

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Людвигович
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 23.08.2023 15:36:09
Уникальный программный ключ:
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebeea849

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический
университет»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель ученого совета,

врио ректора ФГБОУ ВО

«ДГТУ», к.т.н., доцент

_____ **Ирзаев Г.Х.**

_____ **2021г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.Б.3 Трение и износ в машинах

по специальности 2.5.3 - Трение и износ в машинах

Всего учебных часов -108

Всего аудиторных часов - 54

Всего часов на самостоятельную работу
аспиранта - 54

Аттестация (семестр) - 1

Махачкала 2021г.

Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утверждена приказом Минобрнауки РФ от 16.03.2011 г. № 1365; паспорта специальности научных работников 05.02.04-Трение и износ в машинах, учебного плана ФГБОУ ВО «ДГТУ», программы-минимум кандидатского экзамена, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 08.10.2007 г. № 274

Составил:

Профессор кафедры КТОМПиМ,

д.т.н.

М.У. Ахмедпашаев

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Трение и износ в машинах» предназначена аспирантам по специальности 2.5.3 Трение и износ в машинах

Целью преподавания дисциплины является формирование у аспирантов знаний о наиболее важных физических и химических превращениях в металлах и сплавах, их строение, формирующиеся в результате этих превращений, и свойствах основных конструкционных и инструментальных материалов, которые определяются их составом и строением.

Дисциплина ОД.А.03 входит в базовую часть специальных дисциплин отрасли науки и научной специальности.

Задачами изучения дисциплины являются: формирование у аспирантов навыков обоснованного выбора конструкционного материала для производства конкретного изделия с оптимальным уровнем эксплуатационных и технологических свойств, методов его упрочнения (разупрочнения) с учетом технологических свойств и экономической целесообразности.

Курс «Трение и износ в машинах» опирается на знание некоторых фундаментальных и общетехнических дисциплин, таких как: сопротивление материалов, техническая механика, математика, химия, физика и т.д.

Дисциплина является предшествующей для изучения таких дисциплин как: технология машиностроения, детали машин и основы конструирования, режущий инструмент, основы технологии машиностроения и т.е.

2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) «Трение и износ в машинах»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

-способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительной продукции для производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда;

-способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий машиностроения, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей;

-способность применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроительных производствах, современные методы обработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;

-способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, энергетических, эстетических, экологических, экономических и управленческих параметров;

-способность использовать информационные технические средства при разработке новых технологий и изделий в машиностроении;

-способность участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий;

-способность выполнять мероприятия по эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов,

технологической оснастки, средств автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов;

-способность выбирать материалы и оборудование и другие средства технологического оснащения и автоматизации для реализации производственных и технологических процессов. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать;

- основные принципы расчета и конструирования антифрикционных и фрикционных узлов трения;

-методы расчета сил, моментов и величин коэффициентов трения, а также методы оценки интенсивности изнашивания твердых тел при различных видах трения;

- методики триботехнических испытаний и методы моделирования триботехнических процессов.

уметь;

- совершенствовать конструкции узлов трения транспортных машин, снижение материалоемкости, веса, повышение надежности и ресурса.

-использовать принципы расчета и конструирования антифрикционных и фрикционных узлов трения;

- применять новые материалы и технологий для повышения износостойкости и несущей способности пар трения;

-пользоваться ГОСТами, ЕСКД и ЕСТП при выполнении чертежей и технической документации;

владеть:

- техникой проектирования и расчета основных узлов трения деталей машин.

3 Структура и содержание дисциплины «Трение и износ в машинах»

3.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		ЛК	ПЗ	СРС	
	1.Триботехника. Предмет и объект ее изучения. 2.Место триботехники в трибологии.	2	1	2	Контроль.р аб.№1
	1.Понятие трения. Внутреннее трение. Внешнее трение. 2. Классификация машин.	2	1	4	

	1. Свойства трущихся тел и их поверхностей. 2. Контактное взаимодействие твердых тел.	2	1	4	
	1.Адсорбция, и ее результат. 2. Состояние поверхностных слоев деталей узлов трения после механической обработки.	2	1	4	
	1.Трение твердых тел. 2.Трение и динамика машин.	2	1	4	
	1.Механическая составляющая силы трения. Виды деформирования поверхностного слоя пар трения. 2.Коэффициент трения при пластическом и упругом деформировании на единичной фрикционной	2	1	4	Контроль.р аб.№2

	связи.				
7	1.Тепловые процессы при трении. 2.Смазка и смазочное действие.	2	1	2	
	1.Виды и характеристики изнашивания. 2.Два типа износа. Методика прогнозирования измеримого износа.	2	1	2	
	1.Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения.	2	1	4	Контроль.р аб.№3
0	1.Влияние смазочных материалов на процесс изнашивания. 2.Действие поверхностно-активных присадок, коррозионных активных веществ на интенсивность	2	1	4	

	изнашивания.			
1	1.Методы испытаний узлов трения.	2	1	4
2	1. Основы разрушения поверхностей твердых тел при трении. 2.Химическое действие среды. Разрушение поверхностей трения.	2	1	2
3	1.Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин. Механизм изнашивания металлических поверхностей. 2.Изменения, вызванные деформацией. Влияние повышения температуры.	2	1	4

4	1.Триботехническая надежность и методы обеспечения безопасности эксплуатации машин и механизмов в опасных производствах.	2	1	4	
5	1. Роль трибологии в решении проблем безопасности, экологии, экономики. 2. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей. Сущность процесса.	2	1	2	
6	1.Антифрикционны е покрытия материалов. ФАБО в металлоплакирующих рабочих средах. 2.Твёрдосмазочные покрытия. Опыт применения ФАБО.	2	1	2	
7	1.Физико- химические изменения смазочных материалов в период эксплуатации. Влияние триботехнологий	4	2	2	

	на срок службы машин и механизмов. 2.Трибологические мероприятия по поддержанию узлов трения в рабочем состоянии.				
	Итого	36	18	54	зачет

4. Практические (семинарские) занятия, их наименование, содержание и объем в часах

	Содержание дисциплины, самостоятельно изучаемой студентами	Ко л-во ча сов	Лите ратура	Формы контрол я
	Триботехника. Предмет и объект ее изучения.	2	1	опрос
	Понятие трения. Внутреннее трение. Внешнее трение	2	6	тестирование
	Свойства трущихся тел и их поверхностей	2	7	опрос
	Механическая составляющая силы трения. Виды деформирования поверхностного	2	9	опрос

	слоя пар трения.			
	Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин. Механизм изнашивания металлических поверхностей	4	8	опрос
	Роль трибологии в решении проблем безопасности, экологии, экономики	4	7	опрос
	Трибологические мероприятия по поддержанию узлов трения в рабочем состоянии.	2	7	опрос
	ВСЕГО	18		

5. Тематика для самостоятельной работы аспирантов

	Содержание дисциплины, самостоятельно изучаемой студентами	Ко л-во ча сов	Лите ратура	Формы контрол я
	Трение качения, трение скольжения. Износ, изнашивание.	7	1	опрос
	Износостойкость. Пути повышения, износостойкости поверхностей деталей машин. Масла, смазки и смазочные	8	6	тестиров ание

	материалы.			
	Основные понятия о надежности машин. Свойства.	8	7	опрос
	Отказы и повреждения. Классификация.	8	9	опрос
	Детали машин: общие сведения о передачах зубчатых, фрикционных, червячных.	8	8	опрос
	Детали машин: общие сведения о соединениях шпоночных, в муфтах.	7	7	опрос
	Механические свойства материалов. Шероховатость поверхности и средства её измерения.	8	7	опрос
	ВСЕГО	54		

6 Фонд контрольных работ

Вопросы контрольных работ текущих аттестаций.

Контрольная работа №1

1. Триботехника. Предмет и объект ее изучения. Место триботехники в трибологии.
2. Узлы трения в машинах и механизмах, их классификация.
3. Понятие трения. Внутреннее трение. Внешнее трение. Классификация машин.
4. Условия осуществления внешнего трения. Понятие изнашивания и износа. Единицы измерения. Виды изнашивания.
5. Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел. Основные геометрические характеристики поверхностей.
6. Адсорбция, и ее результат. Состояние поверхностных слоев деталей узлов трения после механической обработки. Эффект Ребиндера.
7. Структура поверхности твердого тела при его трении со смазкой. Понятие «третьего тела». Факторы, влияющие на фрикционное взаимодействие твердых тел.
8. Физическая модель возникновения сил внешнего трения. Молекулярная (адгезионная) и механическая (деформационная) составляющие силы трения, их количественные соотношения.

Контрольная работа №2

1. Механическая составляющая силы трения. Виды деформирования поверхностного слоя пар трения. Коэффициент трения при пластическом и упругом деформировании на единичной фрикционной связи. Коэффициент гистерезисных потерь.
2. Расчет коэффициента трения шероховатых поверхностей. Модель шероховатости поверхности при взаимодействии с гладкой в процессе трения.
3. Теория усталостного изнашивания. Физическая модель износа. Механизм накопления повреждений в поверхностном слое тела трения.

4. Влияние смазочных материалов на процесс изнашивания. Действие поверхностно-активных присадок, коррозионных активных веществ на интенсивность изнашивания.
5. Абразивное изнашивание. Понятие абразива и абразивного изнашивания. Виды абразивного изнашивания. Физическая модель абразивного износа о неподвижно закрепленные частицы абразива.
6. Теории изнашивания. Теория прогнозирования износа деталей машин. Нулевой и измеримый износ. Суть нулевого износа. Методика прогнозирования нулевого износа. Модель измеримого износа.
7. Два типа износа. Методика прогнозирования измеримого износа. Энергетическая теория износа Фляйшера.
8. Понятие о трибологических системах. Их строение и структура. Процессы, проходящие в трибологической системе. Функциональные характеристики. Модели триботехнических систем.

Контрольная работа №3

1. Понятие о трибологических системах. Их строение и структура. Процессы, проходящие в трибологической системе. Функциональные характеристики. Модели триботехнических систем.
 2. Процессы физико-химической механики в элементах трибологической системы. Взаимодействие, изменение и разрушение твердых тел в трибологической системе.
 3. Механизм изнашивания металлических поверхностей. Изменения, вызванные деформацией. Влияние повышения температуры.
 4. Химическое действие среды. Разрушение поверхностей трения.
- 10 Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин.
5. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей. Сущность процесса Антифрикционные покрытия материалов. ФАБО в металлоплакирующих рабочих средах. Твёрдосмазочные покрытия. Опыт применения ФАБО.

6. Практика применения триботехнологий в эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
7. Понятие о технической эксплуатации машин, их техническое состояние на различных этапах эксплуатации.
8. Физико-химические изменения смазочных материалов в период эксплуатации. Влияние триботехнологий на срок службы машин и механизмов. Трибологические мероприятия по поддержанию узлов трения в рабочем состоянии.

Контрольные вопросы для проверки остаточных знаний.

1. Триботехника. Предмет и объект ее изучения. Место триботехники в трибологии.
2. Узлы трения в машинах и механизмах, их классификация.
3. Понятие трения. Внутреннее трение. Внешнее трение. Классификация машин.
4. Условия осуществления внешнего трения. Понятие изнашивания и износа. Единицы измерения. Виды изнашивания.
5. Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел. Основные геометрические характеристики поверхностей.
6. Адсорбция, и ее результат. Состояние поверхностных слоев деталей узлов трения после механической обработки. Эффект Ребиндера.
7. Структура поверхности твердого тела при его трении со смазкой. Понятие «третьего тела». Факторы, влияющие на фрикционное взаимодействие твердых тел.
8. Физическая модель возникновения сил внешнего трения. Молекулярная (адгезионная) и механическая (деформационная) составляющие силы трения, их количественные соотношения.
9. Механическая составляющая силы трения. Виды деформирования поверхностного слоя пар трения. Коэффициент трения при

пластическом и упругом деформировании на единичной фрикционной связи. Коэффициент гистерезисных потерь.

10. Расчет коэффициента трения шероховатых поверхностей. Модель шероховатости поверхности при взаимодействии с гладкой в процессе трения.

11. Теория усталостного изнашивания. Физическая модель износа. Механизм накопления повреждений в поверхностном слое тела трения.

12. Влияние смазочных материалов на процесс изнашивания. Действие поверхностно-активных присадок, коррозионных активных веществ на интенсивность изнашивания.

13. Абразивное изнашивание. Понятие абразива и абразивного изнашивания. Виды абразивного изнашивания. Физическая модель абразивного износа о неподвижно закрепленные частицы абразива.

14. Теории изнашивания. Теория прогнозирования износа деталей машин. Нулевой и измеримый износ. Суть нулевого износа. Методика прогнозирования нулевого износа. Модель измеримого износа.

15. Два типа износа. Методика прогнозирования измеримого износа. Энергетическая теория износа Фляйшера.

16. Понятие о трибологических системах. Их строение и структура. Процессы, проходящие в трибологической системе. Функциональные характеристики. Модели триботехнических систем.

17. Процессы физико-химической механики в элементах трибологической системы. Взаимодействие, изменение и разрушение твердых тел в трибологической системе.

18. Механизм изнашивания металлических поверхностей. Изменения, вызванные деформацией. Влияние повышения температуры.

19. Химическое действие среды. Разрушение поверхностей трения. Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин.

20. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей деталей. Сущность процесса Антифрикционные покрытия

материалов. ФАБО в металлоплакирующих рабочих средах.

Твёрдосмазочные покрытия. Опыт применения ФАБО.

21. Практика применения триботехнологий в эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

22. Понятие о технической эксплуатации машин, их техническое состояние на различных этапах эксплуатации.

23. Физико-химические изменения смазочных материалов в период эксплуатации. Влияние триботехнологий на срок службы машин и механизмов. Трибологические мероприятия по поддержанию узлов трения в рабочем состоянии.

Контрольные вопросы для проведения зачета

1. Введение. Основные понятия.
2. Сроки службы трущихся деталей.
3. Этапы развития науки о трении.
4. Рабочие поверхности деталей и их контактирование.
5. Остаточные напряжения, структурные и фазовые превращения.
6. Показатели качества поверхности.
7. Физико-химические свойства поверхностей деталей.
8. Эффект Ребиндера.
9. Пленки на металлических поверхностях.
10. Контактирование деталей.
11. Взаимное внедрение поверхностей.
12. Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин.
13. Анализ теорий трения покоя. - 9 -
14. Трение – результат однократного пластического оттеснения материала.
15. Трение – результат многократного оттеснения материала и адгезии.
16. Анализ исследований по трению скольжения.
17. Виды нарушения фрикционных связей.
18. Трение без смазочного материала.

19. Механизм трения при граничной смазке.
20. Жидкостная смазка.
21. Гидродинамические опоры скольжения.
22. Смешанное трение.
23. Режим трения в подшипнике скольжения.
24. Трение качения.
25. Механизм изнашивания металлических поверхностей.
26. Коррозия.
27. Влияние различных факторов на изнашивание.
28. Элементарные виды разрушения поверхностей.
29. Усталость при изнашивании металлических поверхностей.
30. Механизм изнашивания полимеров и резины.
31. Стадии изнашивания пар трения.
32. Классификация и основные закономерности видов изнашивания.
33. Виды водородного изнашивания.
34. Методы предупреждения и уменьшения водородного изнашивания.
35. Материалы для трущихся деталей.
36. Порошковые и керамические материалы.
37. Материалы для подшипников скольжения.
38. Правила сочетания материалов.

7. Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

	И иды занят ы	Комплект необходимой учебной литературы по	Автор	Издатель ство и год	Кол-во учебников	
					в	
	2	3	4	5	6	
к	л	Прикладная трибология (трение,	Дроздов Ю.Н, Юдин	М.: «Эко- Пресс», 2010	5	

	к	Современная трибология: Итоги и	Фролов К.В.	Издательство ЛКИ,	5	
	к	Трение, износ и смазка (трибология и	Чичинадзе А.В.	Машинос	10	
	к	Справочник по	Чичинадзе А.В.	Машинос	90	
	к	Трение и смазка твердых тел.	Боуден Ф, Тейбор Д.	Машинос	40	
	к	Основы трибологии и	Пенкин Н.С, Пенкин А.Н. Самбур	Машинос	5	
	к	Узлы трения машин.	Крагельский И.В.	Машинос	80	
	к	Детали машин.	Решетов	Машгиз, 1	40	
	к	Трение и износ.	Крагельский И.В.	Машинос	60	0
0	к	Основы трибологии: Учебник	Чичинадзе А.В.	Центр «Наука и	40	

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Имеются: лаборатория, компьютерный класс, интерактивная доска, плакаты и программные продукты для модуля «Трение и износ в машинах», макеты, микроскопы, Приборы для определения твердости и микротвердости, шахтная печь, печь сопротивления, образцы для травления.