

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
СОВМЕСТИМОСТЬ, КОРРОЗИЯ МАТЕРИАЛОВ И ЗАЩИТА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
7	4	144	32	32	16		28	0	Э
Итого	4	144	32	32	16	8	28	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Коррозия материалов и защита» ставит своей целью формирование у студентов научно обоснованных знаний по коррозии и методам защиты реакторных материалов в различных агрессивных средах. При внешнем воздействии среды на металлические конструкции могут иметь место различные виды взаимодействия (химическое, физико-химическое, физическое, радиационное и др.), что часто приводит к разрушению или порче оборудования. Образовательный процесс по дисциплине направлен на понимание обучающимися причин и условий протекания различных коррозионных процессов при эксплуатации конструкционных материалов в различных средах. Правильное решение вопросов, возникающих при конструировании приборов и установок, проектировании и эксплуатации АЭС, транспортных средств и других объектов требует четкого понимания процессов, возникающих при взаимодействии материалов со средой. Грамотное и обоснованное использование совместимых материалов в конструкциях, работающих в агрессивных средах, будет способствовать созданию надежной и долговечной конструкции.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения учебной дисциплины «Коррозия материалов и защита» - научить студентов правильно и грамотно выбирать и использовать конструкционные материалы в конкретных условиях их эксплуатации в ядерно-энергетических установках с точки зрения коррозионного взаимодействия с окружающей средой.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина «Коррозия материалов и защита» относится к дисциплинам материаловедческого цикла. Она изучается в 7-ом семестре. Её трудоёмкость составляет 72 часа.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных в процессе освоения дисциплин: Основы материаловедения; Физическая химия и основы термодинамики; Основы моделирования систем; Физика конденсированного состояния; Информационно-коммуникационные технологии в науке и производстве; Технология получения и обработки материалов и изделий; Дифракционные методы исследования; Общее материаловедение; Основы теории дефектов; Физическая кристаллография; Физико-химия и технология материалов; Дисциплина содержит основы науки о коррозии и защите от нее и включает разделы о видах коррозии в различных средах, в том числе в теплоносителях ядерных энергетических установок, изучение процессов и основных закономерностей коррозии, влияние внутренних и внешних факторов, а также методы защиты от коррозии. Лекции по дисциплине сопровождаются демонстрацией кинофильма и проведением 4-х лабораторных работ.

Знание ее содержания необходимо при выполнении дипломного проектирования, а также при практической работе выпускников по специальности.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников	основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий	ПК-1.2 [1] - способен применять знания об основных типах современных материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1.2[1] - знать основные типы современных материалов, а также подходы к выбору материалов для заданных условий эксплуатации; У-ПК-1.2[1] - уметь выбрать материал для заданных условий эксплуатации; В-ПК-1.2[1] - владеть основными подходами при выборе материалов для заданных условий эксплуатации
сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников	основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных	ПК-2 [1] - способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями <i>Основание:</i> Профессиональный	З-ПК-2[1] - знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ; У-ПК-2[1] - уметь анализировать

	материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий	стандарт: 40.011	влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ; В-ПК-2[1] - владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и влияния этой эволюции на свойства материалов.
--	---	------------------	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских

		заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством

		обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-3	4/2/0	Кл-8	10	КИ-8	
2	Часть 2	4-7	12/3/8	ЛР-7, ЛР-8, ДЗ-7	20	КИ-8	
3	Часть 3	8-18	16/3/8	Кл-16, ДЗ-15, ЛР-14, ЛР-16	30	КИ-16	
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/32/16		60		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				40		

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Кл	Коллоквиум
ДЗ	Домашнее задание
ЛР	Лабораторная работа
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	7 Семестр	32	32	16
1-3	Часть 1	4	2	0
1	Совместимость Совместимость как один из критериев при выборе конструкционных материалов для ЯЭУ. Коррозия как часть проблемы совместимости. Классификация основных видов коррозии.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
2	Основы термодинамики Основы термодинамики, механизмы и кинетика процесса взаимодействия материалов. Физико-химические процессы на поверхности раздела фаз.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
3	Факторы, влияющие на совместимость материалов Факторы, влияние на совместимость материалов. Совместимость материалов в конструкциях. Реакционная диффузия, кинетика твердофазного взаимодействия. Ориентационное соответствие.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
4-7	Часть 2	12	3	8
4	Химическая коррозия Химическая коррозия. Коррозия в газовой среде. Стадии образования оксидных пленок. Условие сплошности пленок. Дефекты решетки и электрические свойства оксидных пленок. Защитные и незащитные оксидные пленки. Эпитаксия.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
5	Кинетика процесса окисления Кинетика процесса окисления. Законы роста оксидных пленок. Механизм образования тонких оксидных пленок (теория Кабрера и Мотта). Ионно-электронный механизм окисления металлов.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
6	Причины и виды разрушений оксидных пленок Причины и виды разрушений оксидных пленок в процессе их роста. Окисление чистых металлов и сплавов. Сложные оксиды. Оксидные пленки на железе, сталях, цирконии.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
7	Жаростойкость металлов и способы ее повышения Жаростойкость металлов и способы ее повышения. Теории жаростойкого легирования. Защита металлов от газовой коррозии.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
8-18	Часть 3	16	3	8
8 - 9	Электрохимическая коррозия Электрохимическая коррозия. Термодинамика электрохимических процессов. Стандартный электродный потенциал. Скачок потенциала между фазами. Механизм электрохимической коррозии.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
10	Анодные и катодные процессы Анодные и катодные процессы. Анодная поляризация. Диаграмма Пурбе. Катодные процессы. Водородная и кислородная деполяризация. Смешанная деполяризация.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
11	Пассивность металлов Пассивность металлов. Теории пассивности. Перепассивация. Пассиваторы и активаторы. Внутренние	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		

	факторы электрохимической коррозии. Гетерогенность сплава и величина зерна. Механический фактор. Влияние переменных напряжений. Истирающее и кавитационное воздействие.			
12	Внешние факторы электрохимической коррозии Внешние факторы электрохимической коррозии. Ингибиторы и стимуляторы коррозии. Влияние облучения на процесс коррозии. Локальная коррозия металлов. Щелевая, питтинговая коррозия. Межкристаллитная коррозия.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
13	Особенности коррозии материалов в пароводяной среде Особенности коррозии материалов в пароводяной среде. Влияние облучения на процесс коррозии.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
14	Электрохимическая защита Электрохимическая защита. Катодная, протекторная и анодная за-щита.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
15 - 16	Коррозия в жидкометаллических средах Коррозия в жидкометаллических средах. Типы процессов. Раство-рение твёрдого металла в жидком. Влияние примесей в жидких металлах на их совместимость с материалами. Пути снижения взаимодействия материалов с жидкометаллическими теплоноси-телями. Защита от коррозии на стадии проектирования и разработки конструкций. Коррозия и вопросы конструирования.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
17 - 18	Обзорная лекция и консультации Обзорная лекция и консультации. Консультации и работа с должниками.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна- чение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Коррозия материалов и защита» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (32 часа лекций, 16 часов лабораторных работ и 8 часов практических занятий) используются технические средства

обучения (компьютерный проектор и банк учебных фильмов по тематике учебной дисциплины).

Самостоятельная работа студентов (52 часа) подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к коллоквиумам, сдачи практических заданий и зачету.

В процессе изучения дисциплины, студенты испытывают активную и интерактивную форму обучения. Активная форма обучения заключается в решении задач на семинарских занятиях в соответствии с планом семинаров, в процессе чего происходит непосредственное общение преподавателя со студентами. Интерактивная форма обучения заключается в выступлениях студентов с презентациями (в Microsoft PowerPoint), с использованием проектора перед аудиторией по темам домашнего задания в соответствии с заданием для самостоятельной работы.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения
-------------	---------------------

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе
75-84		C	
70-74		D	

			на вопрос.
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 620 С78 Совместимость и коррозия материалов Ч.1 Химическая коррозия, , : МИФИ, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 С30 Коррозия и защита от коррозии : , Москва: Физматлит, 2010
2. 620 А64 Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие, Долгопрудный: Интеллект, 2013
3. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, , : МИФИ, 2007
4. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.2 Основы материаловедения, , : МИФИ, 2007
5. 669 Т56 Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы : Учеб.пособие для вузов, Н.Д. Томашов, Г.П. Чернова, М.: Металлургия, 1993
6. 536 С78 Термодинамика поверхностей и поверхностных явлений : Учеб.пособие, Стаценко В.И., М.: МИФИ, 1999

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. <http://www.scopus.com> ()
 2. <http://www.webofknowledge.com> ()
 3. <http://elibrary.ru> ()
 4. <http://library.mephi.ru> ()
- <https://online.mephi.ru/>
- <http://library.mephi.ru/>

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

При изучении проблем, связанных с устойчивостью металлических изделий против разрушения в результате воздействия на них окружающей среды необходимо обратить внимание на:

- понятие совместимости материалов при взаимодействии со средой;
- изменение характеристик металла и среды при их взаимодействии;
- природу взаимодействия материалов со средой;
- понятия коррозионной стойкости и коррозионного разрушения;
- причину коррозии металлов и сплавов;
- оценку скорости коррозии;
- классификационные признаки процессов коррозии.

При изучении химической коррозии металлов обратить внимание на:

- состав среды, в которой может иметь место химическая коррозия;
- определение термодинамической возможности протекания коррозионного процесса;
- стадии процесса формирования оксидной плёнки;
- понятие эпитаксии;
- критерий сплошности и защитные свойства плёнок;
- типы разрушений оксидных плёнок;
- законы роста оксидных плёнок и области их применимости;
- механизмы роста тонких и толстых плёнок;
- свойства оксидных слоёв на железе;
- основные теории легирования для повышения жаростойкости стали;
- легирующие элементы, повышающие жаростойкость сталей.

При изучении электрохимической коррозии обратить внимание на:

- понятия электролитической диссоциации, гидратации, сольватации;
- отличие механизма электрохимической коррозии от механизма химической;
- работу микрогальванических элементов, образующихся на неоднородной металлической поверхности;
- понятия катодный и анодный процессы;
- явления на границе раздела металл-электролит;
- понятия двойной электрический слой;

электродный потенциал;
определение возможности или невозможности протекания процесса коррозии;
информационную диаграмму Пурбе;
сущность явлений поляризации и деполяризации;
понятие пассивности металла и его механизм;
анодную поляризационную диаграмму и её значение;
особенности коррозии металлов в пароводяной среде;
влияние внутренних и внешних факторов на процесс коррозии;
применимость к металлам того или иного способа электрохимической защиты:
анодной, катодной или протекторной.

При изучении коррозии в жидкометаллических средах обратить внимание на:
физико-химическое взаимодействие материалов с жидкометаллическими теплоносителями;
параллельно идущие многостадийные гетерогенные процессы растворения металлов;
влияние примесей в жидких металлах на их совместимость с материалами;
способы снижения взаимодействия материалов с жидкометаллическими теплоносителями.

При изучении вопросов защиты от коррозии на стадии проектирования и разработки конструкций обратить внимание на следующие факторы:
обоснованный выбор материалов и средств защиты;
выбор наиболее удачной формы элементов и конструкций;
применение методов сборки элементов, исключаящих локальные виды коррозии;
рациональные методы сочетания разнородных материалов, исключаящих контактную коррозию.

Автор(ы):

Сучков Алексей Николаевич

Рецензент(ы):

д.ф.м.н., профессор М.Г. Исаенкова