

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНИЦТ

Р.Р. Даминев

(подпись)

29.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(4506)Изменение свойств конструкционных материалов в процессе эксплуатации

Направление подготовки (специальность): **15.04.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность: **магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **очная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Технологические машины и оборудование (ТМО);**

Трудоемкость дисциплины: **4 з.е. (144час)**

Уфа 2023

Рабочую программу дисциплины разработал(и):

_____ профессор, доктор. техн. наук Наумкин Е.А.

Рецензент

_____ доц., канд. техн. наук Баязитов М.И.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование (ТМО);, обеспечивающей преподавание дисциплины 18.05.2023, протокол №8.

Заведующий кафедрой

Технологические машины и оборудование (ТМО)_____ С.В. Чертовских

Технологические машины и оборудование (ТМО)_____ И.Р. Кузеев

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО_____ И.Р. Кузеев

Год приема 2023 г.

Рабочая программа зарегистрирована 08.06.2023 № 6 в ОПЛА и внесена в электронную базу данных

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям): Технический сервис нефтегазоперерабатывающих предприятий

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Часть, формируемая участниками образовательных отношений;

Форма обучения: очная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежу- точной аттестации
	Зачет- ные едини- цы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контакт- ная	СРО	
3	4	144	48	96	экзамен;
ИТОГО:	4	144	48	96	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетен- ции
1	Способен организовывать сервисную поддержку продукции машиностроения	ПК-5-ММО34-23-2

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ПК-5-ММО34-23	ПК-5.2 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению прочности, долговечности и живучести продукции машиностроения	З(ПК-5-ММО34-23)	Знать: Закономерности накопления повреждений в материале при эксплуатации оборудования
		У(ПК-5-ММО34-23)	Уметь: Определять характеристики материалов с использованием разру-

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			шающих и неразрушающих методов контроля при различном накоплении повреждений
		В(ПК-5-ММО34-23)	Владеть: Методами анализа информации, полученной из нормативно-технических и научно-исследовательских источников

3. Структура дисциплины

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	48			48									
лекции (всего)	12			12									
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	10			10									
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	20			20									
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	6			6									
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	96			96									
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических	26			26									

исследований и т.п													
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	22			22									
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	25			25									
подготовка к сдаче зачета, экзамена	23			23									
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0												
освоение on-line курса	0												
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	144			144									

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

Форма обучения: очная

(раздела)Номер темы	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Влияние среды на эксплуатационные параметры материалов конструкции	3	2	0	6	26	34	З(ПК-5-ММО34-23)
2	Воздействие высоких температур на конструкционные материалы	3	2	2	0	22	26	У(ПК-5-ММО34-23)
3	Изменение свойств конструкционных материалов при воздей-	3	4	4	8	25	41	У(ПК-5-ММО34-23) В(ПК-5-ММО34-23)

Номер темы	Назва- ние	Семес- тр	Трудоемкость, часы					Шифр ре-
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
	ствии статических и циклических нагрузений							
4	Влияние совокупности эксплуатационных факторов на свойства конструкционных материалов	3	4	4	6	23	37	В(ПК-5-ММО34-23)
	ИТОГО:		12	10	20	96	138	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Влияние среды на эксплуатационные параметры материалов конструкции	Основные виды и механизмы разрушения материалов. Основные виды разрушения металлов. Совместное действие нескольких механизмов зарождения и развития макродефектов Хладноломкость. Вязкое или пластическое разрушение. Механизм роста и коалесценции пор. Механизм сдвига. Хрупкое разрушение. Механизм хрупкого транскристаллитного скола. Механизм хрупкого межкристаллитного разрушения.	2		

2	2-Воздействие высоких температур на конструкционные материалы	Факторы охрупчивания материалов при эксплуатации оборудования. Разупрочнение. Упрочнение металлов. Технологические факторы охрупчивания. Обратимая отпускная хрупкость. Водородная хрупкость технологического происхождения. Наклеп и деформационное старение. Эксплуатационные факторы охрупчивания. Эксплуатационное деформационное старение. Водородное охрупчивание эксплуатационного происхождения.	2		
3	3-Изменение свойств конструкционных материалов при воздействии статических и циклических нагрузений	Особенности изменения свойств конструкционных материалов в условиях циклического нагружения. Основные характеристики механических свойств и методы их определения. Твердость. Статические, динамические и кинетические методы определения. Механические свойства при статическом растяжении. Косвенные методы оценки прочностных характеристик материала. Усталостное разрушение. Малоцикловая усталость. Многоцикловая усталость. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения. Термиче-	4		

		ская усталость.			
4	4-Влияние совокупности эксплуатационных факторов на свойства конструкционных материалов	Основные механизмы зарождения и роста трещин и их роль в изменении свойств материалов при эксплуатации оборудования. Особенности изменения свойств материалов при формировании дефектов и расчет процесса разрушения численными методами. Микротрещины, их форма и зарождение в модели плоского скопления дислокаций. Макроскопический подход к исследованию пластической зоны. Критерии механики разрушения. Рост микротрещин. Механизм роста макротрещин. Макроскопическая пластическая неустойчивость. Накопление микротрещин. Дефекты и трещины технологического происхождения. Закалочные трещины. Задержанное разрушение. Виды дефектов, возникающих при эксплуатации технологического оборудования. Особенности разрушения сварных соединений. Моделирование процесса разрушения численными методами.	4		
	-	ИТОГО:	12		

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Влияние среды на эксплуатационные параметры материалов конструкции	1	Изменение пластических свойств сталей при понижении температуры испытания. Испытуемые образцы погружаются в среду и подвергаются статическому нагружению до разрушения. Понижение температуры осуществляется путем добавления жидкого азота. После проведения испытания оцениваются предел прочности и предел текучести.	6		
3-Изменение свойств конструкционных материалов при воздействии статических и циклических нагружений	2	Изучение влияния накопленных повреждений на магнитные характеристики металлических материалов. В работе необходимо научиться определять потенциальные зоны разрушения металла на разных стадиях его деформирования феррозондовым методом контроля. Для необходимо: – провести измерения магнитных характеристик металлических	8		

		образцов с разным уровнем накопления усталостных повреждений; – по результатам экспериментальных данных рассчитать параметры относительной напряженности магнитного поля для исследуемой (рабочей) зоны образцов при разном уровне их поврежденности; – построить зависимости от относительной напряженности магнитного поля по длине рабочей зоны образцов при разном уровне их поврежденности; – установить потенциальную зону разрушения металлических образцов по максимальному значению параметра относительной напряженности магнитного поля.			
4-Влияние совокупности эксплуатационных факторов на свойства конструкционных материалов	3	Изменение твердости конструкционных материалов при накоплении усталостных повреждений. Необходимо научиться определять механические характеристики косвенным методом по результатам измерения твердости и установить за-	6		

		висимости твердости, предела прочности и предела текучести от степени повреждения при малоциклового усталости. Для реализации этой цели необходимо: Ознакомиться с основами твердомерии Изучит принцип действия и методику измерения твердости Измерить твердость образцов с разным уровнем накопленных усталостных повреждений Рассчитать механические характеристики, используя результаты твердомерии Построить зависимости твердости, предела прочности и предела текучести от степени повреждения.			
-		ИТОГО:	20		

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
2-Воздействие высоких температур на конструкционные материалы	1	Оценка влияния температуры на механические характеристики сталей. Необходимо	2		

		изучить методику расчета усталостной долговечности и построить кривые Велера при заданных температурах. Для реализации этой цели необходимо: ознакомиться с теоретическими основами разрушения конструкционных материалов при повышенных температурах в условиях циклического нагружения, изучить методику расчета, по заданному варианту провести расчет и построить кривые Велера, провести сравнительный анализ и сделать выводы.			
3-Изменение свойств конструкционных материалов при воздействии статических и циклических нагружений	2	Изменение поверхностной энергии материала змеевиков реакционных печей после длительной эксплуатации. Необходимо изучить методику определения поверхностной энергии методом «сидящей» капли и построить зависимость поверхностной энергии от длительности эксплуатации металла змеевиков реакционных печей. Для реализации этой цели необходимо 1. Ознакомиться-	4		

		ся с теоретическими основами поверхностной энергии и способами ее определения 2. Провести расчеты и построить зависимость поверхностной энергии от длительности эксплуатации материала оборудования.			
4-Влияние совокупности эксплуатационных факторов на свойства конструкционных материалов	3	Расчет количества циклов до разрушения при изменении амплитуды напряжения. Необходимо научиться определять допускаемую амплитуду напряжений и допускаемое число циклов материала оборудования эксплуатируемого в условиях малоциклового усталости. Для реализации этой цели необходимо: Ознакомиться с основами теории усталости материалов, выполнить контрольное задание с обоснованием полученных результатов.	4		
-		ИТОГО:	10		

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Влияние среды на эксплуатационные параметры мате-	выполнение и	26		

риалов конструкции	подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п			
2-Воздействие высоких температур на конструкционные материалы	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	22		
3-Изменение свойств конструкционных материалов при воздействии статических и циклических нагрузений	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	25		
4-Влияние совокупности эксплуатационных факторов на свойства конструкционных материалов	подготовка к сдаче зачета, экзамена	23		
-	ИТОГО:	96		

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Влияние среды на эксплуатационные параметры материалов конструкции

Основные виды разрушения металлов. Совместное действие нескольких механизмов зарождения и развития макродефектов. Хладноломкость. Вязкое или пластическое разрушение. Механизм роста и коалесценции пор. Механизм сдвига. Хрупкое разрушение. Механизм хрупкого транскристаллитного скола. Механизм хрупкого межкристаллитного разрушения.

Раздел 2. Воздействие высоких температур на конструкционные материалы

Разупрочнение. Упрочнение металлов. Технологические факторы охрупчивания. Обратимая отпускная хрупкость. Водородная хрупкость технологического происхождения. Наклеп и деформационное старение. Эксплуатационные факторы охрупчивания. Эксплуатационное деформационное старение. Водородное охрупчивание эксплуатационного происхождения.

Раздел 3. Изменение свойств конструкционных материалов при воздействии статических и циклических нагрузений

Основные характеристики механических свойств и методы их определения. Твердость. Статические, динамические и кинетические методы определения. Механические свойства при статическом растяжении. Косвенные методы оценки прочностных характеристик материала. Усталостное разрушение. Малоцикловая усталость. Многоцикловая усталость. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения. Термическая усталость.

Раздел 4. Влияние совокупности эксплуатационных факторов на свойства конструкционных материалов

Микротрещины, их форма и зарождение в модели плоского скопления дислокаций. Макроскопический подход к исследованию пластической зоны. Критерии механики разрушения. Рост микротрещин. Механизм роста макротрещин. Макроскопическая пластическая неустойчивость. Накопление микротрещин. Дефекты и трещины технологического происхождения. Закалочные трещины. Задержанное разрушение. Виды дефектов, возникающих при эксплуатации технологического

оборудования. Особенности разрушения сварных соединений. Моделирование процесса разрушения численными методами.

5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины	Ссылки на официальные сайты
Консультант +	http://www.consultant-urist.ru/
Национальная электронная библиотека	http://нэб.пф/
Электронная библиотечная система eLIBRARY	http://elibrary.ru/
Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ»	http://e.lanbook.com/
Электронный каталог УГНТУ	http://www.bibl.rusoil.net/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования

№ пп.	Номер помещения	Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)	Наименование помещения
1	МехМ-10	Автоматический цифровой рефрактометр А.KRUSS OptronicDR6200(1);Дефектоскоп переносной Ferrotest GWH 15(1);Комплектующие для универсальной сервогидравлической испытат. машины Инстрон 8801(1);Компьютер Intel Core i3-2100(3);Криотермостат жидкостный LOIP FT-311-80 (LA-501) (1);Микротвердомер ПМТ-3М с МОВ-1-16(1);Осциллограф Handyscope HS5-540-W5 500 MS/s model(1);Проектор BenQ Projector MX760(1);Системный блок Р-4(1);Стол для весов(1);Стол рабочий (керамогранит)(7);Стол-мойка без сушилки(3);Твердомер Роквелла Instron Wilson Hardness574T(1);Универсальный электродинам. стенд-копер Инстрон 9340 в комплекте(1);Установка для стат. и цикл. испытаний конструкц-ых мат-ов(1);Уч-исслед. лаб установка для исслед. процес-в ректиф-ии в ректифик-й колонне(1);Шкаф ШХА 50 (50) (2);Шкаф вытяжной ШВР 1.2.1(1);Столы, стулья	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.
2	1-420в	Компьютер Intel Core 2 Duo E8200(1);Компьютер WIN i3-550(2);Компьютер персональный i3-4170/21,5" PHILIPS 226V4LAB(1);МФУ hp Laser Jet Pro M1536dnf<CE538A>A4(1);Монитор 19" Acer(1);Монитор ASUS VA24DQ Black 23,8", шт(3);Сервисное устройство д\очистки Katun 3 м(1);Системный блок CRONA:i7 11700/DDR4 2*16GB/SSD 250Gb Samsung/HDD 1Tb/600W(3);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
3	3-201	Защитная RFID Система LSG405HF(1);Компьютер i3-2120(1);Компьютер i3-3220 K1 BenQ 21,5"(3);Компьютер i3-3240 21.5" Acer(2);Компьютер ПК НИКС\i3-4170\21.5"(1);Компьютер персональный-неттоп Celeron J1900/4Gb(1);Контрольно-кассовая машина Пионер 114Ф с ФН(1);МФУ hp Laser Jet Pro M1132<CE847A>A4(1);МФУ hp LaserJet Pro M1132<CE847A>(A4 принтер+сканер+копир)(1);Монитор Beng(1);Принтер Laser Jet 1020(1);Сканер Plustek Optic Book 4800(1);Универсальная RFID станция книговыдачи/программирова-	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
1	Office Professional Plus 2010 MICROSOFT	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
2	Антивирус Kaspersky	Дата выдачи лицензии 27.10.2010
3	Консультант-плюс	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: ООО Компания Права "Эксперт"

8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Приложение А

Форма № УЛ-1

СВЕДЕНИЯ

об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (4506)(4506)Изменение свойств конструкционных материалов в процессе эксплуатацииНаправление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудованиеНаправленность: магистерская программа«Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»Форма обучения: очная;Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес ания нахождения электронного	остиКоэффициент
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для выполнения СРО;Для изучения теории;	3			Куликов, Д. В. Физическая природа разрушения : учебное пособие / Д.В. Куликов, Н В. Мекалова, М.М. Закирничная; ред. И.Р. Кузеев; УГНТУ. - 2-е изд., перераб., испр. и доп. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 1999. - 395 с	66	-	0.90
Дополнительная литература	Для выполнения СРО;Для изучения теории;	3			Эшби, М. Конструкционные материалы : полный курс: учеб. пособие / М. Эшби, Д. Джонс; пер. с англ. С.Л. Баженов. - 3-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 672 с.	26	-	0.25

Дополнительная литература	Для изучения теории;	3			Иванова, В. С. Синергетика и фракталы. Универсальность механического поведения материалов : учебное пособие / В. С. Иванова, М. М. Закирничная, И. Р. Кузеев ; РАН, Ин-т металлургии. - Уфа: Изд-во УГНТУ. - Текст: непосредственный Ч.1. - 1998. - 144 с.	61	-	0.60
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

Составил:

_____ профессор, доктор. техн. наук Наумкин Е.А.

Год приема 2023 г.

СВЕДЕНИЯ**об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**

Наименование дисциплины: (4506)(4506)Изменение свойств конструкционных материалов в процессе эксплуатации

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность магистерская программа«Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Форма обучения очная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного	Коэффициент
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Для выполнения лабораторных работ;	3			Изучение влияния накопленных повреждений на магнитные характеристики металлических материалов : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторной работы по дисциплине "Мониторинг накопленных повреждений в материалах и оценка влияния на прочность" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. Е. А. Наумкин. - Уфа : УГНТУ, 2022. - 744 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Naumkin13481.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
------------------------------------	---	--	--	---	---	---	---	------

Для выполнения лабораторных работ;	3			Изменение пластических свойств сталей при понижении температуры испытания : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторной работы по дисциплине "Мониторинг накопленных повреждений в материалах и оценка влияния на прочность" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. Е. А. Наумкин. - Уфа : УГНТУ, 2022. - 872 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Naumkin13479.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения лабораторных работ;	3			Изменение твердости конструкционных материалов при накоплении усталостных повреждений : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторной работы по дисциплине "Мониторинг накопленных повреждений в материалах и оценка влияния на прочность" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. Е. А. Наумкин. - Уфа : УГНТУ, 2022. - 652 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Naumkin13480.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения практических занятий;	3			Расчет количества циклов до разрушения при изменении амплитуды напряжения : учебно-методическое пособие по выполнению практической работы по дисциплине "Изменение свойств конструкционных материалов в процессе эксплуатации" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. Е. А. Наумкин. - Уфа : УГНТУ, 2012. - 356 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Naumkin6.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Составил:

_____ профессор, доктор. техн. наук Наумкин Е.А.

Год приема 2023 г.

Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНИЦТ

_____ Р.Р. Даминев
29.06.2023

**Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
(4506)Изменение свойств конструкционных материалов в процессе эксплуатации**

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е. (144час)

Уфа 2023

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разработал (и):

_____ профессор, доктор. техн. наук Наумкин Е.А.

—
Рецензент

_____ доц., канд. техн. наук Баязитов М.И.

—

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Технологические машины и оборудование (ТМО);, обеспечивающей преподавание дисциплины 18.05.2023, протокол №8.

Заведующий кафедрой Технологические машины и оборудование (ТМО); _____ И.Р. Кузеев

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев

Год приема 2023 г.

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
зарегистрирован 08.06.2023 № 6 в отделе МСОП и внесен в электронную базу данных

1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Шифр результата обучения	Результат обучения	Индикатор достижения компетенций	Показатели достижения результатов освоения компетенций	Вид оценочного средства
1	Влияние среды на эксплуатационные параметры материалов конструкции	З(ПК-5-ММО34-23)	Закономерности накопления повреждений в материале при эксплуатации оборудования	ПК-5.2 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению прочности, долговечности и живучести продукции машиностроения	объясняет закономерности протекающие в конструкционных материалах при воздействии среды и силового нагружения	Письменный и устный опрос
2	Воздействие высоких температур на конструкционные материалы	У(ПК-5-ММО34-23)		ПК-5.2 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению прочности, долговечности и живучести продукции машиностроения	объясняет закономерности протекающие в конструкционных материалах при воздействии среды и силового нагружения	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
3	Изменение свойств конструкционных материалов при воздействии статических и циклических нагрузений	В(ПК-5-ММО34-23)		ПК-5.2 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению прочности, долговечности и живучести продукции машиностроения	обосновывает выбор метода расчета и выполняет расчет конструкции на прочность и долговечность	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Реферат
		У(ПК-5-ММО34-23)		ПК-5.2 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению прочности, долговечности и живучести продукции машиностроения	Разрабатывает алгоритм проведения измерения, схему контроля исследуемого объекта и протокол результатов измерения физико-	Лабораторная работа Письменный и устный

					механических характеристик материалов согласно требований нормативной документации	опрос
5	Влияние совокупности эксплуатационных факторов на свойства конструкционных материалов	В(ПК-5-ММО34-23)		ПК-5.2 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению прочности, долговечности и живучести продукции машиностроения	Проводит анализ нормативно-технической литературы и оценивает возможность эксплуатации оборудования	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Тестирование

2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

п/п	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Шкала оценки
1	2	3	4	5
1	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по лабораторным исследованиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ; вопросы и требования к их защите	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита всего перечня контрольных вопросов. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 80 % контрольных вопросов. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 61 % контрольных вопросов. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа выполнена не полностью, или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов, или если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.
2	Письменный и устный опрос	Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.	Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если представленный на защиту материал выполнен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к уровню подготовки специалиста. Ответы на вопросы даны в полном объеме

		Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и практические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)	ных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации	оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если представленный материал выполнен, но имеют место незначительные отклонения от существующих требований. Ответы на некоторые вопросы даны в неполном объеме. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если представленный материал в целом выполнен, но имеют место отступления от существующих требований. На отдельные вопросы ответы не даны. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в представленном материале имеет место отступление от существующих требований. На вопросы ответы не даны.
3	Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов, требования к их защите	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к написанию и защите реферата, корректно обозначена проблема и обоснована ее актуальность оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если при написании реферата допустил несколько ошибок, допустил некоторые неточности при оформлении работы и допустил некоторые неточности при ответах на дополнительные вопросы оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если допускал ошибки при написании реферата; некорректно подобрал материал; не верно ответил на часть дополнительных вопросов оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если не выполнены требования, предъявляемые к написанию и защите рефератов
4	Тестирование	Система стандартизированных простых и комплексных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний, умений и владений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если отвечено правильно на 9-10 вопросов оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если отвечено правильно на 7-8 вопросов оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если отвечено правильно на 5-6 вопросов оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если отвечено правильно менее 5 вопросов

Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

1. В чем смысл механизма зарождения, роста и коалесценции пор?
2. Объясните влияние состава стали на склонность к коррозионному растрескиванию под напряжением.
3. Поясните смысл водородное охрупчивание эксплуатационного происхождения.
4. Что представляет собой трещина?
5. Что характеризует коэффициент интенсивности напряжений и от чего он зависит?
6. В каких случаях характер напряжения не зависит от формы тела и схемы его нагружения? (объяснение подтвердите математически)
7. Напишите критериальное условие Ирвина и прокомментируйте его.
8. Напишите критериальное условие Гриффитса и прокомментируйте его.
9. Покажите эквивалентность силового критерия Ирвина энергетическому критерию Гриффитса в случае плоского напряженного и плоского деформированного состояний.
10. Поясните понятие «трещиностойкость». Как она определяется?
11. Что является условием возникновения пластического течения в окрестностях вершины трещины?
12. Как с помощью упрощенного подхода определить протяженность пластической зоны? В каких случаях такой упрощенный подход неприменим?
13. Назовите условие плоской деформации.
14. Что такое R –кривые?
15. Объясните методы измерения геометрических размеров испытываемых образцов.

Ответ на тему №1:

Само название механизма указывает на существование нескольких стадий процесса разрушения. В первом приближении применительно к конструкционным металлам можно выделить следующие:

- 1 Зарождение микропоры на границе раздела матрица-частица второй фазы в результате пластической деформации матрицы или в результате растрескивания самой частицы;
- 2 Стабильный рост микропоры с образованием полости вокруг частицы второй фазы;
- 3 Нестабильный (ускоренный) рост микропоры до встречи с соседними порами или поверхностью тела с образованием поры (полости или ямки).

В результате действия этого механизма разрушения на поверхности разрушения формируется ямочный рельеф. На дне ямок видны частицы второй фазы. Они располагаются в кольцевых углублениях, похожих на полусферу, и представляют собой след микропоры, образующейся вокруг частицы и пересекаемой поверхностью ямок. Обстоятельные исследования ямочного рельефа ряда конструкционных сталей позволили сделать вывод, что не каждая частица второй фазы (карбидов, нитридов и т.д.) инициирует зарождение микропор. Зарождение микропор наблюдается у частиц с размером (диаметром) более 0,04 мкм. Совпадение критического размера частиц в сталях с разным типом структуры (феррит, феррит + перлит, сорбит, мартенсит отпуска и т.д.) указывает на ведущую роль геометрического фактора (через коэффициент концентрации напряжений у препятствия в полосе скольжения дислокаций) в процессе зарождения микропоры.

В первом приближении степень влияния размера поры на размер ямки сопоставима с влиянием размера включения L_v на размер ямки L_y . Влияние природы неметаллических включений (сульфид, оксид) на тесноту связи размер включений - размер ямки имеет, по всей видимости,

эффект второго порядка.

В феррито-перлитной стали в роли инициаторов крупных пор - ямок наряду с карбидами и неметаллическими включениями выступают колонии перлита. Большему размеру колонии перлита соответствует большая ямка

Пластическая деформация ферритной матрицы развивается преимущественно у крупных частиц упрочняющей фазы и неметаллических включений и по времени опережает развитие пластической деформации в остальном объеме материала. При существующей технологии производства металла в нем имеются неметаллические включения размером от долей до нескольких десятков и даже сотен микрометров, которые в несколько раз, а иногда на несколько порядков превышают размер частиц упрочняющей фазы, поэтому следует ожидать предпочтительного зарождения вязких (пластических) трещин, прежде всего у этих неметаллических включений. Учитывая слабую когезивную прочность межфазной границы неметаллическое включение - матрица, уже на ранних стадиях пластической деформации возможна потеря сопряжения включения с матрицей (по существу, образование микропоры), что приводит к опережающему росту ямки (поры) у относительно крупных неметаллических включений.

При наличии в структуре стали цепочек неметаллических включений, размер которых и слабая когезивная связь на межфазной границе обуславливают опережающее начало зарождения и роста микропор, и затем и ямок, возрастает степень неоднородности (гетерогенности) протекания по фронту макротрещины процесса разрушения. Крупные ямки, инициируемые неметаллическими включениями, окружены маленькими ямками, инициированными частицами карбидов.

Разновидностью механизма зарождения, роста и коалесценции пор являются случаи распространения трещин по границам зерен. Для низкотемпературных условий испытания распространение вязких трещин по границам зерен относительно редко. Как правило, это наблюдается в материалах со структурой, характеризующейся относительно низкой плотностью частиц второй фазы, но имеющих по границам повышенную плотность распределения этих частиц. Типичный случай - стали с пониженным после перегрева содержанием серы. В области высоких температур, соответствующих аустенитной фазе, основная масса серы в малосернистой стали переходит в твердый раствор. При охлаждении с определенной скоростью выделяются частицы сульфидов по границам зерен. Предпочтительное зарождение микропор у частиц сульфидов обуславливает опережающее развитие вязких пор (ямок) по границам зерен.

Межзеренный характер механизма зарождения, роста и коалесценции пор типичен для высокотемпературной ползучести. Зарождение пор происходит вследствие локализации пластической деформации у частиц второй фазы. Последующий рост пор связан с действием приложенного растягивающего напряжения. Так же как при внутризеренном вязком разрушении критерий зарождения микропоры требует достижения критической деформации сдвига у границы частица - матрица.

При наличии на границах частиц, таких как неметаллические включения, почти не связанных с матрицей, резко ускоряется ползучесть материала. В этом случае нет необходимости в стадии зарождения микропор.

При анализе причин отказа (повреждения) и разрушения элементов металлических конструкций часто полезна информация о форме и направлении вытянутости ямок в вязком изломе. В случае вязкого разрушения форма образующейся ямки определенно указывает на характер главного приложенного усилия в металлической конструкции. Равноосные ямки образуются при одноосном равномерном растяжении. Вытянутые вдоль одного направления параболические по форме ямки формируются в условиях совместного действия растяжения и сдвига. При этом направления вытянутости ямок на обеих частях разрушенного элемента металлической конструкции противоположны. Вытянутость ямок в одном направлении на обеих частях разрушенного элемента наблюдается в случае несоосного неравномерного растяжения.

Ответ на тему №2:

Поскольку высокопрочные стали в наибольшей степени по сравнению с менее прочными склонны к коррозионному растрескиванию под напряжением, то особый интерес вызывает возможность прогнозирования этой склонности по химическому составу. Высокопрочные стали широко используются в болтовых и фланцевых соединениях. Имеются данные о склонности высоко-

прочных болтовых сталей к растрескиванию при атмосферной коррозии. В условиях промышленного предприятия, на транспорте, в приморских районах, содержащих промышленные газы (SO_2 , Cl и др.), а также влагу с пылью, несущей соли, в щелях, язвах и трещинах, куда ограничен доступ кислорода к металлу, возможно гидролитическое подкисление раствора до pH 2-4.

Наблюдается отчетливая тенденция роста $\sigma_{\text{п}}$ Cr-Mo-V-стали с уменьшением содержания углерода ниже 0,25-0,30%. Это $\sigma_{\text{п}}$ содержанию углерода в стали соответствует переход при закалке от структуры реечного (дислокационного) мартенсита к структуре пластинчатого (двойникового) мартенсита. В сталях с повышенным содержанием углерода в ряде случаев имеет место зарождение субмикротрещин при столкновении одной крупной пластины мартенсита с другой и с границей зерна.

Сопротивление коррозионному растрескиванию в среде с pH = 2,2 существенным образом зависит от структуры стали, варьируемой изменением как химического состава, так и температуры отпуска.

Частичная замена в стали 20X2M (отпуск при 240°C) со структурой реечного мартенсита Cr на Si в ~ 3 раза снижает сопротивление стали растрескиванию. При переходе от композиции 20X2M к 20XCM уровень $\sigma_{\text{п}}$ снижается от 1220 до 400 МПа.

Особый интерес вызывает влияние бора на сопротивление стали коррозионному растрескиванию. Поскольку бор склонен к сегрегации по границам зерен, то его присутствие в стали может повлиять на весь комплекс механических свойств. Были изучены композиции стали с 0,2 и 0,4% C, в которые вводили 0,002% В.

После закалки и отпуска при 240 и 450°C все исследуемые стали приобретают структуру отпускаемого мартенсита и троостита соответственно. В сталях, содержащих 0,2% C, структура после закалки образована в основном реечным (пакетным) мартенситом. Повышение в стали содержания углерода до 0,4% сопровождается увеличением в структуре доли пластинчатого (двойникового) мартенсита. Влияние титана и бора на структуру сталей, выявляемую с помощью светового микроскопа, практически не заметно. Исключение составляют лишь возникшие в результате легирования титаном крупные (размером 0,09-0,21 мкм) нитриды титана TiN. Такие частицы весьма редко встречаются в сталях без титана. Введение титана и бора в сталь незначительно влияет на прочность стали при растяжении.

Сопротивление коррозионному растрескиванию под напряжением весьма зависит от химического состава и температуры отпуска сталей. Так, введение Ti и В в сталь 20XCM заметно (на ~ 300 МПа) повышает уровень $\sigma_{\text{п}}$ в низкоотпущенном состоянии. Пониженное сопротивление коррозионному растрескиванию обнаружено в стали 40XCMTP со структурой пластинчатого (70%) и реечного (30%) мартенсита. Обнаруживается отчетливая тенденция к снижению $\sigma_{\text{п}}$ сталей, как содержащих, так и не содержащих Ti и В, с ростом содержания C.

По данным фрактографического анализа изломов повышение склонности к коррозионному растрескиванию под напряжением исследованных выше сталей сопровождается увеличением в зоне стабильного роста трещины доли поверхности разрушения излома, формирующейся по механизму квазискола и межкристаллитного разрушения. Довольно часто очаг зарождения трещины располагается на некотором расстоянии (0,1-0,3 мм) от основания надреза, что указывает на механизм водородного охрупчивания Cr-Mo-V-сталей при испытании на коррозионное растрескивание.

В сталях с титаном и бором влияние агрессивной среды на образование изломов (отпуск при 240°C) менее заметно. Зарождение ямок инициируется растрескиванием крупных частиц нитридов (карбонитридов) титана. На дне ямки видны следы ручьистого узора, возникшего при растрескивании таких частиц.

В случае реализации коррозионного растрескивания по водородному механизму следует ожидать, что адсорбция водорода возможна по границам раздела матрица-включение. С этим согласуется факт растрескивания частиц нитридов титана, инициирующих ямки. Вероятно, это растрескивание происходит на ранних этапах пластической деформации. Ввиду высокой концентрации напряжений в основании кольцевого надреза образца ($K_t=2,75$) пластическая деформация возникает при нагружении до $\sigma = 0,3\sigma_{\text{в}}$.

Предполагается, что эти трещины в теле частиц наряду с границей раздела матрица-частица являются местами стока для водорода. В результате снижается концентрация водорода по границам

зетрен и в пластической зоне у вершины макротрещины. Таким образом, вводя титан и бор в Cr-Ni-Mo-V-, Cr-Ni-Mo и Cr-Ni-Mo-Si-V-стали, содержащие ~0,2% С, обеспечивают их высокое сопротивление коррозионному растрескиванию в коррозионно-активных средах.

Повышение чистоты конструкционных сталей по неметаллическим включениям большей частью приводит к улучшению их коррозионно-механической прочности. Такой же эффект вызывает рациональное модифицирование стали редкоземельными и щелочно-земельными металлами. Это влияние неметаллических включений обусловлено рядом факторов:

- ввиду несовпадения параметров решеток включения и ферритной матрицы кристаллическая решетка вокруг включений искажена и, соответственно, повышено термодинамически активна;
- неметаллические включения на поверхности конструкций могут вытравливаться, что обуславливает формирование у включений питтингов, инициирующих коррозионные трещины;
- при упруго-пластическом нагружении материалов неметаллические включения, являясь геометрическими концентраторами напряжений, вызывают появление в окрестности включений локальных полей напряжений, существенно изменяющих коррозионные свойства материала;
- продукты растворения некоторых включений, особенно сульфидосодержащих, дополнительно катализируют растворение прилегающего к включению металла;
- границы раздела неметаллические включения-матрица, имеющие пустоты, служат коллекторами молизирующегося водорода. При дальнейшем накоплении водорода и увеличении его давления в коллекторах зарождаются трещины.

Роль неметаллических включений существенно зависит от их природы. Хрупкие включения, такие как силикаты и глинозем, разрушаясь при производстве прокатных изделий, увеличивают количество ловушек водорода. Пластичные сульфиды и оксисульфиды, более способные к деформированности при прокатке, не теряют в значительной степени сопряжения кристаллических решеток обеих фаз. Однако образование столь протяженных плоскостных межфазных границ существенно влияет на чувствительность коррозионно-механических характеристик материалов к направлению приложения нагрузки. Особенно опасно приложение нагрузки перпендикулярно прокатке.

Оксиды и сульфиды образуют протяженное плоскостное тело.

Наиболее часто зарождение и рост трещин в условиях коррозионного растрескивания под напряжением обусловлены их межзерненным характером. Однако имеются данные о транскристаллитном характере зарождения и роста трещин при этом виде растрескивания. Как правило, образующиеся при коррозионном растрескивании многочисленные трещины ориентированы перпендикулярно направлению растягивающих напряжений.

Ответ на тему №3:

Наиболее часты случаи водородного охрупчивания в процессе эксплуатации вследствие наводороживания материала.

Особый интерес к этому явлению возник, когда сотрудники NASA наблюдали преждевременное разрушение емкости для хранения газообразного водорода, рассчитанной на рабочее давление в 35 МПа. Катастрофическое разрушение этой емкости - сварного сосуда из стали А-517-F (Т - 1) в состоянии закалки с отпуском произошло при давлении в 27,4 МПа.

Сложность процесса водородного охрупчивания обусловлена многими факторами. В упрощенном виде водородное охрупчивание эксплуатационного происхождения включает пять стадий: возникновение водорода (если это не водородосодержащая среда); массоперенос водорода от его источника к месту проникновения на поверхности металла; адсорбцию водорода на поверхности металла; переход водорода с поверхности металла в его внутренние области; диффузию водорода по телу металлического объекта.

Кинетика и скорость водородного охрупчивания металлов зависит от многих факторов:

- типа кристаллической решетки,
- химического состава, в том числе от содержания вредных примесных элементов,
- микроструктуры,
- напряженного состояния,
- температуры,
- давления водорода в жидкой среде,

- концентрации водорода в жидкой или газовой фазе,
- скорости и характера нагружения (статики, динамики, цикличности).

Охрупчивание может возникать и как непосредственный результат выдержки материала в любой водород содержащей среде. Сложность явления водородного охрупчивания обусловлена зависимостью механизмов взаимодействия водорода с материалом и различием в исходном состоянии водорода. Наружный водород может быть молекулярным, диссоциированным (атомарным) или входить в состав молекул сероводорода, воды, метанола и др. Водород, присутствующий во внутренних объемах материала, большей частью представляет протоны, погруженные в электронное облако кристаллической решетки.

Водород в виде протонов без электронных оболочек химически активен, способен взаимодействовать с собственными атомами, атомами других химических элементов, дислокациями. Водород, поступающий из внешней среды, должен адсорбироваться на наружной поверхности, хемосорбироваться и затем проникнуть в решетку в виде протонов.

Охрупчивание, вызванное присутствием в материале водорода, в отличие от хладноломкости, проявляется при низких скоростях деформации. Повышение скорости деформации существенно снижает эффект охрупчивания.

По нашему мнению, с учетом условий возникновения и формы развития водородной хрупкости эксплуатационного происхождения следует различать охрупчивание:

- в газовой водородсодержащей среде;
- в жидкостной водородсодержащей среде;
- реакционное (при образовании гидридов).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 1

дисциплины «Изменение свойств конструкционных материалов в процессе эксплуатации» для подготовки магистра по направлению 15.04.02 - Технологические машины и оборудование, для программ подготовки «Мониторинг надежности и операционная готовность объектов нефтегазовой отрасли»

1. Что представляет собой разрушение? Назовите четыре особенности разрушения.
2. Чем занимается линейная (нелинейная) механика разрушения?
3. Чем отличается традиционный расчет на прочность от расчета на прочность с учетом трещин?

Профессор

_____ Е.А. Наумкин
(дата, подпись)

Заведующий кафедрой, профессор

_____ И.Р. Кузеев
(дата, подпись)

Реферат.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

- 1 Влияние высокочастотного нагружения на накопление повреждений и разрушение материалов.
- 2 Особенности изменения свойств конструкционных материалов при воздействии низких температур.
- 3 Охрупчивание материалов, причины и механизмы.
- 4 Особенности изменения свойств конструкционных материалов, подверженных циклическому нагружению, в зоне формирования очага разрушения.

- 5 Виды дефектов, возникающих при эксплуатации технологического оборудования.
- 6 Особенности изменения свойств в сварных соединениях.
- 7 Моделирование процесса разрушения численными методами
- 8 Построение карт механизмов деформации и их использование
- 9 Диаграммы Эшби и принципы неопределенности в анализе разрушений.
- 10 Оценка предельного состояния материалов с использованием карты динамики разрушения.
- 11 Построение кривых переходного процесса. Математическая обработка переходного процесса и определение корней характеристических уравнений передаточной функции.
- 12 Изменение физико-механических характеристик материалов, эксплуатируемых при квазистатическом нагружении.
- 13 Совместное действие нескольких механизмов зарождения и развития макродефектов.
- 14 Закономерности изменения свойств при вязком или пластическом разрушении материалов.
- 15 Особенности изменения свойств конструкционных материалов при воздействии высоких температур.
- 16 Закономерности изменения микроструктуры и параметров твердометрии при накоплении усталостных повреждений в материалах.
- 17 Изменения физико-механических характеристик сталей аустенитного класса при термосиловом нагружении в условиях контакта с углеводородами.
- 18 Особенности изменения электромагнитных характеристик конструкционных материалов при силовом нагружении.
- 19 Механизмы водородного растрескивания и коррозионного растрескивания под напряжением.
- 20 Влияние состава стали на склонность к коррозионному растрескиванию под напряжением.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Структура реферата:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основной текст;
- заключение;
- список терминов;
- список литературы;

Объем основного текста должен составлять 15-20 страниц, шрифт основного текста Times New Roman, размер шрифта основного текста 14 пт, межстрочный интервал одинарный, отступ первой строки абзаца 1,25 см, выравнивание текста по ширине, автоматическая расстановка переносов включена, нумерация страниц внизу посередине, поля слева и справа – по 2 см, снизу и сверху – по 2,5 см.

На все источники должны присутствовать ссылки в тексте реферата. Литература оформляется в соответствии с требованиями нормативных документов.

Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Лабораторная работа №1 ИЗМЕНЕНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛЕЙ ПРИ ПОНИЖЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ИСПЫТАНИЯ

Цель: Освоить методику определения механических свойств конструкционных материалов при пониженных температурах и научиться определять порог хладноломкости.

Краткий ход работы

- провести испытание образцов сталей на статическое растяжение при положительной и отрицательной температурах;
- по результатам испытаний построить диаграмму деформации и рассчитать значения напряжений (предел текучести и сопротивление разрушению отрывом);
- используя полученные данные построить в одной координатной плоскости графики изменения

напряжение – температура;

- определить критическую температуру, соответствующую порогу хладноломкости.

Контрольные вопросы:

1 Как вы понимаете смысл терминов: разрушение, хрупкая прочность, хладноломкость?

2 Как строится диаграмма деформации?

3 Опишите лабораторную установку.

4 В какой последовательности выполняется эксперимент?

5 В какой последовательности выполняется расчет?

6 Техника безопасности при выполнении эксперимента.

7 Как правильно достичь требуемой температуры охлаждения

ссылка: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Naumkin15.pdf

Лабораторная работа №2 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НАКОПЛЕННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Цель: Научиться определять потенциальные зоны разрушения металла на разных стадиях его деформирования феррозондовым методом контроля.

Краткий ход работы:

- провести измерения магнитных характеристик металлических образцов с разным уровнем накопления усталостных повреждений;
- по результатам экспериментальных данных рассчитать параметры относительной напряженности магнитного поля для исследуемой (рабочей) зоны образцов при разном уровне их поврежденности;
- построить зависимости относительной напряженности магнитного поля по длине рабочей зоны образцов при разном уровне их поврежденности;
- установить потенциальную зону разрушения металлических образцов по максимальному значению параметра относительной напряженности магнитного поля.

Контрольные вопросы:

1 Рассказать принцип действия феррозондовых преобразователей.

2 Какова принципиальная разница между ФП-полемером и ФПградиентометром?

3 Рассказать методику проведения эксперимента.

4 Каковы основные функции магнитоизмерительного прибора?

5 Объяснить, каким образом выявляется потенциальная зона разрушения объекта контроля феррозондовым методом на начальных стадиях деформирования металла.

6 Какие параметры могут повлиять на результаты измерений магнитных характеристик?

ссылка: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Kondrashova.pdf

Лабораторная работа №3 ИЗМЕНЕНИЕ ТВЕРДОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ НАКОПЛЕНИИ УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Цель: Научиться определять механические характеристики косвенным методом по результатам измерения твердости и установить зависимости твердости, предела прочности и предела текучести от степени поврежденности при малоциклового усталости.

Краткий ход работы:

- Ознакомиться с основами твердометрии
- Изучить принцип действия и методику измерения твердости прибором УЗИТ-3
- Измерить твердость образцов с разным уровнем накопленных усталостных повреждений
- Рассчитать механические характеристики, используя результаты твердометрии
- Построить зависимости твердости, предела прочности и предела текучести от степени поврежденности

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под твердостью материалов?
 2. Каким образом осуществляется измерение твердости?
 3. Какие известны виды твердости?
 4. Какой принцип действия ультразвукового твердомера?
 5. Каким образом проводят расчет предела прочности и предела текучести по значениям твердости?
 6. Каким образом проводят расчет относительного удлинения и относительного сужения по значениям твердости?
 7. В какой последовательности определяется погрешность экспериментов?
 8. С какой целью определяют механические характеристики материалов?
- ссылка: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Naumkin17.pdf

Тестирование.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

1 Номер:##6464.1.1.2.1.1.0(1)

Задание: Что такое хладноломкость?

Ответы:

- это свойство некоторых металлов значительно снижать вязкость при пониженных температурах
- свойство металлов давать трещины при горячей обработке давлением
- устойчивость к коррозии в простых промышленных и бытовых условиях
- устойчивость к ржавению при высокой температуре в очень агрессивных средах

2 Номер:##6464.1.1.2.2.1.0(1)

Задание: Переход твердого тела в хрупкое состояние в 1924 г. был впервые описан:

Ответы:

- А.Ф. Иоффе
- Д.И. Менделеев
- Д.У. Гиббс
- А. Мартенс

3 Номер:##6464.1.1.2.1.3.0(1)

Задание: Критическая температура T_k , согласно схеме Иоффе, соответствует силовому критерию разрушения:

Ответы:

- $\sigma_{0.2} = ?$
- $\sigma_{0.2} = ?$
- $\sigma_{0.2} = 10$
- $\sigma_{0.2} = ?$

4 Номер:##6464.1.1.2.4.1.0(1)

Задание: В качестве естественного физического критерия используют критерий - температуру, соответствующую возникновению в изломе 50% вязкой (волоконистой) и 50% хрупкой кристаллической составляющих:

Ответы:

- T50
- R50
- G50
- A50

5 Номер:##6464.1.1.2.5.1.0(1)

Задание: Деформация при температуре ниже Трекр сопровождается:

Ответы:

- наклепом
- разупрочнением
- ликвацией
- возвратом

6 Номер:##6464.1.1.2.6.1.0(1)

Задание: Под влиянием наклепа металл:

Ответы:

- упрочняется
- сильно разупрочняется
- незначительно разупрочняется
- не изменяет своих свойств

7 Номер:##6464.3.1.2.7.1.0(1)

Задание: относительное удлинение это:

Ответы:

- Отношение абсолютного удлинения образца к расчетной длине образца до испытания
- Отношение абсолютного удлинения образца к расчетной длине образца после испытания
- Отношение относительного удлинения образца к расчетной длине образца до испытания
- Отношение относительного удлинения образца к расчетной длине образца после испытания

8 Номер:##6464.3.1.2.8.1.0(1)

Задание: При испытании на ударный изгиб определяют:

Ответы:

- Ударную вязкость
- Предел текучести
- Предел прочности
- Временное сопротивление

9 Номер:##6464.3.1.2.9.1.0(1)

Задание: Предел текучести существует:

Ответы:

- У пластичных материалов
- У пластичных материалов только при растяжении
- У любых материалов
- У хрупких материалов

10 Номер:##6464.3.1.2.10.1.0(1)

Задание: При ползучести с течением времени:

Ответы:

- Растут пластические деформации
- Растут напряжения
- Растут упругие деформации
- Уменьшаются напряжения

11 Номер:##6464.3.1.2.11.1.0(1)

Задание: Свойство материалов необратимо поглощать энергию при их пластическом деформировании – это?

Ответы:

- вязкость.

- упругость.
- твёрдость.
- жёсткость.

12 Номер:##6464.3.1.2.12.1.0(1)

Задание: Для оценки температур перехода из хрупкого состояния в пластическое удобны испытания на:

Ответы:

- изгиб
- длительную прочность
- сжатие
- разрушение.

13 Номер:##6464.3.1.2.13.1.0(1)

Задание: Свойство противостоять усталости называется:

Ответы:

- выносливостью
- упругостью
- износостойкостью.
- жёсткостью.

14 Номер:##6464.2.1.2.14.1.0(1)

Задание: Правило Майнера часто называют гипотезой линейного накопления повреждений, которое характеризует:

Ответы:

- усталостную стойкость детали
- предельную прочность стали
- предельную текучесть
- коэффициент трещиностойкости

15 Номер:##6464.2.1.2.15.1.0(1)

Задание: Номер:##x.x.x.x.x.x(x)

Задание: Как называется событие, заключающееся в нарушении исправности объекта при сохранении работоспособности?

Ответы:

- повреждение
- дефект
- износ
- поломка

16 Номер:##6464.2.1.2.16.1.0(1)

Задание: При каком состоянии объект соответствует всем требованиям нормативно-технической или конструкторской документации?

Ответы:

- исправном
- работоспособном
- допустимом
- предельном

17 Номер:##6464.2.1.2.17.1.0(1)

Задание: В реальных материалах при высоких уровнях напряжений появляются пластические деформации. В вершине трещины формируется зона

Ответы:

- Пластичности
- Прочности
- Вязкости
- Хрупкости

18 Номер:##6464.2.1.2.18.1.0(1)

Задание: При каком виде излома в зоне разрушения хорошо просматриваются форма и размер зерен?

Ответы:

- При транскристаллитном
- При хрупком
- При вязком
- При усталостном.

19 Номер:##6464.2.1.2.19.1.0(1)

Задание: При каком виде излома в области разрушения видны две зоны (предварительного разрушения и долома)?

Ответы:

- При интеркристаллитном
- При усталостном
- При транскристаллитном
- При вязком

20 Номер:##6464.1.1.2.20.1.0(1)

Задание: Преимущественная пространственная ориентировка кристаллической решетки зерен называется:

Ответы:

- текстура деформации
- изотропия
- полосчатость
- строчечность

Везде первые ответы являются правильными.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

(4506)Изменение свойств конструкционных материалов в процессе эксплуатации

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-5-ММО34-23 Способен организовывать сервисную поддержку продукции машиностроения:
- ПК-5.2 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению прочности, долговечности и живучести продукции машиностроения

Результат обучения

Знать:

ПК-5-ММО34-23-2 Закономерности накопления повреждений в материале при эксплуатации оборудования

Уметь:

ПК-5-ММО34-23-2 Определять характеристики материалов с использованием разрушающих и неразрушающих методов контроля при различном накоплении повреждений

Владеть:

ПК-5-ММО34-23-2 Методами анализа информации, полученной из нормативно-технических и научно-исследовательских источников

Краткая характеристика дисциплины

Влияние среды на эксплуатационные параметры материалов конструкции; Воздействие высоких температур на конструкционные материалы; Изменение свойств конструкционных материалов при воздействии статических и циклических нагрузжений; Влияние совокупности эксплуатационных факторов на свойства конструкционных материалов;

Трудоёмкость (з.е. / часы)

4 з.е. (144час)

Вид промежуточной аттестации

экзамен;

Разработчик(и):

_____ профессор, доктор. техн. наук Наумкин Е.А.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев