



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИГЭ
протокол №8 от 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
_____ Чичирова Н.Д.

«21» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и) (профиль(и)) 13.03.01 Автономные энергетические системы

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146)

Программу разработал(и):

доцент, кандидат химических наук _____ Гайнутдинова Д.Ф.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химия, протокол №14 от 15.06.2021

Зав. кафедрой _____ Чичиров А.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Химия и водородная энергетика, протокол № 14 _____ от __15.06.21_____

Зав. кафедрой _____ Чичиров А.А.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021

Зам. директора института Теплоэнергетики _____
/ _____ /

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № _05/21_____ от __21.06.21_____

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _Чичиров А. А. _____ /

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цели освоения дисциплины - формирование системы знаний по механизмам протекания коррозионных процессов протекающих в электрохимических энергоустановках.

Задачи дисциплины - изучение понятийного аппарата дисциплины, усвоение основных положений современной теории химической и электрохимической коррозии металлов, привития навыков применения теоретических знаний для решения практических задач по защите металлов от коррозии.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-3 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования автономных энергетических систем и их элементов в соответствии с нормативной документацией, представлять результаты научных исследований в виде отчетов и научных публикаций	ПК-3.1 Собирает, обрабатывает, анализирует и обобщает данные для проектирования автономных энергетических систем и их элементов	<p><i>Знать:</i> методы и способы прогнозирования надежности электрохимических энергоустановок и последствий коррозионного воздействия; концепцию комплексного обеспечения защиты материалов от коррозии.</p> <p><i>Уметь:</i> объяснять различные схемы протекания коррозии металлов в растворах электролитов, анализировать явление пассивации металлов под влиянием окислительной среды, обобщать основные способы защиты металлов от газовой коррозии и электрохимической коррозии, применяемые в современной технике.</p> <p><i>Владеть:</i> противокоррозионной профилактикой, методами защиты от коррозии и исследование коррозионных процессов.</p>

<p>ПК-1 Способен собирать и анализировать научно-техническую информацию в области электрохимической энергетики, разрабатывать практические рекомендации для составления планов и программ исследований автономных энергетических систем</p>	<p>ПК-1.1 Собирает, анализирует и обобщает научно-техническую информацию в области электрохимической энергетики</p>	<p><i>Знать:</i> основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; общие сведения о состоянии и изменении свойств электрохимических установок под влиянием техногенных и антропогенных факторов; основные источники коррозионного воздействия на оборудовании в производственной деятельности.</p> <p><i>Уметь:</i> определять виды коррозии в электрохимических установках, и анализировать причины возникновения коррозионных процессов.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками сбора и анализа научно-технической информации в области классификации коррозионных процессов в электрохимических установках.</p>
<p>ПК-3 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования автономных энергетических систем и их элементов в соответствии с нормативной документацией, представлять результаты научных исследований в виде отчетов и научных публикаций</p>	<p>ПК-3.2 Оформляет результаты научно-исследовательских работ в виде отчетов и научных публикаций</p>	<p><i>Знать:</i> факторы влияющие на скорость химической и электрохимической коррозии, сущность коррозионных диаграмм, поляризационных кривых.</p> <p><i>Уметь:</i> оформлять результаты изучения коррозионных процессов.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками использования исследований коррозионных процессов в практической деятельности.</p>
<p>ПК-1 Способен собирать и анализировать научно-техническую информацию в области электрохимической энергетики, разрабатывать практические рекомендации для составления планов и программ исследований автономных энергетических систем</p>	<p>ПК-1.2 Разрабатывает практические рекомендации для составления планов и программ исследований автономных энергетических систем</p>	<p><i>Знать:</i> термодинамику и кинетику химической и электрохимической коррозии.</p> <p><i>Уметь:</i> анализировать причины и следствия коррозионного разрушения металлов, оценивать коррозионную стойкость металлов и сплавов.</p> <p><i>Владеть:</i> знаниями о механизмах коррозионных процессов в целях защиты деталей электрохимической энергоустановки для разработки практических рекомендаций при эксплуатации оборудования</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-8	Промышленная безопасность в теплоэнергетике	
ОПК-3	Химия Химия в теплоэнергетике	
ПК-4	Электрохимия	Инженерное проектирование электрохимических энергоустановок
ПК-1	Физическая химия Электрохимия	Производственная практика (преддипломная практика)
ПК-2		Производственная практика (преддипломная практика)
ПК-3		Инженерное проектирование электрохимических энергоустановок Производственная практика (преддипломная практика)

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: - сущность химических процессов, происходящих в природе и используемых в технике,

- критерии, определяющие направление и глубину самопроизвольного протекания коррозионных процессов.

Уметь: использовать знания зависимости химических свойств веществ от их строения, основные закономерности протекания химических и электрохимических процессов при коррозии.

Владеть:

- навыками позволяющими определять факторы влияющие на скорость коррозии оборудования.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 43 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа 24 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 48 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	43	43
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	24	24
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	48	48
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет с оценкой)	17	17
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	ЗаО	ЗаО

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
Раздел 1. Классификация коррозионных процессов.															
1. Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках	8	2	6			12				20	ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-1.1 -З1, ПК-1.2 -У1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	Сбс, ПЗ		10
Раздел 2. Механизмы коррозионных процессов.															

2. Кинетика и термодинамика электрохимической коррозии.	8	4	12							28	ПК-1.1 -31, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -В1, ПК-3.2 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.2 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-1.2 -У1, ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -В1	Л1.2, Л2.1, Л2.2	Сбс, ПЗ		15
---	---	---	----	--	--	--	--	--	--	----	---	------------------------	------------	--	----

3. Кинетика и термодинамика химической коррозии.	8	6	4							22	ПК-1.1 -В1, ПК-1.2 -У1, ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -В1, ПК-3.2 -31	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	Сбс, ПЗ		15
--	---	---	---	--	--	--	--	--	--	----	---	---------------------------------	------------	--	----

Раздел 3. Методы защиты оборудования от коррозии.

4. Коррозионная стойкость металлов и сплавов.	8	2	2							4	ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-1.2 -У1	Л1.2, Л2.2	Сбс, ПЗ		5
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	---	---	---------------	------------	--	---

5. Методы защиты от коррозии.	8	2				12	2			14	ПК-1.2 -В1, ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -В1, ПК-3.2 -У1	Л1.2, Л2.1, Л2.2	Сбс	15	
Зачет с оценкой								17	1					ЗаО	40
ИТОГО		16	24			48	2	17	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Виды коррозии в электрохимических энергоустановках.	2
2	Термодинамические условия протекания электрохимической коррозии. Коррозионный микрогальванический элемент.	2
	Кинетика электрохимической коррозии. Поляризация электродных процессов и ее причины.	2
	Виды химической коррозии. Коррозия в неэлектролитах. Газовая коррозия.	2
	Термодинамика химической коррозии.	2
3	Кинетика химической коррозии. Условия сплошности Пиллинга-Бедвордса. Влияние различных факторов на скорость высокотемпературной коррозии.	2
	Внешние и внутренние факторы коррозии металлов при эксплуатации электрохимических энергоустановок. Методы исследования коррозионных процессов.	2
	Методы защиты от коррозии.	2
	Всего	16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Виды коррозионных разрушений.	2
	Характеристика коррозионных условий эксплуатации электрохимических установок. Определение коррозионной стойкости в агрессивных средах гравиметрическим методом.	4
2	Пассивность металлов. Анодные поляризационные кривые для металлов склонных к пассивации, кривая пассивации. Исследование процесса газовой коррозии металлов.	4
	Катодные и анодные процессы при электрохимической коррозии металлов. Диаграммы Пурбе. Определение скорости коррозии металла по количеству выделившегося водорода.	4

	Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металлов.	2
	Кинетика электрохимической коррозии. Построение поляризационных кривых. Ток коррозии.	2
	Исследование коррозионных диаграмм. Графический анализ электрохимического коррозионного процесса.	4
3	Испытание хромоникелевых сплавов на склонность к межкристаллической коррозии.	2
	Всего	24

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям.	Коррозионные разрушения в электрохимических установка. Коррозионные условия эксплуатации энергоустановок.	12
2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.	Поляризация, причины поляризации. Коррозионные диаграммы и контролирующий фактор процесса коррозии. Особенности кинетики катодных процессов в кислых, нейтральных и щелочных растворах и способы предотвращения коррозии в нейтральных и кислых средах. Виды поляризации и перенапряжения. Поляризационные кривые. Перенапряжение при коррозии с водородной деполяризацией. Перенапряжение при коррозии с кислородной деполяризацией.	12

3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.	Коррозия оборудования в естественных условиях. Коррозия железа, стали, чугуна в атмосфере содержащей углекислый газ, водяные пары, кислород. Коррозионная характеристика основных металлов и сплавов. Коррозия железа в кислых и нейтральных растворах, в атмосфере. Углеродистые, низко- и среднелегированные стали и чугуны. Хромистые, хромоникелевые стали. Нержавеющие стали. Условия и области применения сплавов на основе железа в химическом машиностроении. Коррозионная характеристика цветных металлов: алюминия, меди, никеля, свинца, титана и их сплавов.	12
3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.	Методы защиты от химической и электрохимической коррозии. Противокоррозионная профилактика. Влияние условий работы конструкции, формы конструкции, способов соединения узлов и деталей и других конструктивных особенностей элементов оборудования на их коррозионную стойкость. Защитные покрытия. Ингибиторы коррозии. Обработка коррозионной среды. Электрохимическая защита от коррозии.	12
Всего			48

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины "Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках" по образовательной программе "Автономные энергетические системы" направления подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" применяются электронное обучение и дистанционно-образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

-электронные образовательные ресурсы (ЭОР) размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>.

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с лабораторными работами, самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: проблемное обучение, работа в команде.

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие	При решении	Имеется	Продемонстрирован	Продемонстрирован

навыков (владение опытом)	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	ы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	ы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-	Знать				

	<p>основы теории коррозионных процессов в газовых и жидких электропроводящих средах; общие сведения о состоянии и изменении свойств электрохимических установок под влиянием техногенных и антропогенных факторов; основные источники коррозионного воздействия на оборудовании в производственной деятельности.</p>	<p>Свободно и в полном объеме описывает основы теории коррозионных процессов, механизмы протекания химической и электрохимической коррозии, виды коррозии, не допускает ошибок.</p>	<p>Знает основные понятия, но допускает несколько негрубых ошибок.</p>	<p>Плохо знает основные понятия, допускает множество негрубых ошибок.</p>	<p>Знает ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки.</p>
	Уметь				
1.1	<p>определять виды коррозии электрохимических установках, анализировать причины возникновения коррозионных процессов.</p>	<p>Демонстрирует умение определять характер влияния окружающей среды на закономерность и течения коррозионных процессов, без ошибок.</p>	<p>Демонстрирует умение определять характер влияния окружающей среды на закономерность и течения коррозионных процессов, допускает при этом ряд небольших ошибок.</p>	<p>Демонстрирует умение определять характер влияния окружающей среды на закономерность и течения коррозионных процессов, допускают ошибки, задание выполняется не в полном объеме.</p>	<p>Не сформировано умение, допускает грубые ошибки.</p>
	Владеть				
	<p>навыками сбора и анализа научно-технической информации области классификации коррозионных процессов электрохимических установках.</p>	<p>Продемонстрированы навыки владения решения нестандартных задач без ошибок и недочетов.</p>	<p>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки.</p>
ПК-	Знать				

		термодинамику и кинетику химической электрохимической коррозии.	Свободно и в полном объеме описывает основные понятия, не допускает ошибок.	Знает основные понятия, но допускает несколько негрубых ошибок.	Плохо знает основные понятия, допускает множество негрубых ошибок.	Знает ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки.
	1.2	Уметь				
		анализировать причины следствия коррозионного разрушения металлов, оценивать коррозионную стойкость металлов и сплавов.	Свободно находит и систематизирует необходимую информацию, а так же выявляет новые дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи.	Интерпретирует, систематизирует научную информацию в рамках поставленной задачи.	Находит необходимую информацию в рамках поставленной задачи.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки.
		Владеть				
		знаниями о механизмах коррозионных процессов в целях защиты деталей электрохимический энергоустановок для разработки практических рекомендаций при эксплуатации оборудования.	Не только владеет алгоритм исследований и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи.	Продемонстрированы экспериментальные навыки, решены все основные задачи отдельными несущественными недочетами.	Владеет минимальными и практическими приемами проведения исследований с некоторыми недочетами.	Не продемонстрированы базовые практические навыки по обработке результатов исследований, имеют место грубые ошибки.
ПК-3	ПК-3.1	Знать				
		методы и способы прогнозирования надежности электрохимических энергоустановок и последствий коррозионного воздействия; концепцию комплексного обеспечения защиты материалов от коррозии.	Свободно и в полном объеме описывает основные понятия, допускает ошибок.	Знает основные понятия, но допускает несколько негрубых ошибок.	Плохо знает основные понятия, допускает множество негрубых ошибок.	Знает ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки.
		Уметь				

	<p>объяснять различные схемы протекания коррозии металлов в растворах электролитов, анализировать явление пассивации металлов под влиянием окислительной среды, обобщать основные способы защиты металлов от газовой коррозии и электрохимической коррозии, применяемые в современной технике.</p>	<p>Свободно находит и систематизирует данные, а также выявляет новые дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи.</p>	<p>Интерпретирует, систематизирует данные о коррозионных процессах в рамках поставленной задачи.</p>	<p>Находит необходимую информацию в рамках поставленной задачи.</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки.</p>
	Владеть				
	<p>противокоррозионной профилактикой, методами защиты от коррозии и исследование коррозионных процессов.</p>	<p>Не только владеет алгоритмом исследований и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи.</p>	<p>Продемонстрированы навыки сбора, обработки, анализа и обобщения данных, решены все основные задачи отдельными несущественными недочетами.</p>	<p>Владеет минимальными и практическими приемами сбора, обработки, анализа и обобщения данных по коррозионным процессам некоторыми недочетами.</p>	<p>Не продемонстрированы базовые практические навыки по обработке результатов исследований, имеют место грубые ошибки.</p>
ПК-3.2	Знать				
	<p>факторы влияющие на скорость химической и электрохимической коррозии, сущность коррозионных диаграмм, поляризационных кривых.</p>	<p>Свободно и в полном объеме описывает основные понятия, допускает ошибки.</p>	<p>Знает основные понятия, но допускает несколько негрубых ошибок.</p>	<p>Плохо знает основные понятия, допускает множество негрубых ошибок.</p>	<p>Знает ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки.</p>
	Уметь				

		оформлять результаты изучения коррозионных процессов.	Умеет оформлять результаты изучения коррозионных процессов.	Продемонстрированы все основные умения, отдельными несущественными недочетами, в полном объеме.	Продемонстрированы основные умения отдельными несущественными недочетами, но не в полном объеме.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки оформления результатов исследовательских работ в области коррозионных процессов, имеют место грубые ошибки
Владеть						
		навыками использования исследований коррозионных процессов практической деятельности.	Не только владеет алгоритмом проведения научных исследований и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи.	Продемонстрированы практические приемы, решены все основные задачи отдельными несущественными недочетами.	Владеет минимальными и практическими приемами проведения исследований некоторыми недочетами.	Не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
-------	----------	--------------	---	-----------------------------	-------------	----------------------------	--------------------------------------

1	Л. И. Рогова, Л.В. Крупнов	Коррозия металлов	учебное пособие для вузов	Норильск : НГИИ	2019	URL: https://e.lanbook.com/book/155896 Режим доступа: для авториз. пользователей.	-
2	О. Н. Новгородцев а, Н. А. Рогожничко	Коррозия металлов и методы защиты от коррозии	учебное пособие	Новосибирск : НГТУ,	2019	URL: https://e.lanbook.com/book/152212 Режим доступа: для авториз. пользователей.	--

Дополнительная литература

№ п/ п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпля ров в библиотеке
1	Чичирова Н. Д., Абасев Ю. В., Залаев Э. М.	Коррозия металла теплоэнергетического оборудования	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2010	-	60
2	Кушнаренко В.М., Ганин Е.В., Кушнаренко Е.В.	Методы исследования сопротивления материалов воздействию коррозионных сред	учебное пособие	Оренбург : ОГУ	2017	https://e.lanbook.com/book/110607 Режим доступа: для авториз. Пользователей.	-

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/ п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках.	https://e.kgeu.ru/Teacher/EditCourse/4400

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/ п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	открытый

2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	открытый
3	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	https://minenergo.gov.ru/opend_ata	открытый
4	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	открытый

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	открытый
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	открытый
3	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	http://link.springer.com	открытый

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 10	Пользовательская операционная система	ООО "Софтлайн трейд" № Тг096148 от 29.09.2020 Неискл. право. До 14.09.2021
2	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 50-99 Node 1 year Educational Renewal License	Антивирусное программное обеспечение	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №37/18 от 26.02.2018 Неискл. право. До 26.03.2019
5	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1)	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная, акустическая система, проектор, усилитель-микшер для систем громкой связи, экран, микрофон, миникомпьютер, монитор
2)	Самостоятельная работа обучающегося СРС	Учебная аудитория для самостоятельной работы	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран

3)	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	рефрактометр ИРФ -45462М, фотоколориметр КФК-3-01, колбонагреватель ПЭ-4100М, весы электронные лабораторные, рН-метр АНИОН-4100, штативы металлические (4 шт.), плитка электрическая, химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 1 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электронов"
4)	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электронов"

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Физическое воспитание:

формирование ответственного отношения к своему здоровью, потребности в здоровом образе жизни;

формирование культуры безопасности жизнедеятельности;

формирование системы мотивации к активному и здоровому образу жизни, занятиям спортом, культуры здорового питания и трезвости.

Профессионально-трудовое воспитание:

формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;

формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

Экологическое воспитание:

формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу.

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____
2. _____
3. _____

*Указываются номера страниц, на которых
внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика «__» _____ 20__ г.,
протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Чичиров А.А.

Подпись, дата

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____ / _____ /

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ Чичиров А.А.

Подпись, дата

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
_____ Чичирова Н.Д.

«__» _____ 2021 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и) (профиль(и)) 13.03.01 Автономные энергетические системы

Квалификация

бакалавр

Оценочные материалы по дисциплине «Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способен собирать и анализировать научно-техническую информацию в области электрохимической энергетики, разрабатывать практические рекомендации для составления планов и программ исследований автономных энергетических систем

ПК-3 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования автономных энергетических систем и их элементов в соответствии с нормативной документацией, представлять результаты научных исследований в виде отчетов и научных публикаций

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: собеседование (сбс), практические задания (пз).

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 8 семестр. Форма промежуточной аттестации зачёт с оц.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 8

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Изучение теоретического материала, подготовка практическим занятиям.	Сбс, ПЗ	ПК-1.1; ПК-1.2	менее 10	10 - 13	12 - 15	16- 20	
2	Изучение теоретического материала, подготовка практическому занятию.	Сбс, ПЗ	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-3.1; ПК-3.2	менее 10	10 - 13	14- 17	17 - 20	

3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.	Сбс, ПЗ	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-3.1; ПК-3.2	менее 10	10 - 13	14 - 17	17 - 20
Всего баллов				менее 30	30-39	40-49	50-60
Промежуточная аттестация							
	Подготовка к зачету с оценкой	Билеты к зачету	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-3.1; ПК-3.2	менее 25	25-29	30-34	35-40
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины, представленные в привязке к компетенциям, предусмотренным РПД
Практические задания (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.	Комплект задач и заданий

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Практические задания (ПЗ).
Представление и содержание оценочных материалов	Типовые задания, выполняемые на практических занятиях. Практическое занятие 1. Виды коррозионных разрушений. 1) Изучить следующие виды коррозии: локальная, питтинговая, язвенная,

контактная.

2) В каком случае металл подвержен щелевой коррозии? Щелевая коррозия и влияние конструктивных факторов на этот вид коррозии.

3) Чем опасна межкристаллитная коррозия?

Практическое занятия 2-3. Характеристика коррозионных условий эксплуатации электрохимических установок. Определение коррозионной стойкости в агрессивных средах гравиметрическим методом.

Вопросы:

1) Что характеризуют механический, очаговый, массовый, объемный, глубинный показатели коррозии?

2) Коррозионно-механическое разрушение металлов. Коррозионное растрескивание. Коррозионная усталость металла.

3) В каком случае возможно протекание фреттинг коррозии?

4) Кавитационная эрозия при эксплуатации гидротурбин, гребных винтов, насосов, клапанов, запорных устройств в трубопроводах.

Практические задания:

5) Определить скорость коррозии и коррозионной стойкости металлических конструкционных материалов в агрессивных средах гравиметрическим методом.

Подготовить образцы и растворы для испытаний водные технологические жидкости, после испытания определить характер коррозии, и потерю массы образцов, рассчитать скорость коррозии, как показатель изменения массы.

6) При окислении железа кислородом с образованием вюстита FeO положительный массовый показатель составил $3 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч}$. Рассчитать отрицательный массовый показатель.

Практическое занятие 4-5. Пассивность металлов. Анодные поляризационные кривые для металлов склонных к пассивации, кривая пассивации. Исследование процесса газовой коррозии металлов.

Практические задания:

1) Определить закономерность по которому растет пленка продуктов коррозии на поверхности металла при окислении его кислородом воздуха при повышенных температурах.

2) Изучить устройство для определения скорости коррозии металла при повышенных температурах, получить экспериментальные данные (температура печи, время от начала опыта, вес образца тигля с нитью, привес образца за период времени, скорость изменения веса образца).

3) Обработать полученные данные, построить кривые зависимости: толщина пленки оксида h (см) – время; положительный весовой показатель K – время.

4) Проанализировать графические зависимости, ответить на вопросы:

Как связаны полученные цифровые данные с внешним видом прокорродировавших образцов и почему эта зависимость проявляется?

Является ли пленка образовавшихся оксидов сплошной?

Почему кривая имеет вид, полученный на графике?

В каком участке, считая от поверхности корродирующего материала, может быть зона роста пленки оксидов?

5) Лимитирующая стадия процесса и закона роста оксидных пленок. Лимитирующая стадия при линейном законе роста пленок и принцип определения ряда металлов, окисляющихся по этому закону.

6) Сформулировать внутренние и внешние факторы газовой коррозии.

7) Рассчитать скорость (мм/г) растворения железа, находящегося в пассивном состоянии в 1 н растворе серной кислоты, если стационарная плотность тока растворения железа в виде ионов двухвалентного железа составляет $7 \cdot 10^{-2} \text{ А/м}^2$.

Практическое занятие 6-7.

Катодные и анодные процессы при электрохимической коррозии металлов. Диаграммы Пурбэ. Определение скорости коррозии металла по количеству

выделившегося водорода.

Практические задания:

- 1) Определить локальную и общую скорость коррозии металла, глубинный показатель коррозии (проницаемость) в зависимости от контакта с ним некоторых металлов или других факторов.
- 2) Изучить принцип работы эвдиометра, подготовить образцы в виде плоских пластинок с изолированным токоотводом, оформить данные по кинетики выделения водорода при коррозии образца. Выразить графически зависимость объема выделившегося водорода, приведенного к нормальным условиям от времени; скорости коррозии от времени процесса.
- 3) Построить модельную коррозионную диаграмму Пурбэ и показать на ней реализации. Защитного или разностного эффекта. Как это соотноситься с количеством выделяющегося водорода?

Вопросы:

- 4) Что такое объемный показатель коррозии, расчет показателя, физический смысл?
- 5) Как пересчитать объемный показатель коррозии в отрицательный весовой и глубинный?
- 6) Почему различные металлы в растворе кислоты одной и той же концентрации корродируют с различной скоростью?
- 7) Как изменится стационарный потенциал и скорость коррозии стального образца при увеличении концентрации соляной кислоты? Дать подробное объяснение.
- 8) Что называют свободной энергией Гиббса и что характеризует данный показатель?
- 9) Выяснить термодинамическую возможность коррозии свинца с водородной деполяризацией в 0,001 моляльном растворе соляной кислоты при $T=298\text{ K}$ и давлении водорода над раствором 1 атм, если в этих условиях образуется труднорастворимое соединение хлорида свинца, $PP = 1,3 \cdot 10^{-4}$.
- 10) Установить термодинамическую возможность коррозии цинка с кислородной деполяризацией в нейтральном 0,7 М водном растворе хлорида цинка при давлении кислорода на раствором 0,1 атм и $t=25\text{ }^\circ\text{C}$. Средний коэффициент активности ионов 0,369.
- 11) Какой тип катодной деполяризации возможен в случае коррозии стального изделия в 0,1 М растворе хлорида железа (II), при комнатной температуре и следующих парциальных давлениях водорода и кислорода: 7000 Па и 21000 Па.

Практическое занятие 9. Кинетика электрохимической коррозии. Построение поляризационных кривых. Ток коррозии.

Практические задания:

- 1) Построить анодную поляризационную кривую. Фляде- потенциал, потенциал пробоя.
- 2) Изучить усталостную коррозию. Схема развития усталостной коррозии.

Вопросы:

- 1) Стальное изделие корродирует с кислородной деполяризацией, определяемой диффузией кислорода. Предельный ток коррозии равен 4,5 А. По коррозионной диаграмме определите, каким будет новый коррозионный потенциал, если путем замедления диффузии кислорода удалось снизить ток коррозии до 3 А.
- 2) При электрохимической коррозии изделия из низкоуглеродистой стали с кислородной деполяризацией за 45 мин образовывалось 0,0225 г гидроксида железа (III). Вычислите величину коррозионного тока, объём поглощенного кислорода при нормальных условиях и массу прокорродировавшего железа.

	<p>Практическое занятие 10-11. Исследование коррозионных диаграмм. Графический анализ электрохимического коррозионного процесса.</p> <p>Практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Построить поляризационные диаграммы коррозии на основе экспериментально снятых поляризационных кривых для гальванопары в электролите. 2) Рассчитать скорости коррозии металла при заданном соотношении анодной и катодной поверхностей. 3) Определить контролирующий процесс коррозии и вид деполяризаторов. 4) Исследовать влияние ингибиторов на ход поляризационных диаграмм. <p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) Определить объемный показатель коррозии и оценить коррозионную стойкость меди в кислороде при температуре 973 К. Медный образец с поверхностью 20 м² после окисления в течение 2ч поглотил 13,6 см³ кислорода, приведенного к н.у.. При окислении образуется Cu₂O. 6) Определить объемный показатель коррозии магния в 0,5 н. растворе NaCl. Размеры образца 20 x 20 x 0,5 мм. Испытания проводились с полным погружением образца при температуре 25 °С, давлении воздуха, равном 1 атм. За 100 ч выделилось 330 см³ водорода.
	<p>Практическое занятие 13. Испытание сплавов на склонность к межкристаллической коррозии.</p> <p>Практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сформировать практические навыки определения межкристаллической коррозии нержавеющей стали. 2) Изучить способы борьбы с межкристаллической коррозией (МКК). 3) Провести испытания на склонность образцов к межкристаллической коррозии. 4) Сделать выводы о стойкости изученных образцов к межкристаллической коррозии <p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) Перечислите причины вызывающие межкристаллическую коррозию. 6) Дайте характеристику методам испытаний по выявлению склонностей к межкристаллической коррозии. Опишите методику испытаний образцов сталей на МКК. 7) При коррозии железа с образованием вюстита объемный показатель газовой коррозии составил 0,3 см³ / см² ·ч. 8) При коррозии железа при 95 °С и давлении 139250 Па с образованием вюстита объемный показатель газовой коррозии составил 0,3 см³ / см² ·ч. Определить отрицательный массовый показатель коррозии.
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При оценке выполненной контрольной работы учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знание материала. 2. Последовательность изложения. 3. Уровень теоретического анализа.

	<p>Критериями оценки выполнения задания, согласно достигнутого уровня, являются:</p> <p><i>Высокий уровень:</i> Ответ на задаваемый вопрос – полный, развернутый, изложен грамотным языком с точным использованием терминологии, обучающийся реагирует на вопросы и способен поддерживать диалог, содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 2 балла.</p> <p><i>Средний уровень:</i> в ответе на вопрос показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала, ответ изложен грамотным языком, допущены некоторые ошибки в использовании терминологии, содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1 балла.</p> <p><i>Ниже среднего уровень:</i> ответ на поставленный вопрос - неполный, отмечена непоследовательность изложения материала, при ответе на вопрос имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии, при изложении материала есть негрубые лексико-грамматические ошибки, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 0,5 балла.</p> <p><i>Низкий уровень:</i> При ответе не раскрыто основное содержание вопроса, путаница в изложении материала, допущены ошибки в определении понятий, полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 1 балл.</p> <p>Количество баллов за практическое занятие: минимум – 0,5 б. максимум – 2 б. Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе за трем разделам дисциплины в течение 8 семестра – 48 баллов.</p>
<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Собеседование (Сбс)</p>
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Типовые вопросы для собеседования по разделам дисциплины.</p> <p>Раздел 1. Классификация коррозионных процессов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Что называется коррозией металла и какие виды коррозии известны? 2) В каком случае возможно протекание контактной коррозии? 3) Коррозия металлов в природных средах. 4) Что является основным стимулирующим фактором атмосферной коррозии? Какие факторы усиливает атмосферную коррозию? 5) Что влияет на скорость почвенной коррозии? Каким образом микроорганизмы влияют на почвенную коррозию? 6) По какому механизму протекает коррозия железа в морской воде? 7) Газовая коррозия в технологических средах. Обезуглероживание стали. 8) В каком случае возможна карбонильная коррозия? 9) В каком случае протекает сернистая коррозия? 10) В чем заключается различие в поведении металлов в среде газообразного хлора и хлористого водорода от действия других агрессивных сред? 11) Что характеризуют количественные показатели коррозии? Изменение массы, глубинные и объемные, механические показатели. 12) Укажите признаки коррозионных процессов.
	<p>Раздел 2. Механизмы коррозионных процессов</p> <p><i>Тема: Кинетика и термодинамика электрохимической коррозии.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Что называют электрохимической коррозией? Какова причина ее возникновения? Назовите факторы, влияющие на электрохимическую коррозию. 2) Что называется деполяризатором катодного процесса электрохимической коррозии? В каких условиях она протекает наиболее интенсивно? 3) Что такое водородная деполяризация и условия ее возникновения? 4) Что такое кислородная деполяризация и условия ее возникновения? 5) В чем состоит механизм электрохимической коррозии?

- 6) Как влияет на скорость коррозии контакт образца металла с металлом, имеющим потенциал более положительный, в другом случае – более отрицательный?
- 7) Какие способы подавления коррозии с водородной деполяризацией существуют?
- 8) Каковы особенности коррозии с водородной деполяризацией?
- 9) В каких случаях возможен процесс коррозии с выделением водорода, с термодинамической и кинетической точек зрения?
- 10) Как будет меняться скорость коррозии и стационарный потенциал стального образца во времени при растворении его в ограниченном объеме раствора соляной кислоты?
- 11) Влияет ли скорость движения электролита на скорость коррозии с водородной деполяризацией?

Тема: Кинетика и термодинамика химической коррозии

- 1) Что такое химическая коррозия? Приведите примеры.
- 2) Назовите газы, жидкости в которых может протекать химическая коррозия?
- 3) В чем состоит механизм химической коррозии?
- 4) Как температура газовой среды, скорость движения газовой среды и давления газа влияют на скорость газовой коррозии металла?
- 5) Объясните влияние состава газовой среды на скорость газовой коррозии.
- 6) Факторы влияющие на скорость газовой коррозии.
- 7) Что называют жаропрочностью и жаростойкостью металлов?
- 8) Перечислите основные стадии газовой коррозии металлов.
- 9) Охарактеризуйте свойства поверхностных пленок на металле.
- 10) Как повлияет повышение температуры на образование оксидов металлов?
- 11) В каком случае продукты коррозии, образовавшиеся на поверхности металлов тормозят процесс коррозии?
- 12) Приведите примеры металлов, образующих плотные поверхностные пленки.

Раздел 3. Методы защиты оборудования от коррозии.

Тема: Коррозионная стойкость металлов и сплавов.

- 1) На какие группы делятся металлы по своей химической активности? В чем заключаются особенности этих групп?
- 2) Приведите примеры наименее коррозионностойких металлов.
- 3) Приведите примеры наиболее коррозионностойких металлов.
- 4) Назовите конструкционные материалы на основе железа.
- 5) Современные коррозионные стали и сплавы.
- 6) Конструкционные материалы на основе цветных металлов. Алюминий и его сплавы. Медь и медные сплавы. Никель и его сплавы. Олово. Свинец. Цинк. Кадмий. Тантал. Титан и его сплавы.
- 7) Назовите металлы стойкие в среде SO_2 , CO_2 , H_2O (пары), O_2 .

Тема: Методы защиты от коррозии.

- 1) Легирование стали, чугуны. Легирование как метод защиты от коррозии. Принципы жаростойкого и коррозионно-стойкого легирования.
- 2) Анодные и катодные металлические покрытия. Операции подготовки поверхности металлов и методы нанесения металлических защитных покрытий.
- 3) Гальванические покрытия. Основные закономерности и технологические особенности цинкования, кадмирования, никелирования, хромирования, оловянирования.
- 4) Термодиффузионные покрытия алюминием, хромом, кремнием.

- 5) Покрытия, получаемые методом погружения в расплавленные металлы, плакированием и напылением.
- 6) Назначение, основные закономерности и технологические особенности оксидирования и фосфатирования металлов.
- 7) Неметаллические материалы и защитные покрытия.
- 8) Назначение и технологические особенности нанесения лакокрасочных покрытий на металлы.
- 9) Назначение и технологические особенности нанесения покрытий смолами, пластмассами и эмалирования металлов.
- 10) Анодные и катодные ингибиторы электрохимической коррозии.
- 11) Ингибиторы атмосферной коррозии. Антикоррозионные смазки.
- 12) Обработка среды при газовой коррозии. Защитные атмосферы.
- 13) Методы электрохимической защиты металлов от коррозии. Катодная защита внешним током и протекторная защита.
- 14) Методы электрохимической защиты металлов от коррозии. Анодная защита.
- 15) Методы защиты металлов и сплавов от газовой коррозии.
- 16) Методы борьбы с межкристаллитной коррозией. Методы предотвращения склонности нержавеющей сталей к межкристаллитной коррозии.
- 17) Контактная коррозия и факторы, на нее влияющие. Методы защиты металлов и сплавов от контактной коррозии.
- 18) Щелевая коррозия. Особенности щелевой коррозии сталей, алюминия, магния, меди и их сплавов. Методы борьбы со щелевой коррозией металлов и сплавов.
- 19) Точечная (питтинговая) коррозия и факторы, на нее влияющие. Методы борьбы с точечной коррозией металлов и сплавов.
- 20) Методы защиты металлов и сплавов от атмосферной коррозии.
- 21) Подземная коррозия и особенности ее протекания. Микробиологическая коррозия. Методы борьбы с подземной коррозией металлов и сплавов.
- 22) Приведите примеры двух металлов, пригодных для протекторной защиты никеля. Для обоих случаев напишите уравнение электрохимической коррозии в среде азотной кислоты.
- 23) Стальное изделие покрыто слоем цинка. Как будет протекать коррозия изделия во влажной атмосфере при $pH = 7$?
- 24) Морская коррозия и особенности ее протекания. Методы защиты металлов и сплавов от морской коррозии.
- 25) Назначение, средства, методы и типовые схемы консервации металлоизделий

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>Критериями оценки собеседования, согласно достигнутого уровня, являются:</p> <p>Высокий уровень: Ответ на задаваемый вопрос – полный, развернутый, изложен грамотным языком с точным использованием терминологии, обучающийся реагирует на вопросы и способен поддерживать диалог – 2,5 балла.</p> <p>Средний уровень: в ответе на вопрос показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала, ответ изложен грамотным языком, допущены некоторые ошибки в использовании терминологии – 2 балла.</p> <p>Ниже среднего уровень:</p>
--	--

	<p>Ответ на поставленный вопрос - неполный, отмечена непоследовательность изложения материала, при ответе на вопрос имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии, при изложении материала есть негрубые лексико-грамматические ошибки –1,5 балла.</p> <p>Низкий уровень: При ответе не раскрыто основное содержание вопроса, путаница в изложении материала, допущены ошибки в определении понятий, полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения –1 балл.</p> <p>Количество баллов за устные ответы на вопросы: минимум – 1 б. Количество баллов за устные ответы на вопросы: максимум – 2,5 б. Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе за устные ответы на вопросы по трем разделам дисциплины в течение 8 семестра – 12 баллов.</p>
--	---

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Зачет с оценкой
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Оценочные материалы, вынесенные на зачет, состоят из зачетных билетов с заданиями теоретического и практического характера для проверки практических умений. Всего 25 зачетных билетов, содержащих по три задания. Каждое задание содержит вопрос «на определение» и на проверку практических умений.</p>
	<p>Примеры билетов:</p> <p>Билет 1</p> <p>1. Слав содержит железо и никель. Какой из названных компонентов будет разрушаться при атмосферной коррозии? Приведите уравнения анодного и катодного процессов.</p> <p>2. Оценить коррозионную стойкость алюминия в серной кислоте, если убыль массы алюминиевой пластины размером 70x20x1 мм составила после восьми суток испытаний 0,0348 г.</p> <p>3. Определить скорость равномерной коррозии железа, выраженную в г/м²·ч и мм /г, если плотность коррозионного тока составляет 0,02 А/м², а плотность железа равна 7,86 г/см³.</p> <p>Билет 2</p> <p>1. Деталь сделана из сплава, в состав которого входит магний и марганец. Какой из компонентов сплава будет разрушаться при электрохимической коррозии? Ответ подтвердите уравнениями катодного и анодного процесса коррозии а) в кислой среде; б) в кислой среде, насыщенной кислородом.</p> <p>2. Каковы причины возникновения коррозии? Водородная деполяризация коррозионного процесса – разобрать на примерах системы Fe / NaCl.</p> <p>3. Определить коррозионную стойкость цинка на воздухе при температуре 673 К. Образец цинка с площадью 30 м² и начальной массой 21,4261 г после 180 ч испытаний на воздухе имеет массу 21,4279 г. При окислении цинка образуется оксид цинка. Оценить по десятибалльной шкале коррозионную стойкость металла.</p>

Билет 3

1. Если на стальной предмет нанести каплю воды, то коррозии подвергается средняя, а не внешняя часть смоченного металла. Чем это можно объяснить? Какой участок металла, находящийся под влиянием капли, является анодным, а какой катодным? Составьте уравнения соответствующих процессов.

2. Оценить коррозионную стойкость кадмия на воздухе при высоких температурах. Образец кадмия плотностью 8,65 г/см³, размером 45x25x1 мм после 150 часов окисления и снятия продуктов коррозии весил 10,0031 г.

3. Термодинамические условия протекания электрохимической коррозии. Какой из компонентов загрязненного городского воздуха (азот, угарный газ, оксид серы (IV)) является наиболее коррозионно-активным по отношению к металлам, особенно при повышении влажности.

Билет 4

1. Почему химически чистое железо является более стойким против коррозии, чем техническое железо? Составьте уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии технического железа во влажном воздухе и в азотной кислоте.

2. Приведите примеры в двух металлов, пригодных для протекторной защиты железа. Для обоих случаев напишите уравнение электрохимической коррозии во влажной среде, насыщенной кислородом.

3. Кислородная деполяризация коррозионного процесса – разобрать на примерах системы Cu /CuSO₄. Назовите количественные показатели коррозии.

Билет 5

1. В каком случае цинк корродирует быстрее: в контакте с никелем, железом или висмутом? Ответ поясните. Напишите для всех случаев уравнение электрохимической коррозии в серной кислоте.

2. Оценить коррозионную стойкость цинка на воздухе при высоких температурах. Образец цинка плотностью 7,17 г/см³, размером 50x30x1 мм после 180 часов окисления и снятия продуктов коррозии весил 10,6032 г.

3. При электрохимической коррозии изделия из низкоуглеродистой стали с кислородной деполяризацией за 45 мин образовывалось 0,0225 г гидроксида железа (III). Вычислите величину коррозионного тока, объём поглощенного кислорода при нормальных условиях и массу прокорродировавшего железа.

Критерии
оценки и шкала
оценивания
в баллах

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Правильность выполнения практических заданий.

2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины.
3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
5. Логичность и последовательность ответа.
6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем заданий.

От 16 до 20 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 11 до 15 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 6 до 10 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Максимальное количество баллов за выполнение практических заданий – 20

Максимальное количество баллов за экзамен - 40