

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.02.02** Защита от коррозии теплоэнергетических систем

Учебный план: ФГОС3++z130301-23\_21-15.plx

Кафедра: **11** Общей и неорганической химии

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Лаб. занятия					
3	УП	4	4	60	4	2	Зачет
	РПД	4	4	60	4	2	
Итого	УП	4	4	60	4	2	
	РПД	4	4	60	4	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Вахрушев А.Ю.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Луканина Т.Л.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморodin С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области электрохимической защиты от коррозии.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- Рассмотреть задачи различных методов оценки скорости коррозии, защиты металлов и сплавов от коррозии;

- Раскрыть принципы механизмов возникновения коррозионных процессов;

- Продемонстрировать особенности влияния внешних факторов на скорость коррозии.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Химия

Физика

Физика для теплоэнергетиков

Котельные установки и парогенераторы

Учебная практика, профилирующая практика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-6.1: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепловых сетей, тепломеханического оборудования ТЭС и котельных</b>
---

<b>Знать:</b> основное оборудование теплоэнергетических систем; основные свойства современных конструкционных материалов; способы максимального снижения степени разрушающего действия коррозионного процесса
---

<b>Уметь:</b> производить расчеты сроков эксплуатации теплоэнергетического оборудования в конкретных рабочих условиях; прогнозировать характер воздействия коррозионной среды на теплоэнергетические оборудование
---

<b>Владеть:</b> способами снижения воздействия агрессивной среды на элементы оборудования; методами расчета и количественной оценки скорости коррозии металлов.
---

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Электрохимическая и химическая коррозия.	3				
Тема 1. Классификация процессов коррозии: по механизму, по характеру распространения. Показатели коррозии: массометрический, глубинный, объёмный, токовый, питтинговый фактор, и связь между ними. Лабораторная работа 1. Определение скорости коррозии различных металлов весовым методом		1	2	12	
Тема 2. Термодинамика процесса электрохимической коррозии. Двойной электрический слой. Электродный потенциал. Схемы разнородных гальванических элементов. Уравнение Нернста в расчёте ЭДС гальванического элемента. Механизм электрохимической коррозии.		1		7,75	
Тема 3. Поляризация электродных процессов. Деполяризация. Контролирующий фактор коррозии. Поляризационные коррозионные диаграммы. Лабораторная работа 2. Электродный потенциал металлов в различных средах			1	8	
Тема 4. Контролирующий фактор коррозии. Пассивное состояние металлов. Анодные процессы на пассивирующемся электроде. Образование защитной плёнки. Питтингообразование. Транспассивация.				6	
Тема 5. Влияние внешних и внутренних факторов на скорость коррозионных процессов: температура, давление, состав электролита (концентрация и природа растворённых солей, pH, концентрация растворённого кислорода), скорость движения коррозионной среды, структура металлов и сплавов.		1		3	

Тема 6. Химическая коррозия. Термодинамика процесса химической коррозии. Условие сплошности защитных плёнок. Кинетика образования оксидных плёнок. Влияние внешних и внутренних факторов на скорость химической коррозии. Коррозия в среде неэлектролитов			8	
Раздел 2. Методы защиты от коррозии. Особенности коррозии теплоэнергетических систем.				
Тема 7. Методы защиты металлов от коррозии. Анодная и катодная защита. Протекторная защита. Легирование металлов. Основные виды покрытий: покрытие на основе ЛКМ, эмали, неметаллические и металлические покрытия. Способы нанесения защитных металлических покрытий. Лабораторная работа 3. Протекторная защита	1	1	12	
Тема 8. Коррозия в естественных условиях: атмосферная, подземная, под действием блуждающих токов. Локальная коррозия: контактная, щелевая, питтинговая. Особенности коррозии теплоэнергетических систем: коррозия котлов, внутренняя и внешняя коррозия трубопроводов.			3,25	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	4	4	60	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	8,25		60	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-6.1	Демонстрирует уверенные знания основных механизмов и законов коррозии. Характеризует основные коррозионные качества металлов, их роль в коррозионном процессе. Объясняет взаимосвязь значения теоретических знаний и последующей профессиональной деятельности. Выполняет рисунок или схему, поясняющую решение задачи.	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа

Зачтено	На устном собеседовании обучающийся излагает основные механизмы и закономерности протекания коррозионных процессов. Умеет связать теоретические знания с последующей профессиональной деятельностью. Демонстрирует свободное владение понятиями, терминами и определениями. Может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи. Активно и умело использует современные источники научно-технической информации. Излагает основные научно-технические проблемы в профессиональной области деятельности и может проанализировать возможные пути их решения.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для её решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины. Не может сформулировать основные закономерности протекания коррозионных процессов. Плохо ориентируется в основных законах и определениях. Плохо знаком с основной литературой. Допускает при ответе на зачёте существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план её решения, не владеет математическим аппаратом.

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 3	
1	Классификация коррозионных разрушений.
2	Количественная и качественная оценки коррозии. Показатели коррозии.
3	Межкристаллитная коррозия. Механизм, факторы, влияющие на нее и защита.
4	Механизм электрохимической коррозии.
5	Электродный потенциал. Факторы, влияющие на значение равновесного электродного потенциала. Уравнение Нернста.
6	Расчет ЭДС и электрохимических потенциалов. Катодная, анодная реакции в коррозионном элементе.
7	Сущность анодной и катодной поляризации. Уравнение Тафеля.
8	Водородная и кислородная деполяризация.
9	Поляризационные коррозионные диаграммы.
10	Теории образования защитных плёнок на поверхности металлов.
11	Анодные процессы на пассивирующемся электроде
12	Влияние внутренних факторов на скорость коррозии
13	Влияние внешних факторов на скорость коррозии
14	Методы защиты от электрохимической коррозии. Краткая классификация.
15	Неметаллические покрытия на органической основе. Достоинства и недостатки.
16	Металлические покрытия. Классификация, способы нанесения, их достоинства и недостатки.
17	Легирующие: правило Таммана, влияние концентрации и природы легирующего элемента на коррозионную устойчивость стали
18	Электрохимическая защита металлов. Особенности применения.
19	Протекторная защита.
20	Способы снижения концентрации деполяризаторов в коррозионной среде.
21	Ингибиторная защита. Классификация и механизм действия.
22	Влияние конструктивных особенностей на скорость коррозии.
23	Газовая коррозия. Образование окисных соединений на поверхности металла.

24	Термодинамическая возможность протекания газовой коррозии.
25	Кинетические законы формирования оксидных плёнок на поверхности металлов
26	Влияние внешних и внутренних факторов на скорость химической коррозии.
27	Коррозия в неэлектролитах.
28	Классификация методов защиты от химической коррозии. Легирование.
29	Способы создания защитных покрытий для защиты от химической коррозии.
30	Атмосферная коррозия. Виды, механизм, факторы влияющие на коррозию и защита.
31	Подземная коррозия. Виды, механизм, факторы влияющие на коррозию и защита.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Известно, что некоторые металлы будучи нестабильными с точки зрения термодинамики, корродируют в действительности крайне медленно. Например, химически чистый цинк практически не подвергается коррозии в кислотах-неокислителях, но в то же время технический цинк корродирует в растворах кислот с высокой скоростью. С чем связано подобное поведение данного металла? Дайте необходимые объяснения.

2. Как меняется скорость коррозии в нейтральных водных аэрируемых растворах с увеличением концентрации хлорида натрия?

3. Почему железо хорошо растворяется в разбавленных кислотах, но практически инертно в концентрированной серной кислоте без нагревания? Ответ подтвердить схематичным изображением поляризационной коррозионной диаграммы. На каких участках будут пересекаться анодная и катодная поляризационные кривые в случаях разбавленной и концентрированной кислот?

4. Как будет меняться скорость коррозии алюминия в азотной кислоте с ростом её концентрации? Составьте схематичный график зависимости скорости коррозии от концентрации кислоты и дайте необходимые объяснения.

5. Почему железо подвергается коррозии с высокой скоростью в кислых средах, но достаточно инертно в щелочных растворах, в то время как цинк и алюминий хорошо корродируют как в щелочных, так и в кислых средах? Дайте необходимые объяснения, приведите уравнения соответствующих реакций.

6. Как изменится скорость коррозии стали при увеличении скорости движения коррозионной среды а) с  $pH=1$  и б) с  $pH=8$ . Каковы контролирующие факторы коррозии в первом и во втором случае?

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- В течение семестра выполняется контрольная работа.
- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором
- Время на подготовку ответа 45 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Ракоч, А. Г., Пустов, Ю. А., Гладкова, А. А.	Коррозия и защита металлов	Москва: Издательский Дом МИСиС	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/56279.html">http://www.iprbookshop.ru/56279.html</a>
Пустов, Ю. А., Кошкин, Б. В., Кутырев, А. Е.	Коррозия и защита металлов в водных средах	Москва: Издательский Дом МИСиС	2005	<a href="http://www.iprbookshop.ru/56075.html">http://www.iprbookshop.ru/56075.html</a>
Балабан-Ирменин, Ю. В., Липовских, В. М., Рубашов, А. М.	Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей	Москва: Новости теплоснабжения	2008	<a href="http://www.iprbookshop.ru/5033.html">http://www.iprbookshop.ru/5033.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				

Т.Л. Луканина, И.С. Михайлова	Общая химия в химической технологии древесины. Основные закономерности химических процессов. Окислительно-восстановительные превращения. Основы электрохимии [Текст]: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПб ГТУРП. - СПб. : СПбГТУРП	2015	<a href="http://nicrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/12.pdf">http://nicrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/12.pdf</a>
Л.П. Ардашева, Т.Л. Луканина, И.С. Михайлова	Практикум по общей химии [Текст]: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/19.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/19.pdf</a>
Т.Л. Луканина, И.С. Михайлова, М.А. Радин	Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии [Текст]: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/2.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/2.pdf</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows 8

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL Academic Edition

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-317	Вытяжные шкафы, термостатирующая баня, весы аналитические, иономер, измеритель скорости коррозии, аналитические весы, водяная термобаня, набор бюреток, последовательно подключенных к вакуум-наосу, работающая тяга, набор химических реагентов, химическая посуда, наборы образцов металлов.