

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(МИИТ)**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической
работе - директор РОАТ

В.И. Апатцев

(название института, подпись, Ф.И.О.)

«_03_»_07_2011 г.

Кафедра _____ Физика и химия _____ -
(название кафедры)

Авторы: ст. преп Журавлева М.А _____
(Ф.И.О., ученая степень, должность)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Коррозия и меры борьбы с ней

(название)

Специальность/направление: 270112.65 Водоснабжение и водоотведение (ВК)
(код, наименование специальности/направления)

Утверждено на заседании Учебно-методической комиссии РОАТ Протокол № <u>4</u> « <u>01</u> » <u>07</u> 2011г. Председатель УМК <u>А.В.Горелик</u> (подпись, Ф.И.О.)	Утверждено на заседании кафедры Протокол № <u>10а</u> « <u>23</u> » <u>06</u> 2011г. Зав. кафедрой <u>З.Л. Шулиманова</u> (подпись, Ф.И.О.)
---	---

Москва - 2011

Автор-составитель:

ст. преп. Журавлева М.А.

(Ф.И.О., Ученая степень, ученое звание, должность)

Учебно-методический комплекс по дисциплине

Коррозия и меры борьбы с ней

(название дисциплины)

составлен в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) по специальности:

270112.65 Водоснабжение и водоотведение

(название специальности/направления)

Дисциплина входит в национально-региональный (ВУЗовский) компонент ОПД.8.00. Является дисциплиной по выбору студента, устанавливаемой ВУЗом, для изучения по специальности 270112.65 Водоснабжение и водоотведение.

В основу разработанного комплекса положена Примерная программа дисциплины Коррозия и меры борьбы с ней, утверждённая Министерством образования Российской Федерации (2000 г.) для направлений: 550000 Технические науки, 510000 Естественные науки и математика (кроме направления 510500 Химия) и государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования по соответствующим направлениям.

Москва - 2011

1.1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Коррозия и меры борьбы с ней» относится к блоку дисциплин по выбору студента, устанавливаемых ВУЗом, Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и предназначена для студентов специальности 270112 Водоснабжение и водоотведение. Изучение дисциплины способствует развитию познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, самостоятельности в приобретении новых знаний. Данная рабочая программа посвящена химическим основам понимания природных и техногенных явлений, с учетом специализации выпускников транспортного вуза

Основной задачей курса является знакомство студентов экономических специальностей с современными основами прогрессивной технологии (химическими и физическими) с целью подготовки специалистов широкого профиля, способных к быстрой перестройке профессиональной деятельности в соответствии с требованиями рынка.

Проблема коррозии металла и железобетона во всем мире имеет большое значение из-за огромных потерь от коррозионных разрушений, которые по своим объемам сравнимы с затратами по созданию новых крупных отраслей производства.

Железнодорожный транспорт имеет специфические особенности, которые способствуют ускорению коррозионного износа транспортных сооружений, оборудования и подвижного состава. Железнодорожный транспорт работает в сложных природных условиях, подвергаясь, постоянному негативному воздействию атмосферной среды, переменных нагрузок и вибраций разной интенсивности. Кроме того, большая часть его производственных предприятий, обслуживающих подвижной состав, работает с агрессивными растворами.

В результате этих процессов происходят интенсивные коррозионные разрушения, требующие эффективных методов их защиты.

Целью подготовки студентов по дисциплине «Коррозия и меры борьбы с ней» является получение будущими инженерами путей сообщения комплекса теоретических и практических знаний в области обеспечения надежности строительных конструкций и сооружений в условиях воздействия агрессивных сред при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов железнодорожного транспорта. Для студентов специальности «Водоснабжение и водоотведение» целью подготовки по этой дисциплине является получение знаний по коррозионным процессам при использовании различных труб и их соединений в электролитных и неэлектролитных средах. А также о последствиях, приводящих, как к преждевременному износу оборудования, так и к попаданию в системы питьевого водоснабжения нежелательных элементов и химических соединений в результате неправильно подобранных систем с точки зрения коррозионных разрушений. Таки образом, необходим достаточный багаж знаний на предотвращение этих разрушений и умение

выбирать из большого арсенала технологий подходящую меру защиты от того или иного вида коррозии на технологическом участке.

В курсе «Коррозия и меры борьбы с ней» изучаются фундаментальные законы химии, как основа современной технологии. Без глубокого изучения химических законов невозможно понимание современных технологических процессов, использующихся в промышленности, на транспорте, в строительстве, природных явлениях и в защите окружающей среды.

Цель изучения дисциплины - ознакомить студентов с процессами превращения веществ, сопровождающихся изменением химических и физических свойств при коррозионных процессах, создание теоретической базы для успешного усвоения ими специальных дисциплин и, в частности, – формирование научного и инженерного мышления. Фундаментальная подготовка студентов соответствует целям и задачам ГОС ВПО по примерной программе 270112.65 Водоснабжение и водоотведение.

Задачей изучения дисциплины являются: 1) профессиональная подготовка специалистов и получения будущими специалистами необходимых знаний о средствах и мерах защиты металлов от коррозии, применении легированных сталей на железнодорожном транспорте и умении выбора химической и электрохимической защиты, применении прогрессивных технологий таких, как электролиз и гальванические элементы различных типов на предприятиях железнодорожного транспорта и на подвижном составе; 2) получение дипломированными специалистами теоретических представлений и практических навыков применения прогрессивных технических знаний, обеспечивающих высокий университетский уровень инженера.

Данная программа построена в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта и Примерной программы дисциплины «Коррозия и меры борьбы с ней» Министерства образования Российской Федерации, принятой 08.12.2000 г.

1.2 ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе изучения дисциплины «Коррозия и меры борьбы с ней» должны быть сформированы знания и умения использовать:

фундаментальные понятия, законы, модели классической и современной химии коррозии.

Изучив дисциплину «Коррозия и меры борьбы с ней» согласно Государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования и государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника предполагают, что в результате изучения дисциплины студент должен:

- иметь представление:

о предмете, цели, задачи дисциплины и об ее значении для будущей профессиональной деятельности; о превращениях веществ, составе и строении веществ, образующихся при различных типах коррозии в зависимости свойств

растворов от их состава и внешних условий. А также о законах и закономерностях протекания во времени сложных и взаимосвязанных явлений, физико-химических методах анализа производственного контроля.

- *знать:*

- основы теории коррозии конструкций и сооружений в условиях воздействия агрессивных сред,
- особенности коррозии конструкций и сооружений железнодорожного транспорта;
- методы защиты от коррозии,
- методы анализа коррозионной обстановки.
- основные законы и закономерности химии коррозии,
- рассчитывать электродвижущую силу гальванических элементов и количеств веществ, образующихся при электролизной защите (катодная) и для оценки скорости коррозионных процессов,
- механизмы и условия протекания химических реакций при коррозии в различных средах,
- предвидеть их последствия,
- определять возможность управлять химическим процессом коррозии на основании энергетических оценок,
- проводить реакции быстрее и в нужном направлении и при условиях наиболее приемлемых для производственных масштабов;
- разбираться в методах качественной аналитики.

- *уметь:*

- анализировать объекты железнодорожного транспорта и выявлять элементы, наиболее подверженные коррозии,
- проводить диагностику коррозионных процессов,
- сравнивать и анализировать варианты защитных мероприятий в зависимости от особенностей агрессивной среды и конструкции,
- планировать работы по защите конструкций от коррозии, восстановлению антикоррозионной защиты и
- определять эффективность мер защиты металлов и железобетона от коррозии
- работать с химическими реактивами,
- применять физико-химические методы для решения задач в области взаимосвязанных явлений, физико-химических методах анализа производственного контроля,

- *приобрести навыки:*

- использования учебной и технической литературы,
- информационных материалов из Интернета,
- работы с приборами,
- проведения измерений и расчётов, решения химических задач,
- осмысления, анализа и защиты полученных результатов.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Коррозия и меры борьбы с ней» дают возможность студентам изучать все последующие дисциплины учебного плана на качественно более высоком уровне.

1.3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Форма обучения – ЗАОЧНАЯ

Вид учебной работы	Количество часов		
	Всего по учебному плану	В том числе по семестрам	
		IV курс	
		7	8
Аудиторные занятия:	16	16	
Лекции	8	8	
Лабораторные работы	8	8	
Индивидуальные занятия			
Самостоятельная работа	79	40	39
ВСЕГО ЧАСОВ НА ДИСЦИПЛИНУ	95	56	39
Текущий контроль (количество и вид текущего контроля)		тестирование	Контр. раб. № 1
Виды промежуточного контроля		Зачет (лаб. раб.)	Зачет (контр. раб.) Диф. зачет

1.4 СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

1.4.1 Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения – ЗАОЧНАЯ

Название разделов и тем	Всего часов по учеб. плану	Виды учебных занятий			
		Аудиторные занятия, час		индивидуальные	самостоятельная
		лекции	лаб. раб.	раб. час	раб. час
Седьмой семестр (Четвертый Курс) 1. Раздел «Классификация коррозионных процессов» 1.1 Введение Назначение курса. Понятие о коррозии строительных конструкций [3, с. 3-21]. 1.2 Коррозионные процессы Коррозия металлов и причина ее	22	2	1		19

возникновения. Классификация коррозионных процессов [1, с. 130-132]. Коррозия сплавов. Факторы, влияющие на агрессивность атмосферы. Механизм коррозионного растрескивания по напряжениям стали и других металлов. Растрескивание и адсорбция. Скорость роста трещин. Водородное растрескивание. Коррозионная усталость. Фреттинг-коррозия [1, с. 148-155; 3, с. 28-31; 4, с. 27-41]. Высокотемпературная коррозия. 1.3 Основные виды коррозии и коррозионные разрушения Атмосферная коррозия. Подземная коррозия. Факторы, определяющие агрессивность грунтов. Характеристики питтингов. Микробиологическая коррозия. Тионовые бактерии. Железобактерии. Межкристаллитная коррозия. Контактная коррозия. Дифференциальная аэрация конструкции. Коррозия под действием блуждающих токов. Оценка коррозионной стойкости металлов [1, с. 148-158; 3, с. 35-37, 38-42].					
<i>2.Раздел «Химическая и электрохимическая коррозия»</i> Химическая и электрохимическая коррозия. Виды поляризации и ее расчет. Водородная и кислородная деполяризация. Теория пассивации. Действие хлорид-ионов и активно-пассивные элементы. Термодинамика и кинетика электрохимической коррозии.	24	2	2		20
<i>3.Раздел «Коррозия металлов в различных условиях»</i> Влияние водородного показателя на скорость коррозии металлов. Коррозия железа в кислотах и нейтральных средах. Устойчивость железа щелочных условиях. Влияние потока жидкости на коррозию в природных водах. Защитные свойства окислов и различных оксидов [1, с. 136-141; 3, с. 14-17; 4, с. 10-21].	25	2	3		20
<i>4.Раздел «Защита металлов и сплавов от коррозии»</i> 4.1 Покрытия	24	2	2		20

Металлические и неметаллические покрытия. Классификация и методы получения. Никелевые, свинцовые, кадмиевые, оловянные и алюминиевые покрытия. Неорганические покрытия. Силикатные эмали. Лакокрасочные и полимерные покрытия [1, с. 159-161; 3, с. 84--96]. 4.2 Электрохимическая защита Металлические покрытия. Устойчивость металлических покрытий в различных средах. Катодная защита. Критерии защиты. Перезащита. Анодная защита. Изменение состава окружающей среды. 4.3 Пассиваторы и ингибиторы Пассиваторы и ингибиторы. Противокоррозионные смазки. Летучие ингибиторы. Деаэрация. Механизм коррозии котлов и способы их защиты [1, с. 165-176; 3, с. 97-99]					
ИТОГО	95	8	8		79

1.5 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Лабораторные занятия по дисциплине «Коррозия и меры борьбы с ней» проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий.

Поскольку в химической лаборатории находятся электроприборы, газ, вода, ядовитые и огнеопасные вещества, студенты должны строго соблюдать правила внутреннего распорядка и техники безопасности. Группа студентов должна быть перед лабораторными занятиями проинструктирована преподавателем, каждый студент заполняет журнал по лабораторной безопасности и расписывается.

Перед каждым лабораторным занятием студент должен изучить соответствующий раздел учебника, конспект лекций и описание лабораторной работы.

При оформлении отчета по проделанной работе в лабораторной тетради записывают дату, номер, название работы и опыта; конспект теоретического материала; краткое описание хода опыта и результаты, полученные при его выполнении. При выполнении лабораторной работы студент ведет рабочие записи результатов наблюдений и измерений (испытаний), оформляет расчеты. Окончательные результаты оформляются в форме выводов к работе.

Полный парк лабораторных работ на кафедре содержит более 7 работ (с вариативными заданиями), ко всем имеются методические указания, изданные в РОАТ. Руководства к выполнению лабораторных работ, разработанные на кафедре, приведены в разделе 2. Ниже в виде примера дана

краткая характеристика *типичных* работ, выполняемых студентами в первом семестре.

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
<u>Лабораторная работа № 1</u> Виды коррозионного разрушения		
1.Раздел «Классификация коррозионных процессов» Тема: 1.3 Основные виды коррозии и коррозионные разрушения	Изучение видов коррозии Сплошная (продукты коррозии равномерно распределяются по всей поверхности) Местная коррозия или коррозия пятнами. Точечная (или питтинговая),	Составление уравнений реакций, использование спецреактива ферроцианата для визуального обнаружения вида коррозии, составление отчета
<u>Лабораторная работа № 2</u> Коррозийная устойчивость металлических покрытий		
2.Раздел «Химическая и электрохимическая коррозия» Тем: Виды поляризации	Коррозия железа при частичном повреждении поверхности в растворе соляной кислоты и влияние ионов хлора на скорость коррозии железа.	Составление уравнений реакций коррозии металлов в зависимости от вида металлического покрытия. Оценка его устойчивости в агрессивной (кислой) среде.
<u>Лабораторная работа № 3</u> Электрохимическая коррозия металлов в различных средах (образование микрогальванопар). Скорость коррозии в различных средах.		
3.Раздел «Коррозия металлов в различных условиях» Тема: Коррозия железа в кислотах и нейтральных средах.	Исследовать влияние среды на скорость коррозии железа.	Расчет ЭДС при сравнении пар при контактной коррозии и вывод в пользу пары, где коррозия протекает быстрее в зависимости от среды. Графическое представление. Доказательство наличия выхода окисленного металла из- под покрытия методом качественной реакции.
<u>Лабораторная работа № 4</u> Применение ингибиторов коррозии		
4.Раздел «Защита металлов и сплавов от коррозии»	Исследование пассивации в растворах концентрированных кислот(серная и фосфорная)	Составление уравнений реакций в случае разбавленных и концентрированных

Тема: 4.3 Пассиваторы и ингибиторы	и введение ингибитора в раствор	кислот. Капельный анализ легированных сталей (молибден, никель) отработка метода. Введение в раствор бихромата калия.
---------------------------------------	---------------------------------	---

1.6 ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

В процессе изучения курса химии студент-заочник должен выполнить самостоятельно одну контрольную работу (в тетради 10-12 листов или на листах формата А4 в компьютерном оформлении). Решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко, но четко обоснованы. При решении задач нужно приводить весь ход решения и математические преобразования.

Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена, написана четко и ясно, и иметь поля для замечаний рецензента. Номера и условия задач необходимо переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании. В начале работы следует указать учебный шифр студента, номер варианта и полный список номеров задач этого варианта. В конце работы следует дать список использованной литературы с указанием года издания.

Работа должна иметь подпись студента и дату.

Если контрольная работа не зачтена, ее следует выполнить повторно в соответствии с указаниями рецензента и представить вместе с не зачтенной работой. Исправления следует выполнять в конце работы, после рецензии, а не в тексте.

Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не засчитывается как сданная.

Каждый студент выполняет вариант контрольных заданий, обозначенный двумя последними цифрами номера студенческого билета.

Графики и рисунки должны быть выполнены аккуратно с использованием чертёжных инструментов или компьютерной технологии.

К защите допускаются правильно оформленные работы, с достаточно полным раскрытием темы. Студент должен во время защиты дать пояснения по всему материалу контрольной работы.

Контрольная работа №1. Темы работы: поляризация; электродные потенциалы и электродвижущие силы; электрохимическая коррозия металлов; показатели коррозии металлов; электролиз, как способ нанесения защитных покрытий; способы защиты металлов от коррозии.

Краткое содержание:

- определение степени защиты оксидной пленки на металле при поляризации;
- расчет свободной энергии Гиббса процесса коррозии и определение направления протекания окисления;
- расчет электродных потенциалов с поправкой на концентрацию по уравнению Нернста,

- составление электронных уравнений катодного и анодного процессов коррозии различных металлов в разных средах,
- подбор защитных металлических покрытий,
- расчет ЭДС микрогальванопар и связь ЭДС и стандартного изобарно-изотермического потенциала;
- расчет глубинного, массового и объемного показателей коррозии металла и плотности тока, а также взаимный перевод этих показателей;
- определение коррозионной устойчивости металлов;
- расчет концентрационной поляризации анода и учет перенапряжения водорода;
- расчет толщины металлического покрытия, нанесенного методом электролиза;
- выявление наилучшего способа защиты при различных типах коррозии;
- расчет средней плотности тока в вершине питтинга.

1.7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<i>1.Раздел «Классификация коррозионных процессов»</i> Коррозия бетона первого типа. Растворимость цементного камня в системе продукты гидратации-вода. Влияние технологических показателей на стойкость бетона к коррозии [2, с. 112-138; 5, с. 27-41; 6, с. 4-7]. Коррозия бетона второго типа. Теоретические основы углекислотной коррозии. Действие кислот на цементный камень и влияние скорости обмена агрессивной среды на скорость коррозии [2, с. 148-203; 5, с. 49-65]. Коррозия бетона третьего типа. Сульфатная коррозия. Деформация расширения. Коррозия бетона при кристаллизации солей в его порах [2, с. 148-203; 5, с. 49-65]. Основные особенности коррозии арматуры. Влияние напряжения на коррозию стали. Коррозионное растрескивание арматуры [2, с. 327-351; 5, с. 217-230]. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в напряженном состоянии. Стойкость напряженного бетона. Влияние агрессивной среды на стойкость предварительно напряженных железобетонных конструкций [2, с.	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе, работа с вопросами для самопроверки. Обсуждение проблемных вопросов с преподавателями в рамках индивидуальных консультаций. Выполнение тестов и заданий, размещенных в системе КОСМОС для самопроверки.

353-385, 443-470; 6, с. 30-35]. <i>2.Раздел «Химическая и электрохимическая коррозия»</i> Понятие о межфазной разности потенциалов. Строение двойного электрического слоя на границе металл-раствор. Внутренняя и внешняя контактная разность потенциалов. Возникновение разности потенциалов при контакте разнородных металлов [1, с. 88-93; 4, с. 17-25]. Электродные потенциалы и ЭДС гальванических элементов. Роль контактных потенциалов и двойных ионных слоев в образовании ЭДС гальванических цепей [3, с. 12-14; 4, с. 27-41]. Термодинамический расчет равновесных электродных потенциалов. Электроды первого и второго рода. Газовые электроды. Амальгамные электроды. Окислительно-восстановительные электроды. Уравнение Нернста. Термодинамический расчет ЭДС обратимых гальванических цепей [1, с. 136-141; 3, с. 18-26; 4, с. 47-58]. Химические цепи. Концентрационные элементы. Уравнение диффузного потенциала и ЭДС концентрационной цепи с жидкостной границей. Влияние температуры на ЭДС гальванического элемента. Кислородный электрод и элемент дифференциальной аэрации. Диаграмма Пурбе [3, с. 26-31; 4, с. 65-87].	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе, работа с вопросами для самопроверки. Обсуждение проблемных вопросов с преподавателями в рамках индивидуальных консультаций. Выполнение тестов и заданий, размещенных в системе КОСМОС для самопроверки.
---	---

Результаты самостоятельной работы контролируются при аттестации студента при защите контрольной работы.

1.8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Зубрев Н.И. Зубрев Н.И. Инженерная химия на железнодорожном транспорте. 2- издание, Учеб. пос. – М.: ИПЦ Желдориздат, 2002.
2. Мещеряков В. М. Технология конструкционных материалов и сварка,- М.: Уч. пос., 2008.
3. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов,- М.: Выс.Шк, 2004.

Дополнительная литература

1. СНиП 2.03.П-85. Защита строительных конструкций от коррозии. – М.: Стройиздат, 1986.
2. Р.С. Соколов Химическая технология. Т. 1. Москва, “ВЛАДОС”, 2000 г.
3. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных материалов под ред. Ю.А. Ершова. Москва, “Высшая школа”, 2000 г.
4. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. - М.: Стройиздат, 1980. - 420 с.
5. Жуков А.П., Малахов В.И. Основы металловедения и теории коррозии. - М.: Транспорт, 1988.
6. Малахов В.И., Тютин К.М. Коррозия и основы гальваностегии. -М.: Химия, 1987.
7. Мербек К., Мереин В. Польмяни Г.В. Антикоррозионная защита санитарно-технического оборудования. Пер. с нем. - М.: Стройиздат, 1990.

1. 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- химическая лаборатория, химические реактивы;
- компьютерное и мультимедийное оборудование (на лекциях, для самоконтроля знаний студентов, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме);
- приборы и оборудование учебного назначения (при выполнении лабораторных работ);
- пакет прикладных обучающих программ (для самоподготовки и самотестирования);
- видео- аудиовизуальные средства обучения (интерактивные доски, видеопроекторы);
- электронная библиотека курса (в системе КОСМОС- электронные лекции, тесты для самопроверки, тесты для сдачи зачёта).

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В помощь студентам для выполнения контрольной работы предложена краткая теория по тематике задачи и примеры решения подобных задач. Ниже представлен пример из темы «Показатели коррозии металлов»:

Для установления скорости коррозии металла в данной среде оценивают количественное изменение во времени какой-либо характеристики, объективно отражающей изменение свойства металла.

Глубинный показатель коррозии – отношение глубины разрушения металла или толщины образующейся пленки продуктов коррозии в единицу времени:

$$K_{\Pi} = \frac{h}{\tau}, \text{ мм/ГОД}$$

Показатель изменения массы – отношение прокорродировавшего металла к единице поверхности и к единице времени:

$$K_m = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}, \text{ г/(см}^2 \cdot \text{ч)}.$$

Объемный показатель коррозии – отношение объема поглощенного или выделившегося в процессе коррозии металла газа к единице поверхности и к единице времени:

$$K_v = \frac{V}{S \cdot \tau}, \text{ см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{ч)}.$$

Электрохимическая коррозия является анодным процессом разрушения (окисление, растворение, убыль) металла, интенсивность которого определяется величиной тока I , протекающего между анодными и катодными участками корродирующей поверхности:

$$\Delta m = \frac{A \cdot I \cdot t}{n \cdot F},$$

где Δm – масса убыли металла, г; A – атомная масса металла, I – сила тока, А; n – степень окисления металла, F – постоянная Фарадея 96500 Кл (А·с), t – время окисления металла.

Скорость электрохимической коррозии выражают через **токовый показатель коррозии (плотность тока)**: $K_i = \frac{I}{S_a}$,

где S_a – площадь анода, см².

При *равномерной* коррозии площадь анода совпадает с площадью поверхности металла.

Существует зависимость между токовым показателем коррозии и массовым показателем:

$$K_i = \frac{n \cdot F \cdot K_m}{10000 \cdot A} = 26,8 \cdot 10^{-3} \cdot K_m \cdot \frac{n}{A}, \text{ А/см}^2.$$

Токовый показатель K_i также связан с объемным показателем коррозии K_v :

1) водородным - $K_i = 2,3896 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{вн}_2}, \text{ А/см}^2$

2) кислородным - $K_i = 4,7870 \cdot 10^{-3} \cdot K_{VO_2}$, А/см².

И глубинным показателем коррозии K_{II} :

$$K_{II} = 3268,7 \cdot \frac{K_i \cdot A}{n \cdot \rho_{Me}}, \text{ мм/год}$$

Пример 1. Оценить коррозионную стойкость меди на воздухе при высокой температуре. Медная пластина размером 50х60х3 мм после 15 суток окисления весила 80,705г. Плотность меди 8,96г/см³.

Решение. Площадь поверхности пластины составляет:

$$S = 2 \cdot (50 \cdot 60) + 2 \cdot (50 \cdot 3) + 2 \cdot (60 \cdot 3) = 6,66 \cdot 10^3 \text{ мм}^2$$

Масса пластины до коррозии m_n :

$$m_n = V \cdot \rho = 50 \cdot 60 \cdot 3 \cdot 8,96 \cdot 10^{-3} = 80,64 \text{ г}$$

Убыль массы пластины составляет:

$$\Delta m = m - m_n = 80,705 - 80,64 = 0,065 \text{ г}$$

Толщина слоя продукта коррозии после окисления в данных условиях:

$$h = \frac{\Delta m}{S \cdot \rho} = \frac{0,065}{6,66 \cdot 10^3 \cdot 8,96 \cdot 10^{-3}} = 1,09 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

Следовательно, глубинный показатель коррозии составляет:

$$K_{II} = \frac{h \cdot 365}{15} = \frac{1,09 \cdot 10^{-3} \cdot 365}{15} = 0,027 \text{ мм/год}$$

По глубинному показателю и десятибалльной шкале коррозионной стойкости металлов (табл. 3 Приложения) скорость коррозии находится в пределах 0,01-0,05мм/год, что составляет 4 балла и медь относится к *стойким* металлам.

Пример 2. Глубина питтинга на стальной трубе, помещенной в морскую воду, за год достигла 6,5 мм. Рассчитайте среднюю плотность тока в вершине питтинга, который соответствует скорости его роста. Плотность железа 7,874г/см³.

Решение. Глубинный показатель коррозии составляет 6,5мм/год. Плотность железа переводится с помощью множителя 1000 в размерность г/мм³. Преобразуется формула связи глубинного и токового показателей:

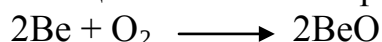
$$K_i = \frac{n \cdot \rho_{Me} \cdot K_{II}}{3268,7 \cdot A} = \frac{2 \cdot 7874 \cdot 6,5}{3268,7 \cdot 55,8} = 0,561 \text{ А/мм}^2 = 5,61 \cdot 10^{-3} \text{ А/см}^2$$

Пример 3. При коррозии бериллиевой пластины весом 250г и поверхностью 98,4см² на воздухе прокорродировало 10% от массы бериллия в течение трех суток. Вычислите объемный показатель коррозии при нормальных условиях, считая продуктом коррозии оксид бериллия.

Решение. Убыль массы бериллиевой пластины за счет коррозии (10%):

$$\Delta m = \frac{10 \cdot m}{100} = \frac{10 \cdot 250}{100} = 25 \text{ г}$$

Реакция окисления бериллия:



Составляется пропорция:

2моль Be (2 · 9г)-----1моль O₂ (22,4 л)

25 г Be ----- X л O₂

$$V_{O_2} = X = \frac{25 \cdot 22,4}{18} = 31,11 \text{ л}$$

Объемный показатель коррозии составляет:

$$K_v = \frac{V_{O_2}}{S \cdot \tau} = \frac{31,11 \cdot 1000}{98,4 \cdot 3 \cdot 24} = 4,4 \text{ см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{ч}).$$

Контрольные вопросы

41. Оценить коррозионную стойкость меди на воздухе при высокой температуре. Медная пластина размером 70х50х2 мм после 10 суток окисления весила 62,82г. Плотность меди 8,96г/см³.
42. Оценить коррозионную стойкость железа на воздухе при высокой температуре. Железная пластина размером 100х50х2,5 мм после 7 суток окисления весила 100,75г. Плотность железа 7,874г/см³.
43. Оценить коррозионную стойкость цинка на воздухе при высокой температуре. Цинковая пластина размером 30х70х4мм после 12 суток окисления 61,705г. Плотность цинка 7,133г/см³.
44. Оценить коррозионную стойкость олова на воздухе при высокой температуре. Оловянная пластина размером 70х70х3мм после 22 суток окисления 110,112г. Плотность олова при 20°С составляет 7,29г/см³.
45. Цинковая пластина размером 30х70х4мм после 20 суток окисления весила 61,705г. Плотность цинка 7,133г/см³. Рассчитайте массовый показатель коррозии пластины, затем токовый и глубинный показатели.
46. Оценить коррозионную стойкость никеля на воздухе при высокой температуре. Никелевая пластина размером 40х60х3мм после 11 суток окисления 64,96г. Плотность никеля 8,91г/см³.
47. Глубина питтинга на алюминиевой трубе, помещенной в морскую воду, за год достигла 1,13 см. Рассчитайте среднюю плотность тока в вершине питтинга, который соответствует скорости его роста. Плотность алюминия 2,699 г/см³.
48. Блуждающий ток силой 0,7 А проходит через подземный участок железной трубы, имеющей диаметр 60 мм и длину 0,6096 м. Какова начальная скорость коррозии? Рассчитать глубинный показатель коррозии, если плотность железа составляет 7,874 г/см³.
49. Блуждающий ток силой 0,6 А проходит через подземный участок медной трубы, имеющий диаметр 50,8мм и длину 2,5м. Какова начальная скорость коррозии? Рассчитать глубинный показатель коррозии, если плотность меди составляет 8,96г/см³.
50. При коррозии железной пластины весом 298г размером 90х140х3 мм на воздухе прокорродировало 2% от массы железа в течение 15 суток. Вычислите объемный показатель коррозии при нормальных условиях, считая продуктом коррозии оксид железа Fe₂O₃.

1. Зубрев Н.И. Техническая химия на железнодорожном транспорте. Ч. 1: Учеб. пос. – М.: РГОТУПС, 1998.

2. Зубрев Н.И. Коррозия металлов на железнодорожном транспорте. – М.: РГОТУПС, 1997, 56 с..
3. Журавлева М.А. Коррозия и меры борьбы с ней, Рабочая программа и задание на контрольную работу с методическими указаниями для студентов IV курса специальности 270112 Водоснабжение и водоотведение (ВК)- М., 2009, с.44.
4. Мартынов, Ю.М. Коррозия на железнодорожном транспорте: учебное пособие/ Ю. М. Мартынов, Н. И. Зубрев, Г. Ф. Фатина. - М. : ВЗИИТ, 1990. - 49 сБ. ц.
5. Мартынов, Ю.М., Зубрев Н.И. Лабораторный практикум для специальности Водоснабжение и водоотведение (ВК), - М., 1990

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Изучив глубоко содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и семинарских занятий.

2. Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень.

3. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.

4. Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

5. При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами заочной формы обучения существенно отличается по готовности и умению от восприятия студентами очной формы.

6. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

4. МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По дисциплине «Коррозия и меры борьбы с ней» предусмотрен промежуточный контроль в виде зачёта по лабораторным работам, дифференцированного зачета по теоретическому материалу и текущий контроль в виде защиты контрольной работы. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации строго соответствует Положению о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов в университете. Ниже приводятся примеры материалов, используемых для промежуточного контроля знаний по лабораторным работам.

4.1 Материалы промежуточного контроля

Ниже приводятся примеры материалов, используемых для промежуточного контроля знаний в рамках самостоятельной работы студентов по лабораторным работам №1 (проводится после защиты всех лабораторных работ по вопросам, представленным в методических изданиях по лабораторным работам).

Вариант №1.

1. Оцинкованное железо. Какое это покрытие? Напишите уравнения анодного и катодного процессов коррозии в кислой среде.
2. Влияет ли жесткость на скорость коррозии водопроводных труб? Какой уровень жесткости воды должен подаваться в водопроводную систему, чтобы скорость коррозии была минимальной?
3. Блуждающий ток силой 0,6 А проходит через подземный участок трубы, имеющий диаметр 50,8мм и длину 2,5м. Какова начальная скорость коррозии?

Вариант №2.

1. Цинк покрыт никелем. Какое это покрытие? Напишите уравнения анодного и катодного процессов коррозии во влажном воздухе.
2. Какие характеристики относятся к «катодной» защите от подземной коррозии?
3. Где будет быстрее протекать коррозия: в случае контакта железо – цинк или в случае контакта цинк – свинец? Рассчитать разницу в ЭДС для этих пар.

4.2 Материалы итогового контроля

Далее приводятся материалы итогового контроля: примерный перечень вопросов к экзамену по изучаемому курсу химии.

ВОПРОСЫ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Коррозия металлов и причина ее возникновения.
2. Классификация коррозионных процессов по механизму реакций взаимодействия металла со средой.
3. Химическая коррозия.
4. Электрохимическая коррозия.
5. Микробиологическая коррозии.
6. Газовая коррозия.
7. Атмосферная коррозия.
8. Подземная коррозия
9. Классификация коррозионных процессов по виду коррозионных разрушений поверхности металла.
10. Равномерная и структурно - избирательная коррозия.
11. Подповерхностная и межкристаллитная коррозия
12. Язвенная и точечная коррозия.
13. Термодинамика коррозионных процессов.
14. Кинетика коррозионных процессов
15. Классификация коррозионных процессов по одновременному воздействию на металл механических повреждений и агрессивной среды.
16. Фреттинг - коррозия.
17. Коррозия металлов.
18. Поляризация.
19. Виды деполяризации.
20. Качественная оценка коррозионной стойкости металлов.
21. Количественная оценка коррозионной стойкости металла.
22. Коррозионно - механические разрушения металла.
23. Защита металлов и сплавов от коррозии.
24. Неорганические защитные покрытия.
25. Анодное покрытие
26. Катодное покрытие
27. Термохимический метод
28. Электролитный метод.
29. Протекторная защита.
30. Катодная защита
31. Изменение состава агрессивной среды.
32. Ингибиторы коррозии.
33. Причины коррозионного разрушения опор контактной сети.
34. Защита железнодорожных опор контактной сети от коррозии
35. Защита подвижного состава от коррозии
36. Влияние жесткости воды на стабилизацию коррозии
37. Особенности сочетаний металлов в конструкциях по отношению к агрессивным средам
38. Коррозия железобетона
39. Использование полимеров при защите труб
40. Виды битумов и полимеров. Способы нанесения.

Сроки и форма проведения контроля должны соответствовать нормам, установленным требованиями Государственного образовательного стандарта, распоряжениями Министерства образования России, а также – соответствующими приказами по Московскому государственному университету путей сообщения (МИИТ).