

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Материаловедение и
металлургические технологии

_____ М. А. Иванов
27.04.2017

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1756

дисциплины ДВ.1.08.01 Коррозия и защита металлов
для направления 22.03.02 Metallургия
уровень бакалавр **тип программы** Прикладной бакалавриат
профиль подготовки Обработка металлов давлением
форма обучения очная
кафедра-разработчик Metallургическое производство

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.12.2015 № 1427

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н.
(ученая степень, ученое звание)

25.04.2017
(подпись)

В. А. Пашнев

Разработчик программы,
старший преподаватель
(ученая степень, ученое звание,
должность)

25.04.2017
(подпись)

Н. С. Хардукаш

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование современного научного мировоззрения. Дисциплина имеет практико-ориентированную направленность и предназначена для приобретения студентами компетенций в области изучения причин и видов коррозионного разрушения металлов в различных коррозионно-активных средах, понимания механизмов коррозионных процессов как одного из важнейших направлений повышения качества металлопродукции, выбора научно-обоснованных методов защиты металлов от коррозии во всех средах природной и производственной деятельности. Знать: - основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; - общие сведения о состоянии и изменении свойств конструкционных материалов под влиянием техногенных и антропогенных факторов; - основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; - концепцию комплексного обеспечения защиты металлов от коррозии; Уметь: - оценить характер влияния окружающей и производственной среды на закономерности течения коррозионных процессов; - выбрать конструкционный материал; - использовать математический аппарат и физико-химические методы для расчета термодинамической возможности протекания коррозионных процессов и определения скорости протекания коррозии в газовых средах и жидких электролитических проводящих средах; Владеть: - навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях, терминах, а также для решения теоретических и практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью; - выполнения термодинамических и кинетических расчетов коррозионных процессов; - качественной и количественной оценки коррозионной стойкости металлов и средств защиты с целью выбора наилучшего материала для применения в определенных эксплуатационных условиях; - выполнения инженерных расчетов по определению показателей скорости коррозии металлов.

Краткое содержание дисциплины

I.1. Введение Предмет, цели и задачи дисциплины. Социальные, экологические и экономические аспекты проблемы борьбы с коррозией металлов. Классификация коррозионных процессов. Показатели коррозии. I.2. Основы теории коррозии металлов Газовая коррозия металлов. Общая характеристика процессов газовой коррозии. Физико-химические закономерности газовой коррозии металлов. Основы термодинамики процессов коррозии металлов. Коррозия металлов в неэлектролитах. Основные стадии газовой коррозии металлов. Пленки на поверхности металлов. Кинетика газовой коррозии металлов (линейный, параболический, сложные законы роста пленок). Влияние внутренних и внешних факторов на скорость газовой коррозии. Теории жаростойкого легирования. Электрохимическая коррозия металлов. Явления на границе фаз металл-электролит. Термодинамика электрохимической коррозии. Диаграммы Пурбе. Закономерности кинетики электродных реакций. Общая характеристика электрохимического коррозионного процесса. Коррозионный процесс с водородной деполяризацией. Коррозионный процесс с кислородной деполяризацией. Коррозионные диаграммы. Растворение двух металлов при их контакте. Растворение железа в кислых растворах.

Пассивность. I.2. Коррозия металлов в природных и технологических средах
 Атмосферная коррозия металлов. Почвенная коррозия металлов. Морская коррозия металлов. Влияние конструктивных факторов на развитие коррозионных разрушений машин и аппаратов. Некоторые случаи газовой коррозии металлов в технологических средах (обезуглероживание стали, водородная коррозия, карбонильная коррозия, сернистая коррозия). Коррозия блуждающими токами. Коррозионная усталость, межкристаллитная коррозия, контактная коррозия металлов I.3. Коррозионная характеристика металлов и сплавов. Конструкционные материалы на основе железа. Стали и чугуны. Легирование сталей, как способ повышения коррозионной стойкости. Жаростойкие сплавы на основе железа. Конструкционные материалы на основе цветных металлов. Коррозионная характеристика цветных металлов; алюминия, меди, никеля, свинца, титана и их сплавов. I.4. Методы защиты металлов и сплавов от коррозии Защитные покрытия. Классификация методов защиты от коррозии. Защитные покрытия. Электрохимическая защита. Катодная и анодная протекторная защита. Защита внешним током. Схема электрохимической защиты. Защитный ток. Показатели степени защиты от коррозии. Ингибиторы коррозии: органические и неорганические: механизм их действия: эффективность защиты. Применение ингибиторов коррозии. Инертные атмосферы.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОК-5 способностью к самоорганизации и самообразованию	Знать:-научные основы организации своего труда, -способы и формы повышения своей квалификации и мастерства
	Уметь:самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
	Владеть:навыками применения современных информационных технологий для работы с научно-технической литературой
ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Знать:-фундаментальные естественнонаучные законы; -теорию и технологию металлургических процессов; -современное состояние и проблемы металлургических объектов и технологий
	Уметь:-производить постановку задач с учётом практических данных; -использовать ранее разработанные технические решения с учётом конкретной практической ситуации; -использовать результаты практической деятельности производителей и результаты исследований учёных -применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации,
	Владеть:-методами исследований в лабораторных и промышленных условиях; -методами аналитического, численного и

	упрощённого расчёта параметров, конструкций, балансов и т.д.; -методами выбора оптимальных с точки зрения практической деятельности решений на основе изучение научно-технической информации, а также отечественного и зарубежного опыта
ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	Знать:-основы планирования и организации эксперимента, -математические методы анализа и обработки результатов эксперимента, -основы современной измерительной техники, методы и средства измерений и контроля различных физических величин
	Уметь:-выбирать методы и средства измерения различных технологических параметров, - применять методы анализа, систематизации и обработки экспериментальных данных, - применять программное обеспечение для решения типовых задач по организации и планированию эксперимента -провести лабораторный эксперимент по оценки качества выполняемого задания в условиях производства,
	Владеть:-практическими навыками в организации активного эксперимента -способом выбора оптимальных методик проведения экспериментов и организации эффективной работы коллектива в области металлургического производства
ПК-9 готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач	Знать:методы математического анализа
	Уметь:использовать в профессиональной деятельности методы математического анализа
	Владеть:навыки инженерных расчётов и анализа полученных результатов
ПК-12 способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды	Знать:-принципы основных технологических процессов производства и обработки черных и цветных металлов, устройства и оборудования для их осуществления, -основные группы и классы современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора
	Уметь:- прогнозировать на основе информационного поиска конкурентоспособность материала и технологии, - применять методы анализа и систематизации научно-технической информации, - принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в металлургии - прогнозировать на основе информационного поиска конкурентоспособность материала и технологии,
	Владеть:- навыками работы с современными программными средствами, - понятийно-терминологическим аппаратом в области охраны окружающей среды

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.06.01 Неорганическая химия, Б.1.05.01 Алгебра и геометрия	ДВ.1.05.02 Проектирование металлургических комплексов, В.1.10.05 Термическая обработка металлов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.05.01 Алгебра и геометрия	Уметь производить расчеты
В.1.06.01 Неорганическая химия	Знать реакции окисления металлов.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	40	40
Теории жаростойкого легирования.	10	10
Коррозионная усталость, межкристаллитная коррозия, контактная коррозия металлов	20	10
Коррозионная характеристика цветных металлов; алюминия, меди, никеля, свинца, титана и их сплавов.	5	5
Применение ингибиторов коррозии.	5	5
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Основы теории коррозии металлов	10	4	4	2
3	Коррозия металлов в природных и технологических средах	8	4	2	2
4	Коррозионная характеристика металлов и сплавов	8	4	2	2
5	Методы защиты металлов и сплавов от коррозии	4	2	0	2

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение	2
2	2	Основы теории коррозии металлов	4
3	3	Коррозия металлов в природных и технологических средах	4
4	4	Коррозионная характеристика металлов и сплавов	4
5	5	Методы защиты металлов и сплавов от коррозии	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Термодинамика газовой коррозии	4
2	3	Кинетика газовой коррозии	2
3	4	Электрохимическая коррозия металлов	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Основы теории коррозии металлов	2
2	3	Коррозия металлов в природных и технологических средах	2
3	4	Коррозионная характеристика металлов и сплавов	2
4	5	Методы защиты металлов и сплавов от коррозии	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Самостоятельное освоение теории	Улиг, Г. Г. Коррозия и борьба с ней: Введение в коррозионную науку и технику Пер. с англ. А. М. Сухотина, А. И. Хентова; Под ред. А. М. Сухотина. - Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1989. - 456 с. ил.	40

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Работа в малых группах	Лабораторные занятия	Для проведения лабораторных работ студенты делятся на группы по 3-4 человека.	16

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Основы теории коррозии металлов	ОК-5 способностью к самоорганизации и самообразованию	Контрольная работа	1
Основы теории коррозии металлов	ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Контрольная работа	2
Коррозия металлов в природных и технологических средах	ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	Контрольная работа	3
Методы защиты металлов и сплавов от коррозии	ПК-9 готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач	Контрольная работа	4
Все разделы	ПК-12 способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды	Зачет	5

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Контрольная работа	Зачет. В контрольной работе 3 индивидуальные задачи.	Зачтено: Решено больше 2 задач Не зачтено: Решено меньше 2 задач
Контрольная работа	Зачет. Решение задач	Зачтено: Решено 2 задачи Не зачтено: Не решено 2 задачи
Контрольная работа	Зачет. В контрольной работе 2 индивидуальные задачи	Зачтено: Решено 2 задачи Не зачтено: Не решено 2 задачи
Контрольная работа	Зачет	Зачтено: Решена 1 задача Не зачтено: Не решена 1 задача
Зачет	Зачет проводится письменно. В билете 5 теоретических вопроса	Зачтено: Правильно отвечено больше 3 вопросов Не зачтено: Отвечено правильно на 2 вопроса

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Контрольная работа	Вариант 1. Рассчитайте значение парциального давления кислорода, ниже которого химическая коррозия меди с образованием CuO невозможна. ($\Delta_f G_{\text{CuO}} = -129,46 \text{ кДж/моль}$) при $T=298 \text{ К}$.

Будет ли окисляться медь, если парциальное давление кислорода в воздухе 0,10 атм.

Вариант 2.

Рассчитайте значение парциального давления кислорода, ниже которого химическая коррозия железа с образованием FeO невозможна.

($\Delta_f G^\circ_{\text{FeO}} = -244,3$ кДж/моль) при $T=298$ К.

Будет ли окисляться железо, если парциальное давление кислорода в воздухе 0,01 атм.

Вариант 3.

Рассчитайте значение парциального давления кислорода, ниже которого химическая коррозия свинца с образованием PbO невозможна.

($\Delta_f G^\circ_{\text{PbO}} = -188,5$ кДж/моль) при $T=298$ К.

Будет ли окисляться свинец, если парциальное давление кислорода в воздухе 0,21 атм.

Вариант 4.

Рассчитайте максимальное содержание кислорода, при котором не протекает коррозия. $T = 690$ К.

Вариант 5.

Каким должно быть парциальное давление кислорода, чтобы предотвратить окисление серебра при температуре 250 °С?

Вариант 6.

Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Fe до Fe₂O₃ в газовой фазе из O₂ и Ar. $T= 900$ К. $P = 0,7$ атм.

Вариант 7.

Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Be до BeO в газовой фазе из CO и CO₂. $T= 610$ К.

Вариант 8.

При каком давлении серы в газовой фазе начнется коррозия марганца до MnS при 1000 °С?

Вариант 9.

Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Zr до ZrO₂ в газовой фазе из CO и CO₂. $T= 725$ К.

Вариант 10.

Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Cu до Cu₂O в газовой фазе из H₂ и H₂O. $T= 1010$ К.

Вариант 11.

Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Mo до MoO₂ в газовой фазе из CO и CO₂. $T= 1110$ К.

Вариант 12.

Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Ni до NiS в газовой фазе из H₂ и H₂S. $T= 590$ К.

Вариант 13.

Будет ли окисляться серебро газовой смесью 20% CO – 80% CO₂ при 250 °С?

Вариант 14.

Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Pb до Pb₂O₄ в газовой фазе из CO и CO₂. $T= 600$ К.

Вариант 15.

Будет ли окисляться иридий кислородом воздуха при 1000 и 1500К, если продуктом окисления является IrO₂?

Вариант 16.

Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Mn до Mn₃O₄ в газовой фазе из O₂ и Ar. $T= 890$ К. $P_{\text{общ}} = 0,2$ атм.

Вариант 17.

Определите температуру, при которой будет невозможным окисление серебра кислородом воздуха при давлении $P = 1$ атм.

Вариант 18.

	<p>Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Ti до TiO₂ в газовой фазе из CO и CO₂. T= 1030 К. Вариант 19. При какой температуре становится невозможной коррозия меди в атмосфере из H₂ и H₂S? Продукт коррозии – CuS. Вариант 20. Рассчитайте максимальное содержание окислителя, при котором не протекает коррозия Cr до Cr₂O₃ в газовой фазе из H₂ и H₂O. T= 850 К. Контрольная работа №1.docx</p>
Контрольная работа	<p>Задача 4. Удельный прирост массы образца свинца (г/см³) в зависимости от времени описывается квадратно-параболическим уравнением $\Delta m^2 = 9 \cdot 10^{-3} \cdot \exp(-101300/RT) \tau$, где τ – время в секундах. За какое время прокорродирует свинцовая защита кабеля толщиной 0,2 мм при t= 300 °С? Свинец окисляется до PbO. Задача 5. Оцените по 10-бальной шкале коррозионную стойкость Cu на воздухе при температуре 345 °С. Образец металла с площадью поверхности 150 см² весил до испытания 10,8117г. После 165-часового окисления на воздухе при заданной температуре он весил 10,8189г. Контрольная работа №2.docx</p>
Контрольная работа	<p>Вариант 1. Задача 6. Возможна ли коррозия свинца в водном растворе при pH=5? Вариант 2. Задача 6. Определите будет ли корродировать медь во влажной атмосфере при pH=6? Вариант 3. Задача 6. Назовите металлы, которые могут корродировать с поглощением кислорода в водном растворе, имеющем pH : а) 3,0; Б) 5,0; в) 9,0. Контрольная работа №3.docx</p>
Контрольная работа	<p>Вариант 1. Детали, изготовленные из низкоуглеродистой стали, предназначены для работы в условиях сухой атмосферной коррозии. Выбрать и описать наиболее целесообразный метод защиты деталей от этого вида коррозии. Вариант 2. Детали, изготовленные из низкоуглеродистой стали, предназначены для работы на воздухе при температурах 900-1100 °С . Выбрать и описать наиболее целесообразный метод защиты деталей от окисления в данных условиях. Вариант 3. К какому типу покрытий относится олово на меди и на железе? Какие процессы будут протекать при атмосферной коррозии указанных пар в нейтральной среде? Вариант 4. Назовите металлы, которые можно использовать для анодного покрытия низкоуглеродистой стали в растворе с pH=3. Вариант 5. Указать какие из перечисленных металлов (вольфрам, железо, алюминий, медь, олово, молибден, никель) и почему следует рекомендовать для эксплуатации в щелочной, а какие – в кислой среде. Контрольная работа №4.docx</p>
Зачет	<p>Классификация коррозионных процессов. Показатели коррозии. 2. Газовая коррозия металлов. Общая характеристика процессов газовой коррозии. 3. Основы термодинамики процессов газовой коррозии металлов. 4. Пленки на поверхности металлов. Критерий сплошности защитной пленки. 5. Кинетика газовой коррозии металлов (линейный, параболический, сложные законы роста пленок). 6. Влияние внутренних и внешних факторов на скорость газовой коррозии. Теории жаростойкого легирования. 7. Общая характеристика электрохимического коррозионного процесса.</p>

	8. Термодинамика электрохимической коррозии. 9. Закономерности кинетики электродных реакций. 10. Коррозионный процесс с водородной деполяризацией. 11. Коррозионный процесс с кислородной деполяризацией. 12. Коррозионные диаграммы. Растворение двух металлов при их контакте. 13. Растворение железа в кислых растворах. Пассивность. 14. Коррозия металлов в природных и технологических средах Атмосферная, почвенная, морская коррозия металлов. 15. (обезуглероживание стали, водородная коррозия, карбонильная коррозия, сернистая коррозия). 16. Коррозия блуждающими токами. Коррозионная усталость, межкристаллитная коррозия, контактная коррозия металлов 17. Легирование сталей. Жаростойкие сплавы на основе железа. 18. Коррозионная характеристика цветных металлов; алюминия, меди, никеля, свинца, титана и их сплавов. 19. Классификация методов защиты от коррозии. Защитные покрытия. 20. Электрохимическая защита. Катодная и анодная протекторная защита. Защита внешним током. 21. Схема электрохимической защиты. Защитный ток. Показатели степени защиты от коррозии. Вопросы на зачет.docx
--	---

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Пузырев, А. В. Защита металлов от коррозии Метод. указ. к лаб. работам ЧПИ им. Ленинского комсомола; Каф. Коррозия и защита металлов; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1988. - 35 с.
2. Улиг, Г. Г. Коррозия и борьба с ней: Введение в коррозионную науку и технику Пер. с англ. А. М. Сухотина, А. И. Хентова; Под ред. А. М. Сухотина. - Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1989. - 456 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Улиг, Г. Г. Коррозия и борьба с ней: Введение в коррозионную науку и технику Пер. с англ. А. М. Сухотина, А. И. Хентова; Под ред. А. М. Сухотина. - Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1989. - 456 с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

Нет

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции		Компьютер, проектор