

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.02 Защита от коррозии теплотехнологических установок

Учебный план: _____ ФГОС3++b130301Ц-1_22-14.plx

Кафедра: Общей и неорганической химии

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Цифровые энергосистемы и комплексы
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоём- кость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | Лекции | Лаб. занятия | | | | |
| 6 | УП | 12 | 47,75 | 0,25 | 2 | Зачет |
| | РПД | 12 | 47,75 | 0,25 | 2 | |
| Итого | УП | 12 | 47,75 | 0,25 | 2 | |
| | РПД | 12 | 47,75 | 0,25 | 2 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым 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

Сморозин 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

Производственная практика, технологическая практика

Теплотехнологические процессы в целлюлозно-бумажном производстве

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|--|
| ПК-6.2: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации теплотехнологического оборудования различных производств |
|--|

| |
|--|
| Знать: основные свойства современных конструкционных материалов; способы максимального снижения степени разрушающего действия коррозионного процесса. |
|--|

| |
|--|
| Уметь: производить расчеты сроков эксплуатации теплотехнологического оборудования в конкретных рабочих условиях; прогнозировать характер воздействия коррозионной среды на теплотехнологическое оборудование. |
|--|

| |
|---|
| Владеть: 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 | Форма текущего контроля |
|--|------------------------------|----------------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Лаб. (часы) | | | |
| Раздел 1. Электрохимическая и химическая коррозия. | 6 | | | | | Л,З |
| 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 | 10 | ИЛ | |
| 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. Лабораторная работа № 2. Измерение электродного потенциала металла в коррозионной среде. | | 1 | 2 | 7 | | |
| Тема 3. Поляризация электродных процессов. Деполяризация. Контролирующий фактор коррозии. Поляризационные коррозионные диаграммы. Лабораторная работа № 3. Электрохимическая коррозия с водородной деполяризацией | | 1 | 2 | 10 | | |
| Тема 4. Контролирующий фактор коррозии. Пассивное состояние металлов. Анодные процессы на пассивирующемся электроде. Образование защитной плёнки. Питтингообразование. Транспассивация. Лабораторная работа № 4. Влияние концентрации агрессивной среды на скорость коррозии | | 1 | 2 | 4 | | |

| | | | | | |
|--|-------|----|-------|--|-----|
| 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 | | 4 | | |
| 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. Лабораторная работа № 5. Изучение кинетики окисления металлов при высоких температурах | 2 | 3 | | | |
| 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. | 2 | | 7 | | 3,Л |
| 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. Лабораторная работа № 6. Протекторная защита | 3 | 1 | 5,75 | | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 12 | 12 | 47,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | 0,25 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | 24,25 | | 47,75 | | |

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-6.2 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Демонстрирует уверенные знания основных механизмов и законов коррозии. 2. Характеризует основные коррозионные качества металлов, их роль в коррозионном процессе. 3. Объясняет взаимосвязь значения теоретических знаний и последующей профессиональной деятельности. 4. Выполняет рисунок или схему, поясняющую решение задачи. | <ol style="list-style-type: none"> 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 | <p>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.</p> | <p>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.</p> |
| Не зачтено | <p>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.</p> | <p>Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план её решения, не владеет математическим аппаратом.</p> |

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 |
|-----------|---|
| Семестр 6 | |
| 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 | Легирование: 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 $\text{pH}=1$ и б) с $\text{pH}=8$. 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

- 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 |
|--|---|---|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Балабан-Ирменин, Ю. В., Липовских, В. М., Рубашов, А. М. | Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей | Москва: Новости теплоснабжения | 2008 | http://www.iprbooks.hop.ru/5033.html |
| Ракоч, А. Г., Пустов, Ю. А., Гладкова, А. А. | Коррозия и защита металлов | Москва: Издательский Дом МИСиС | 2013 | http://www.iprbooks.hop.ru/56279.html |
| Пустов, Ю. А., Кошкин, Б. В., Кутырев, А. Е. | Коррозия и защита металлов в водных средах | Москва: Издательский Дом МИСиС | 2005 | http://www.iprbooks.hop.ru/56075.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| 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 | http://nicrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/12.pdf |
| 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 | http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/19.pdf |
| 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 | http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/2.pdf |

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

MicrosoftWindows 8

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

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. |