пирометаллургический процессы относятся к процессам обжига?
- А) процессы, протекающие при температурах выше температур плавления металла, но ниже, чем температура плавления шлака;
 В) процессы, протекающие выше температуры возгонки легколетучих компонентов шихты;
 С) процессы, протекающие при температурах ниже температур плавления компонентов шихты;
 D) процессы, ставящие своей целью очистить металл от примесей;
 Е) процессы, протекающие с подшихтовкой кокса.
8. В какой группе приведены оксиды металлов, которые восстановятся при 700 °C в присутствии углерода (смотрите рисунок 1)?

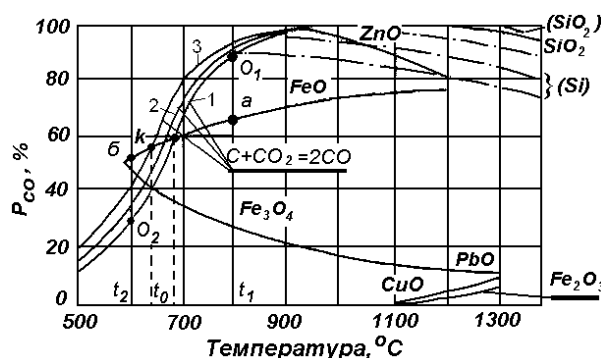


Рисунок 1 - Зависимость равновесного давления CO от температуры

- А) PbO , ZnO , CuO , Fe_2O_3 ;
 В) Fe_2O_3 , ZnO , FeO , Fe_3O_4 ;

- C) Fe_3O_4 , CuO , PbO , SiO_2 ;
 D) Fe_2O_3 , CuO , PbO , Fe_3O_4 ;
 E) PbO , ZnO , FeO , Fe_2O_3 .
9. В какой группе приведены оксиды металлов, которые восстановятся при 1100 °C (смотрите рисунок 2)?

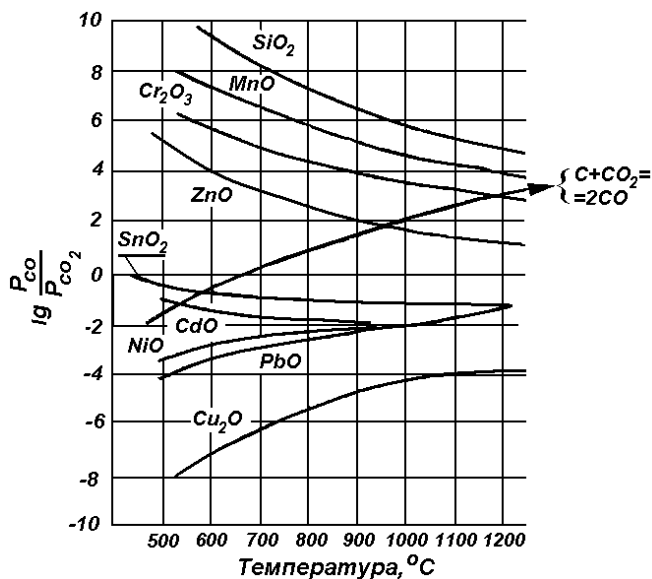


Рисунок 2 - Зависимость равновесного давления CO от температуры

- A) NiO , ZnO , PbO , Cu_2O ;
 B) NiO , MnO , PbO , SiO_2 ;
 C) MnO , Cu_2O , PbO , SiO_2 ;
 D) PbO , SiO_2 , MnO , SnO ;
 E) PbO , ZnO , MnO , Cr_2O_3 .
10. Ликвационное разделение системы $\text{Pb} - \text{Zn}$ осуществляют при температуре 773К. Исходный состав двухкомпонентной системы: $\text{Pb} - 20\%$, $\text{Zn} - 80\%$. Масса исходного сплава – 1000 кг. Определите ориентировочно по графику (смотрите рисунок 3) составы и количества равновесных свинцовой и цинковой фаз?

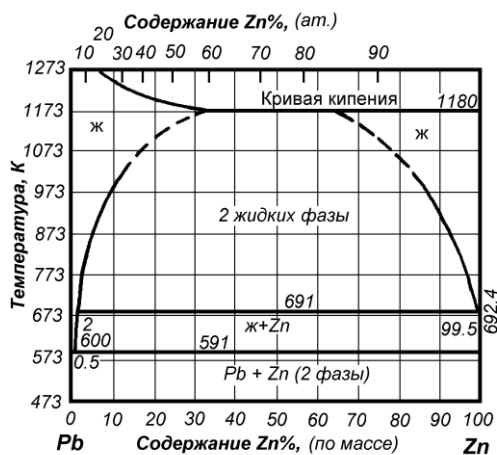


Рисунок 3 - Диаграмма состояния системы $\text{Pb}-\text{Zn}$

- A) свинцовая фаза содержит до 0,05% цинка, цинковая фаза – до 0,07% свинца. Масса свинцовой фазы – 200 кг, цинковой – 800 кг;
 B) свинцовая фаза содержит до 10% цинка, цинковая фаза – до 0,7% свинца. Масса свинцовой фазы – 220 кг, цинковой – 780 кг;

- С) свинцовая фаза содержит до 0,5% цинка, цинковая фаза – до 3,7% свинца. Масса свинцовой фазы – 250 кг, цинковой – 750 кг;
- Д) свинцовая фаза содержит до 5,0% цинка, цинковая фаза – до 0,7% свинца. Масса свинцовой фазы – 400 кг, цинковой – 600 кг;
- Е) свинцовая фаза содержит до 2,5% цинка, цинковая фаза – до 2,0% свинца. Масса свинцовой фазы ~ 200 кг, цинковой ~800 кг.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Процесс диффузионного раскисления жидкого никеля расплавленным шлаком протекает с кажущейся энергией активации 170 кДж/моль. Какое мероприятие приведет к большему увеличению скорости раскисления – увеличение температуры с 1550 до 1600 °С или площади контакта жидких фаз в два раза.
2. Используя приведенные экспериментальные данные о вязкости оксидного расплава, найти энергию активации вязкого течения.

T, К	1073	1173	1273	1373	1473	1573	1673
η , Па·с	3,31·	6,6	1,78	67,6	30,2	14,1	7,6
3. Угол смачивания твердого железа эмалевым расплавом равен 23°, а поверхностное натяжение расплава составляет 330 мДж/м². Определить работу адгезии фаз. Как изменится смачиваемость после введения в расплав поверхностно-активного оксида, если известно, что это уменьшает поверхностное натяжение расплава и межфазное натяжение на 100 мДж/м²?
4. Коэффициент диффузии Mg в жидком Al при температурах 670 и 700 °С равен соответственно 6,1·10⁻⁵ и 7,5·10⁻⁵ см²/с. Найти величину D при температуре 750° С.
5. Пользуясь теорией совершенных ионных растворов, рассчитать активность SiO₂ в расплаве, приготовленном из 42 мол. % CaO, 8% SiO₂, 17% MgO, 33% CaF₂. Практически весь кремний входит в состав ионов SiO₄⁴⁻.
6. Определить активности компонентов жидкого шлака ЭШП, содержащего 75 мас. % CaF₂ и 25 мас. % CaO, считая его совершенным ионным раствором.
7. Пользуясь теорией совершенных ионных растворов, рассчитать активность FeO в расплаве, приготовленном из 55 мол. % CaO, 5% SiO₂, 5% FeO, Практически весь кремний входит в состав ионов SiO₄⁴⁻.
8. Железо меняет кристаллическую структуру (Fe α →Fe γ) при T = 1183 К. Во сколько раз изменится скорость диффузии углерода в железе при этом в случае неизменного градиента концентрации?
9. Каким должно быть соотношение толщин пленок FeO и Fe₂O₃, чтобы скорости диффузии железа через них были одинаковыми при прочих равных условиях? При решении использовать справочные данные о коэффициентах диффузии железа в его оксидах.
10. Толщина пленки окалина при окислении твердого металла газообразным кислородом изменилась за 10 с на 8 мкм. Определить изменение толщины окалина после окисления в течение 30 с, если: а) процесс протекает в диффузионном режиме; б) процесс протекает в кинетическом режиме. Окалину считать однородной.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Состав и свойства высокотемпературной газовой фазы.
2. Кинетика и механизм горения твердого углерода
3. Процессы термической диссоциации химических соединений.
4. Термодинамика окисления металлов.
5. Пленки на металлах. Условие сплошности пленок.
6. Кинетика окисления металлов. Законы роста пленок. Влияние внешних и внутренних факторов на скорость окисления металлов.
7. Основы теории восстановления оксидов.
8. Восстановление оксидов углеродом и водородом.
9. Науглероживание железа.

10. Строение жидких сплавов.
11. Температурная зависимость вязкости жидких металлов.
12. Влияние содержания примесей на вязкость жидкого алюминия и железа.
13. Поверхностное натяжение жидких металлов.
14. Электрическое сопротивление. Температурная зависимость удельного электрического сопротивления жидких металлов и сплавов.
15. Строение и свойства шлаков.
16. Ионная теория шлаков.
17. Вязкость шлаков.
18. Взаимодействие металлических расплавов с оксидными шлаковыми расплавами и газовой фазой.
19. Активность компонентов в расплавах.
20. Распределение компонентов между шлаком и расплавом. Окислительная способность шлака.
21. Термодинамический анализ реакций окисления углерода.
22. Механизм процесса обезуглероживания.
23. Раскисление стали, термодинамический анализ осаждающегося раскисления.
24. Неметаллические включения в стали.
25. Диффузионное раскисление

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Предмет и задачи курса	ПК-3	Тест
2	Окисление и восстановление металлов	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Металлургические расплавы и шлаки	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Обезуглероживание и раскисление стали	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Лузгин В.П., Семин А.Е., Комолова О.А. Теория и технология металлургии стали. Учебное пособие. 2010

2. Лузгин В.П., Косырев К.Л., Комолова О.А. Теория и технология металлургии стали: энергетика, технология и экология сталеплавильных процессов. Учебное пособие. 2010.

3. Щетинин А.А., Небольсин В.А., Корнеева В. В. Физико-химия металлургических систем и процессов. Учебное пособие. ВГТУ, 2006.

4. Сушко Т.И., Кучер А.Т. Производство отливок из сплавов цветных металлов. Учебное пособие. ВГТУ, 2011.

5. Сушко Т.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Теория металлургических процессов» для студентов направления 150400.62 «Металлургия», профиля «Технология литейных процессов» очной формы обучения №285-2014

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Обучающиеся могут при необходимости использовать возможности информационно-справочных систем, электронных библиотек и архивов.

Адрес электронного каталога электронно-библиотечной системы ВГТУ: <http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2/>

Другие электронной информационно-образовательной ресурсы доступны по ссылкам на сайте ВГТУ-см. раздел Электронные образовательные информационные ресурсы. В их числе: библиотечные серверы в Интернет, серверы науки и образования, периодика в интернет, словари и энциклопедии.

- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://www.e.lanbook.com3>

- Электронно-библиотечная система «Elibrary» <http://elibrary.ru>

- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

- Справочная правовая система Консультант Плюс. Доступна только в локальной сети ВГТУ

- Электронные ресурсы российских корпоративных библиотечных систем <http://www.arbikon.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Лекционная аудитория
2. Оборудование для выполнения лабораторных работ.
3. Мультимедийный проектор.
4. Видеоролики «Доменное производство», «Плавка стали», «Плавка чугуна».
5. Демоверсия программы LVM Flow

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физико-химия металлургических систем» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков решения задач в области физико-химии металлургических систем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к дифференцированному зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях*.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-------------------------------	--