

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.12.2023 12:58:41
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета
Урбанистики и городского хозяйства
/ Л.А. Марюшин /

« 31 » августа 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
«Противокоррозионная защита оборудования»**

Направление
21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль

**«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти,
газа и продуктов переработки»**

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная

Москва 2021

1. Цели и задачи дисциплины: дать бакалаврам знания по использованию способов противокоррозионной защиты трубопроводов и резервуаров от коррозии и оборудования, применяемого для этого.

2. Место дисциплины в структуре ООП:)

Дисциплина «Противокоррозионная защита» представляет собой дисциплину базовой части цикла профессиональных дисциплин и относится к направлению «Нефтегазовое дело». Дисциплина базируется на курсах цикла естественнонаучных дисциплин «Физика», «Химия», «Математика», «Теоретическая механика», «Теплотехника», «Сопротивление материалов», «Материаловедение», и др., читаемых в 1-3 семестрах и является залогом успешного освоения таких основополагающих дисциплин, как, «Эксплуатация газонефтепроводов», «Эксплуатация газонефтехранилищ» «Сооружение газонефтепроводов».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются указанные ниже компетенции и должны быть достигнуты представленные результаты обучения как этап формирования следующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	<p>Знать: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>Уметь: ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций; использовать принципы графического представления пространственных образов,</p>

		<p>систему проектно-конструкторской документации, правила построения технических схем и чертежей; и слабые стороны, разрабатывать предложения по ее совершенствованию</p> <p>Владеть: теорией и практикой водоснабжения предприятий, включая их очистку от сточных вод.</p>
ОПК-4	ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<p>Знать: основные законы и положения дисциплин инженерно-механического модуля, приемы компьютерной графики на стадии конструирования и чтения чертежей сложных изделий; теории механизмов и машин, методы решения практических задач, используя методы сопротивления материалов; законы гидравлики, гидромеханики, термодинамики; основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий; основные свойства углеводородов нефти, гипотезы органического и неорганического происхождения нефти и газа, принципы классификации нефтей и газов,</p> <p>Уметь: . использовать методы статического, кинематического и динамического расчета механизмов и машин, диагностировать организационную культуру, выявлять ее сильные; навыки</p>

		<p>выявления и устранения «узких мест» производственного процесса, использовать основные положения метрологии, стандартизации, сертификации, использовать принципы работы оборудования для эксплуатации и капитального ремонта скважин, прокладки и ремонта трубопроводных систем.</p> <p>Владеть методами оценки и предотвращения экономического ущерба в процессе транспорта нефти и газа, а также управления качеством производственной деятельности, нормативами проектной деятельности и навыками составления рабочих проектов, обзоров, отчетов, методами метрологии и стандартизации, методами технико-экономического анализа, навыками производственного менеджмента и управления персоналом.</p>
ОПК-7	<p>ОПК-7. Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами</p>	<p>Знать: свойства и закономерности поведения дисперсных систем; систему обеспечения безопасности жизнедеятельности нефтегазового производства; правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности; источники, причины и характер загрязнения окружающей природной среды, правовые основы; основные технологии нефтегазового производства.</p> <p>Уметь: умение читать технологические чертежи и схемы, анализировать технические параметры оборудования ГРС;</p>

		Владеть: владеет навыками контроля соблюдения технологических регламентов при ТОиР, ДО оборудования ГРС
--	--	---

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Дисциплина «Противокоррозионная защита оборудования» относится к элективным дисциплинам. Б.1.2.ЭД 1 Читается в 6 семестре

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц. 180 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
Аудиторные занятия (всего)	72				
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	36				
Практические занятия (ПЗ)	27				
Семинары (С)	-				
Лабораторные работы (ЛР)	9				
Самостоятельная работа (всего)	108				
В том числе:		-	-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет				
Общая трудоемкость	час	180			
	зач. ед.	5			

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№	Тематический раздел дисциплины	Всего, час	Аудиторные занятия, час (в том числе)			Самост. работа
			лекции	ПЗ	лаб. работы	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Основные понятия и определения коррозионных процессов	20	2			26
2	Химическая и электрохимическая коррозия металлов. Механизм химической коррозии. Механизм электрохимической коррозии	40	2		2	36
3	Коррозионные изыскания. Методы определения коррозионной активности грунтов. Приборы для коррозионных измерений.	40	2	2	2	34
4	Изоляционные покрытия. Требования к изоляционным покрытиям. Долгосрочный прогноз скорости старения изоляции	40	2	2		36
5	Методы защиты оборудования от коррозии. Катодная защита металлических сооружений. Протекторная защита трубопроводов и резервуаров. Электродренажная защита подземных трубопроводов. Ингибиторы коррозии	40	2	2		36
	ИТОГО:	180	10	6	4	160

5.2. Лабораторный практикум

№	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
1	2	Изучение видов коррозии и коррозионных разрушений. Влияние окисных пленок на процесс коррозии
2	2	Изучение механизма электрохимической коррозии металлов. Гальванические элементы и гальванопары
3	3	Изучение методов определения коррозионной активности грунтов. Изучение аппаратной базы для коррозионных

		измерений
--	--	-----------

5.3. Практические занятия (семинары)

№	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий
1	3	Вычисление значения переходного сопротивления труба – грунт в начале и конце нормативного срока службы
2	4	Проектирование и выбор изоляционного покрытия трубопровода
3	5	Определение необходимого количества число станций катодной защиты и силу дренажного тока
4	5	Определение протяженности защитной зоны и срок службы одной протекторной установки
5	5	Подбор электродренажной установки для двух параллельных нефтепроводов

5. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Введение. Основные понятия и определения коррозионных процессов

Категории убытков, наносимых коррозией. Основные способы защиты металлических конструкций и сооружений от коррозии. Наука о коррозии. Краткая история развития электрохимической теории коррозии.

Определение термина «коррозия». Различия коррозионного и эрозионного разрушений. Классификация процессов коррозии по характеру взаимодействия металла с окружающей средой. Виды химической и электрохимической коррозии. Характер коррозионного разрушения и виды сплошной коррозии и местной. Способы выражения скорости коррозии и шкала коррозионной стойкости металлов. Классификация способов защиты металлов от коррозии.

Вопросы для самопроверки

1. Что подразумевается под термином «коррозия металлов»?
2. Чем отличается химическая коррозия металлов от электрохимической?
3. Какие виды коррозионных разрушений возникают при сплошной и местной коррозии?
4. Как определить массовый показатель коррозии?
5. Как определить объемный показатель коррозии?

Химическая и электрохимическая коррозия металлов. Механизм химической коррозии. Механизм электрохимической коррозии

Химическая коррозия металлов

Определение термина химическая коррозия. Термодинамическая возможность химической коррозии металлов. Механизм химической коррозии. Влияние окисных пленок на процесс коррозии. Законы роста пленок на металлах.

Вопросы для самопроверки

1. При каком значении термодинамического потенциала химическая коррозия металлов невозможна?
2. Классификация окисных пленок, возникающих на поверхности металла?
3. Условие сплошности пленок.
4. Обеспечивают ли несплошные пленки защитные функции?

Электрохимическая коррозия металлов

Определение электрохимической коррозии. Термодинамическая возможность электрохимической коррозии металлов. Электродные потенциалы металлов в электролитах. Механизм электрохимической коррозии металлов. Гальванические элементы и гальванопары. Атмосферная коррозия металлов. Коррозия в морской воде. Грунтовая коррозия. Биокоррозия. Коррозия металлов блуждающими токами.

Вопросы для самопроверки

1. При каком значении термодинамического потенциала возможен процесс протекания электрохимической коррозии металлов?
2. Что подразумевают под электродным потенциалом металла?
3. От чего зависит поляризация электродных процессов?
4. Как влияет поляризация на коррозию металла?

Коррозионные изыскания. Методы определения коррозионной активности грунтов. Приборы для коррозионных измерений

Методы определения коррозионной активности грунтов. Определение опасности коррозии, вызываемой блуждающими токами, при помощи электрических измерений. Коррозионные испытания с помощью передвижных лабораторий. Техника безопасности при проведении коррозионных изысканий.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные параметры, определяемые при коррозионных изысканиях?
2. Как рассчитать удельное электрическое сопротивление грунта?
3. Как определить потенциал магистрального трубопровода?
4. Расскажите об использовании передвижных электрохимических лабораторий.

Изоляционные покрытия. Требования к изоляционным покрытиям. Долгосрочный прогноз скорости старения изоляции

Назначения изоляционных покрытий. Требования к изоляционным покрытиям. Мастичные покрытия. Изоляции на основе пластических масс. Прочие виды изоляционных покрытий. Контроль качества изоляционных покрытий. Долгосрочный прогноз старения изоляции.

Вопросы для самопроверки

1. Какова роль изоляционных покрытий в защите металлов от коррозии?
2. Каким требованиям должны удовлетворять изоляционные покрытия?

3. Какие изоляционные покрытия применяются для защиты магистральных трубопроводов и резервуаров?

4. Как определить скорость старения изоляционного покрытия?

Методы защиты оборудования от коррозии. Катодная защита металлических сооружений. Протекторная защита трубопроводов и резервуаров. Электродренажная защита подземных трубопроводов. Ингибиторы коррозии

Катодная защита подземных металлических сооружений

Сущность и принципиальная схема катодной защиты. Защитный потенциал подземного сооружения. Приближенные расчетные формулы для параметров катодной защиты. Недостатки существующих методов расчета катодной защиты. Расчетные значения потенциалов. Расчет мощности станций катодной защиты. Измерение поляризационных потенциалов. Анодное заземление. Удаление анодного заземления от магистрального трубопровода. Факторы, влияющие на работу анодного заземлителя. Определение оптимального сечения дренажного провода катодной установки. Схемы катодной защиты подземных сооружений. Совместная катодная защита нескольких параллельно уложенных трубопроводов. Катодные установки с экранными заземлениями. Катодная защита подземных коммуникаций компрессорных и насосных станций и нефтебаз. Особенности катодной защиты морских трубопроводов. Конструкции станций катодной защиты. Контроль работы установок катодной защиты.

Вопросы для самопроверки

1. Принципиальная схема катодной защиты.
2. Как влияет состояние изоляционного покрытия на длину защищаемого участка трубопровода?
3. Для чего нужен активатор при установке анодного заземления?
4. Как определить мощность станции катодной защиты?

Протекторная защита трубопроводов и резервуаров

Принцип действия протекторной защиты. Материал протекторов. Назначение и состав активаторов. Расчет протекторной защиты трубопроводов. Расчет протекторной защиты днища стальных резервуаров от грунтовой коррозии. Расчет протекторной защиты внутренней поверхности

днища и первого пояса стальных резервуаров. Контроль протекторной защиты.

Вопросы для самопроверки

1. Принципиальная схема протекторной защиты от коррозии трубопроводов и резервуаров.
2. Как влияет поляризация на протекторную защиту?
3. Как определить необходимое число протекторов при защите магистрального трубопровода?
4. Расчет протекторной защиты днищ стальных резервуаров.

Электродренажная защита подземных трубопроводов

Методы борьбы с блуждающими токами. Характеристика электродренажных установок. Проектирование электродренажной защиты. расчет усиленного дренажа. определение сечения и места установки перемычек на параллельных трубопроводах. Контроль работы электродренажных установок. Защита магистральных трубопроводов от влияния электрифицированных железных дорог переменного тока. Норма опасных и мешающих напряжений и токов на действующих трубопроводах. Защита магистральных трубопроводов от вредного влияния электрифицированных железных дорог переменного тока.

Вопросы для самопроверки

1. Принципиальная схема возникновения блуждающих токов.
2. Источник блуждающих токов.
3. Методы борьбы с блуждающими токами.
4. Принципиальная схема поляризованной электродренажной установки.
5. Как определить площадь сечения электродренажного кабеля?

Ингибиторы коррозии

Классификация ингибиторов. Механизм защитного действия ингибиторов. Ингибиторы атмосферной коррозии. Технологические методы борьбы с внутренней коррозией нефтепроводов.

Вопросы для самопроверки

1. Принцип действия ингибиторов коррозии.

2. Классификация ингибиторов коррозии.
3. Принципиальная схема ввода ингибиторов коррозии в магистральный трубопровод.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся по дисциплине предусмотрены:

- задание на тестирование;
- перечень вопросов для самоконтроля;
- перечень вопросов для подготовки к зачету.

Приведенные оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по освоению дисциплины, включающие контрольную работу и экзамен, позволяют оценить степень сформированности компетенций обучающегося.

6.1. Задания на тестирование

Студент выполняет вариант контрольной работы, состоящей из решения трех задач. В соответствии с заданием по таблицам студент определяет свои параметры для расчетов. В конце работы необходимо привести список использованной литературы. Выполнение работы поможет закрепить знания, полученные при изучении курса.

1. Расчет изоляционного покрытия

Запроектировать изоляцию для трубопровода наружным диаметром D_n с толщиной стенки δ при условии, что через десять лет эксплуатации ($\tau = 10$ лет) переходное сопротивление труба грунт должно быть не ниже $R_{10} = 10^4$ Ом·м². Удельное электрическое сопротивление грунта ρ , удельное электрическое сопротивление стали принято равным $\rho_{\tau} = 0,2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. Расстояние от поверхности земли до верхней трубы $H = 1,7$ м. На трубопроводе, проложенном в аналогичных условиях, были выполнены замеры: через три года эксплуатации ($\tau_1 = 3$ г) переходное сопротивление $R_{\text{пер}1} = 183373$ Ом·м², а через $\tau_2 = 7$ лет $R_{\text{пер}2} = 13873$ Ом·м.

Номер варианта	Диаметр трубопровода,	Толщина стенки,	Удельное электрическое
---------------------------	----------------------------------	----------------------------	-----------------------------------

	мм	мм	сопротивление грунта, Ом·м
1	530	8	40
2	530	9	50
3	720	9	60
4	720	10	70
5	1020	10	50
6	1020	12	60
7	1220	14	50
8	1220	16	70
9	1420	18	50
10	1420	20	90

2. Определение числа станций катодной защиты и силу дренажного тока

Определить необходимое число станций катодной защиты и силу дренажного тока для обеспечения катодной защиты магистрального трубопровода длиной L_T , наружным диаметром D , толщиной стенки труб δ . Трубы изготовлены из стали 17ГС, имеющей удельное электрическое сопротивление $\rho_r = 0,247 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. Грунты по трассе трубопровода состоят из глин, песков и чернозема, на значительной части переувлажнены; удельное электросопротивление грунтов $\rho = 10$ Ом·м характеризует 30% трассы трубопровода, 20 Ом·м – 20%, 40 Ом·м – 10%, 70 Ом·м – 20%, 80 Ом·м – 10% и 170 Ом·м – 10% трассы трубопровода.

Номер варианта	Длина трубопровода, L_T , км	Диаметр трубопровода, D_H , мм	Толщина стенки, δ , мм	Расстояние до анодного заземлителя, Y , м
1	350	530	7	250
2	400	530	9	350
3	450	720	10	400
4	500	720	11	350
5	550	1020	10	450
6	600	1020	12	500
7	650	1220	14	350
8	700	1220	16	450
9	750	1420	18	350
10	850	1420	20	500

3. Определение значения переходного сопротивления труба – грунт

Вычислить значение переходного сопротивления труба – грунт в начале и конце нормативного срока службы изоляционного покрытия на основе полимерных лент и в среднем за этот период, если в конце второго и пятого годов эксплуатации покрытия измеренные значения переходного сопротивления составили соответственно $R_{пер1}$ и $R_{пер2}$ Ом·м². Норматив амортизационных отчислений по изоляции равен $\sigma = 0,105$ 1/год.

Номер варианта	Переходное сопротивление труба – грунт $R_{пер1}$, Ом·м ²	Переходное сопротивление труба – грунт $R_{пер2}$, Ом·м ²
1	23458	18238
2	22365	17529
3	21025	16324
4	20487	15635
5	19625	14258
6	18886	13755
7	17825	12625
8	16564	11425
9	15576	10705
10	14265	9268

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Защита трубопроводов от коррозии, Том 1 Учеб.пособие / Ф.М. Мустафин, М.В. Кузнецов, Г.Г. Васильев и др. СПб ООО «Недра», 2005.- 620 с.
2. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров / М.В. Кузнецов, В.Ф. Новоселов, П.И. Тугунов, В.Ф. Котов: М: Изд.Недра, 1992-239 с.

б) дополнительная литература

1. Акользин А.П., Жуков А.П. Кислородная коррозия оборудования химических производств. - М.: Химия, 1985.-230с.
2. Герасимов В.В. Коррозия сталей в нейтральных водных средах. - М.; Металлургия, 1981.
3. Герасимов В.В. Прогнозирование коррозии металлов. – М Металлургия. 1989.
4. Жук Н.П. Курс теории и защиты металлов. - М.: Металлургия, 1976.

5. Жуков А.П., Малахов А.М. Основы металловедения и теории коррозии металлов. -М.: Высшая школа, 1999.

6. Иоссель Ю.Я., Кленов Г.Э. Математические методы расчета электрохимической коррозии и защиты металлов: Справочник. -М.: Металлургия, 2003.

8. Решетников СМ. Ингибиторы кислотной коррозии металлов. - Л.: Химия. Ленинградское отделение, 2006

ЭБС «Издательство Лань» //www.e.lanbook.com

2. ЭБС "Юрайт" //www.biblio-online.ru

3. ЭБС "Электронная библиотека технического вуза («Консультат студента») //www.studentlibrary.ru

ЭОР по данной дисциплине находится в разработке

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Кафедра «Техника и технология горного и нефтегазового производства» располагает аудиторией на 25 посадочных мест и лабораторией на 20 посадочных мест. Аудитория оснащена электронным проектором.

в) лекционные занятия проводятся в аудитории Ав2304, оборудованной электронной доской. Практические занятия проводятся в специализированной аудитории кафедры, оборудованной мультимедийным оборудованием и компьютерными рабочими местами. Программное обеспечение – операционные системы Windows XP и выше, MS Office XP и спец.программами по нефтегазотранспортному комплексу, а также видеофильмы и демонстрационные материалы в плакатах.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

На лекциях при изложении материала следует пользоваться иллюстративным материалом, ориентированным на использование мультимедийного презентационного оборудования, содержащим запись основных математических формулировок, методов и алгоритмов, а также отображающим характерные приемы вывода на экран компьютера текстовой, графической и цифровой информации. Посредством разборов примеров решения задач следует добиваться понимания обучающимися сути **противокоррозионной защиты объектов транспорта и хранения углеводородов»**

В процессе преподавания дисциплины **«Противокоррозионная защита оборудования»** в качестве форм текущей аттестации студентов используются контрольные работы. По итогам защиты выполненных контрольных работ проводится их защита, а теоретические вопросы по дисциплине выносятся на зачет.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Противокоррозионная защита оборудования»
 Направление подготовки – 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Форма обучения – заочная

Раздел	Курс	Недели	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Самостоятельная работа студентов					Формы аттестации	
			Л	П/З	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
Введение. Основные понятия и определения коррозионных процессов	4		2			52								
Химическая и электрохимическая коррозия металлов. Механизм химической коррозии. Механизм электрохимической коррозии	4		2		2	52								
Коррозионные изыскания. Методы определения коррозионной активности грунтов. Приборы для коррозионных измерений.	4		2	2	2	52								
Изоляционные покрытия. Требования к изоляционным покрытиям. Долгосрочный прогноз скорости старения изоляции	4		2	2		52								
Методы защиты оборудования от коррозии. Катодная защита металлических сооружений. Протекторная защита трубопроводов и резервуаров. Электродренажная защита подземных трубопроводов. Ингибиторы коррозии	4		2	2		52								
Итого:			10	6	4	160						+	+	