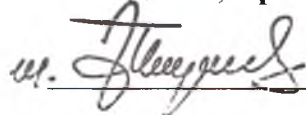


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра ОКМ и М

УТВЕРЖДАЮ
Председатель приемной комиссии
Ректор ФГБОУ ВО «ДГТУ»
д.т.н., профессор

 Исмаилов Т.А.

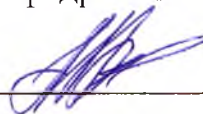
« 09 » 09 2017

ПРОГРАММА

**вступительного испытания в аспирантуру
по направлению 15.06.01-Машиностроение**

Одобрена на заседании кафедры ОКМ и М
(протокол №1 от 12 сентября 2017г.)
Заведующий кафедрой ОКМ и М

д.т.н., доцент



Ахмедпашаев М.У.

Махачкала - 2017

Трение и износ в машинах – область науки (трибология) и техники (триботехника), заключающаяся в изучении явлений при трении и изнашивании, установлении закономерностей происходящих при этом процессов, а также в использовании полученных результатов и закономерностей при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте машин и приборов для повышения их надежности.

1.1 Трение материалов деталей трибосопряжений

Наука "Трибоника", задачи и основные разделы, ее экономическое значение. Триботехника. Связь Трибоники с другими научными дисциплинами и ее особенности. Основные понятия и определения. Классификация видов трения. Развитие науки о трении. Классические законы и теории трения. Основы молекулярно – механической теории трения, адгезионная и деформационная составляющие силы и коэффициента трения. Правило положительного градиента механических свойств по глубине.

Структура и физические свойства поверхностей, фрикционные параметры. Пример применения молекулярно - механической теории трения для оценки величины силы и коэффициента трения. Анализ полученных зависимостей.

Топография поверхности. Основные определения и термины. Профилометрия, профилограмма, базовая длина. Два подхода к описанию особенностей профиля. Статистические закономерности распределения шероховатостей. Описание особенностей профиля при помощи параметров. Основные параметры, методы их определения. Опорная кривая профиля и ее описание. Диапазоны изменения основных параметров. Комплексная характеристика шероховатости.

Контакт твердых тел. Номинальные, контурные и фактические площади контакта и давления. Методы их экспериментального определения. Основные закономерности контакта твердых тел. Пластический, упруго-пластический и упругий контакты. Насыщенный и ненасыщенный контакт. Приработка и равновесная шероховатость. Контактные задачи теории упругости в трибонике. Модель шероховатой поверхности, основные принципы ее построения и критерий адекватности. Приведенные характеристики шероховатости. Особенности применения модели для пластического и упругого контактов. Сближение твердых тел.

Расчет площади касания, фактического и контурного давления и сближения твердых тел с применением модели шероховатой поверхности. Основные допущения и исходные данные. Расчетная схема. Ход решения задачи. Основные расчетные зависимости, их анализ. Точность полученных решений. Подвижный и неподвижный контакты.

Расчет силы и коэффициента трения с применением модели шероховатой поверхности. Условия существования упругого контакта. Основные допущения. Ход решения задачи. Анализ полученных расчетных зависимостей. Влияние различных факторов на коэффициент трения скольжения металлов. Основные результаты экспериментальных исследований и их сопоставление с ранее полученными расчетными зависимостями.

Трение качения. Основные понятия и определения. Роль проскальзывания при качении. Гистерезисная теория трения качения, основные допущения. Пример применения гистерезисной теории трения качения (задача о качении абсолютно жесткого катка по неупругому основанию). Анализ полученных результатов. Учет вязкоупругого поведения основания. Изнашивание металлов при качении. Особенности трения пары металл - полимер (уплотнения). Адгезионно - гистерезисная теория трения пары металл - полимер. Пример расчетных соотношений, их анализ.

1.2 Изнашивание материалов трибосопряжений

Основные особенности задачи расчетов на износ. Характеристики процесса изнашивания, линейный износ. Основные механизмы износа металлов, их классификация, основные внешние признаки, примеры проявления и особенности. Комбинация механизмов изнашивания.

Расчет износа металлов вследствие разрушения адгезионных связей (молекулярный износ). Основные закономерности и проявления. Простейшая расчетная модель молекулярного изнашивания, определение параметров модели, ограничения расчетных зависимостей.

Абразивное изнашивание. Абразивные частицы и их характеристики.

Классификация подвидов абразивного изнашивания. Основные закономерности абразивного изнашивания. Относительная износостойкость. Простейшая расчетная модель абразивного изнашивания, анализ полученной расчетной зависимости, определение постоянных в полученной расчетной формуле.

Усталостный механизм изнашивания. Кривая фрикционной усталости, ее описание, значения основных параметров. Расчетная модель, исходные данные. Основное уравнение изнашивания. Расчетные зависимости, их анализ. Учет нерегулярности циклического нагружения. Точность расчетных зависимостей.

Упрощенная методика расчета износа сопряжений. Пример ее применения (для конической муфты трения). Определение предельного и допустимого износа, долговечности сопряжений. Оценка надежности сопряжений, два варианта задачи. Влияние основных факторов на интенсивность износа металлов.

1.3 Методы снижения интенсивности износа трибосопряжений

Три основных принципа управления процессом износа в узлах трения. Принцип направленности. Принцип преобразования фрикционных свойств поверхности: применение антифрикционных материалов, поверхностное упрочнение материалов пар трения, применение износостойких покрытий, использование явления избирательного переноса. Принцип типа Шарпи.

Принцип защитных слоев: замена внешнего трения внутренним в промежуточных упругих или эластичных элементах, применение магнитных полей, смазка и ее применение. Гидродинамическая смазка, основные источники ее несущей способности. Граничная смазка. Число Зоммерфельда. Молекулярная структура жидких смазок. Твердые и комбинированные смазки.

1.4 Экспериментальные методы в трибонике

Измеримые и входные параметры в экспериментальных исследованиях процессов трения и изнашивания, задачи экспериментальных исследований. Основные схемы испытаний. Стандартные и нестандартные испытательные стенды, их возможности. Разгонные испытания. Контроль состояния машин по критерию износа. Способы контроля и оборудование.

2 Технология машиностроения

Программа составлена на основании государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности «Технология машиностроения»

2.1 Теоретические основы технологии машиностроения

2.1.1 Машиностроение и его роль в ускорении технического процесса. Задачи и основные направления развития машиностроительного производства. Роль русских ученых и инженеров в формировании и развитии технологии машиностроения.

2.1.2 Основные понятия и определения. Изделия, детали, узлы, группы и другие сборочные единицы. Служебное назначение изделий. Качество изделий. Производственный и технологический процессы. Классификация технологических процессов (по ЕСТПП). Технологическая операция. Элементы технологической операции их определение и назначение. Необходимость сочетания в технологическом процессе технического и экономического принципов. Трудоемкость и станкоемкость. Норма времени и норма выработки. Программа выпуска изделий, производственная и операционная партия, цикл технологической операции, такт и ритм выпуска. Типы производства. Формы организации производственного процесса. Производительность труда, себестоимость изделий и операций, и их технологическое обеспечение.

2.1.3 Технологическое обеспечение качества изделий.

2.1.3.1 Показатели качества изделий и деталей. Взаимосвязь показателей точности деталей. Показатели точности сборочной единицы и машины. Надежность и долговечность детали, сборочной единицы и машины. Технические условия, нормы точности, стандарты. Отклонение характеристик качества изделий от требуемых значений. Виды погрешностей. Расчетно-аналитический и статистический методы анализа погрешностей. Величина и поле рассеивания. Кривые распределения, методика построения гистограмм и практических кривых распределения. Теоретические кривые и законы распределения. Математические характеристики кривых распределения. Влияние действия доминирующих факторов на характеристики качества изделий. Композиционные кривые и законы распре-

ления погрешностей. Расчет производственной погрешности. Методика и задачи статистического анализа технологических процессов. Использование статистических методов для исследования технологических процессов.

2.1.3.2 Основы базирования деталей и заготовок. Теоретические основы определения положения твердого тела в пространстве. Классификация баз. Основы выбора технологических и измерительных баз. Принципы выбора баз и последовательности обработки заготовок. Роль и значение первой операции в техпроцессе для последующей оптимальной структуры маршрута обработки заготовки. Классификация деталей для выбора технологических баз. Рекомендации по выбору баз. Расчет погрешностей базирования при различных схемах установки заготовок.

2.1.3.3 Формирование качества деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках. Понятие технологической системы (ТС). Этапы достижения точности: установка заготовки, настройка технологической системы, обработка заготовки. Причины возникновения погрешностей по выдерживаемым параметрам качества обрабатываемой заготовки на каждом этапе:

а) Качество материала обрабатываемых заготовок; влияние колебания физико-механических свойств материала на силы резания и точность обработки; величина и колебание припусков на обработку;

б) Вибрации и их влияние на величину погрешностей обработки; вынужденные колебания и автоколебания;

в) Тепловые деформации технологической системы. Стационарное и нестационарное ее состояние. Влияние теплообразования на точность обработки на универсальных и настроенных станках;

г) Погрешности обработки, вызываемые износом режущего инструмента. Расчет линейного износа различных инструментов;

д) Остаточные напряжения и их влияние на качество обрабатываемых деталей. Классификация остаточных напряжений. Методы борьбы с остаточным напряжением;

е) Жесткость (податливость) технологической системы. Способы измерения жесткости. Влияние жесткости технологической системы на точность формы, размеров и положения обрабатываемых элементарных поверхностей заготовок. Влияние жесткости технологической системы на производительность обработки. Пути повышения жесткости технологической системы;

ж) Погрешности установки как сумма погрешностей базирования, закрепления и положения. Принципы расчета, пути уменьшения данных погрешностей. Погрешность статической настройки ТС. Настройка с требуемой точностью на обработку партии заготовок. Методы статической настройки размерных и кинематических цепей технологической системы. Использование эталонов, мерных длин, лимбов, корригирующих устройств. Прогрессивные методы настройки и поднастройки станков на размер: автоматическая поднастройка с помощью подналадчиков; самоподнастраивающиеся станки; адаптивные системы.

2.1.3.4 Качество поверхности и технологические методы повышения надежности деталей машин. Шероховатость поверхности, остаточные напряжения, физико-механическое состояние поверхностного слоя металла и его микроструктура.

Причины возникновения неровностей поверхности. Влияние способов и режимов механической обработки резанием, состава и структуры обрабатываемого материала, геометрии режущего инструмента, состояния ТС на шероховатость поверхности. Влияние технологии обработки на изменение микроструктуры поверхностного слоя металла.

Механизм образования остаточных напряжений в поверхностном слое. Влияние шероховатости и остаточных напряжений на основные эксплуатационные свойства деталей машин. Технологическая наследственность. Назначение способов и режимов механической обработки обеспечивающих требуемые эксплуатационные качества деталей машин. Применение методов поверхностного пластического деформирования (ППД).

Термическая и термохимическая обработка с целью повышения износостойкости поверхностных слоев. Металлические и неметаллические покрытия.

2.1.3.5 Построение расчет и анализ технологических размерных цепей. Методика построения технологических размерных цепей. Расчет номинальных размеров звеньев; расчет погрешностей и допусков замыкающего и составляющих звеньев; расчет координат середин полей допусков. Методы достижения точности замыкающего звена.

2.1.4 Производительность и экономичность технологических процессов. Основы технического нормирования. Производительность труда. Техническое нормирование. Состав нормы времени. Расчетно-аналитический метод нормирования. Расчет машинного времени. Нормирование ручных приемов работы. Способы изучения затрат времени в условиях производства. Способы сокращения затрат на производство изделий. Научная организация труда в условиях машиностроительного предприятия.

2.2 Основы проектирования технологического процесса изготовления машины

2.2.1 Исходная информация для проектирования технологического процесса изготовления машины. Последовательность проектирования техпроцесса изготовления машины. Выбор средств технологического оснащения.

2.2.2.2 Основы разработки технологического процесса сборки машин. Общая и узловая сборки. Основные технологические переходы процесса сборки. Организационные формы сборки. Расчет такта выпуска и установление типа производства. Нормирование сборочных работ. Определение способов транспортировки деталей и изделий. Разработка и оформление технологической документации.

2.2.3 Основы проектирования техпроцесса изготовления детали. Анализ исходной информации для проектирования процесса изготовления детали. Расчет такта выпуска и установление типа производства. Отработка конструкции детали на технологичность. Разработка ТУ на заготовку и способ ее получения. Назначение и расчет припусков на механическую обработку. Расчет межоперационных размеров.

2.2.4 Особенности разработки техпроцессов обработки деталей на станках с ЧПУ. Технологические возможности оборудования с ЧПУ. Выбор деталей для

обработки на станках с ЧПУ. Проектирование технологических операций обработки деталей на станках с ЧПУ. Специфика обработки и построения операций на станках типа "обрабатывающий центр". Техничко-экономические показатели обработки деталей на станках с программным управлением.

2.3 Технология изготовления машин

2.3.1 Технология сборки машины и ее сборочных единиц. Анализ исходной информации. Установление последовательности сборки. Разработка технологической схемы сборки. Технология сборки типовых сборочных единиц:

- а) монтаж валов на опорах скольжения и качения;
- б) сборка зубчатых и червячных передач;
- в) сборка винтовых передач и резьбовых соединений;
- г) сборка уплотнений. Автоматизация процессов сборки.

2.3.2 Технология изготовления базовых деталей.

2.3.2.1 Изготовление корпусных деталей. Принципы построения техпроцессов изготовления корпусов. Выбор технологических баз и типовых технологических процессов изготовления корпусных деталей. Способы обработки плоских поверхностей и их технологические возможности. Обработка основных отверстий. Способы и технологические возможности существующих методов формообразования цилиндрических, конических и фасонных отверстий. Особенности обработки корпусных деталей на станках с ЧПУ, на автоматических и поточных линиях.

2.3.2.2 Технология изготовления валов. Технология изготовления ступенчатых валов. Принципы построения техпроцессов. Выбор технологических баз. Способы обработки наружных цилиндрических, конических и фасонных поверхностей. Способы обработки резьбовых поверхностей. Технологическое оснащение этих операций. Особенности технологии изготовления валов на станках с ЧПУ, в условиях крупносерийного и массового производств. Контроль ступенчатых валов, шпинделей, коленчатых валов, ходовых винтов и других валов: методы контроля и средства технологического оснащения.

2.3.2.3 Технология изготовления деталей зубчатых передач. Классификация зубчатых колес. Технология изготовления цилиндрических и конических зубчатых колес. Выбор баз и типовых маршрутов технологических процессов изготовления зубчатых колес при различных типах производства. Способы формообразования зубьев различных зубчатых колес. Оборудование и технологическое оснащение методов обработки зубчатых колес. Контроль цилиндрических, конических и червячных зубчатых колес и червяков: методы контроля и средства технологического оснащения.

2.3.2.4 Электрофизические и электрохимические способы обработки деталей. Электроэрозионная, электрохимическая, ультразвуковая, лазерная обработки изделий в машиностроении. Технологические возможности, область и перспективы применения этих методов.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

«Трение и износ в машинах»

1. **Основы трибологии** (трение, износ, смазка): учеб. для техн. вузов / Под. ред. А.В. Чичинадзе. 2-е изд. М.: Машиностроение, 2001.-234 с.
2. **Буше Н.А.** Трение, износ и усталость в машинах. М.: Транспорт, 1987.- 223 с.
3. **Богданович П.Н.** Трение и износ в машинах: учеб. для техн. вузов /П.Н. Богданович, В.Я. Прушак Минск: высш.шк. 1999.-187 с.
4. **Когаев В.П.** Прочность и износостойкость деталей машин / В.П. Когаев, Ю.Н. Дроздов.- М.: Высш.шк., 1991.-176 с.
5. **Евдокимов Ю.А.** Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа / Ю.А. Евдокимов, В.И. Колесников, А.Н.Тетерин. - М.: Наука,1980.-189 с.
6. **Костецкий Б. И.** Фундаментальные закономерности трения и износа.- Киев: Знание, 1987.-30 с.
7. **Костецкий В. И.** Структурно – энергетические основы управления трением и износом в машинах: в помощь лектору и специалисту / подг. В.И. Костецким о-ву "Знание" УССР.– Киев: [Б.и], 1990. – 32 с.
8. **Крагельский И. В.** Узлы трения машин / И. В. Крагельский, Н.М. Михин.- М.: Машиностроение, 1984.- 280 с.
9. **Сильман Г. И.** Триботехническое материаловедение и триботехнология: учебник / Г. И. Сильман, О. А. Горленко.- М.: Машиностроение, 2006.- 347с.
10. **Современные технологии и материаловедение** / под ред. Ю. А. Баландина: сб. тр. Магнитогорск. гос.техн. ун-т им. Г. И. Носова.- Магнитогорск: МГТУ, 2003. - 305 с. .
11. **Крукович М. Г.** Технологические методы повышения износостойкости и восстановления деталей машин. Ч. 2 : повышение износостойкости деталей машин: учеб. пособие / М. Г. Крукович, А. Н. Минкевич, Э. Р. Тонэ - М. : [Б. и.], - 2002. - 150 с.
12. **Комбалов В.С.** Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных материалов: справочник / В.С. Комбалов; под. ред. К.В. Фролова, Е.А. Марченко. М.: Машиностроение, 2008. - 296 с.

«Технология машиностроения»

1. **Суслов А.Г.** Научные основы технологии машиностроения / А.Г. Суслов, А.М. Дальский.- М.: Машиностроение, 2002. - 302 с.
2. **Технология машиностроения:** в 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: учебник для ВУЗов. – 2е изд./ В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.- 564 с.

3. **Технология машиностроения:** в 2 т. Т. 2. Производство машин: Учебник для ВУЗов. – 2е изд.,/ В.М. Бурцев, А.С. Васильев, О.М. Деев и др.; Под ред. Г.И. Мельникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.- 640 с.

4. **Колесов И.Н.** Основы технологии машиностроения: учеб. для машиностроит. спец. ВУЗов. 2е изд., испр. / И.Н. Колесов. - М.: Высш. шк., 1999.- 591 с.

5. **Машиностроение.** Энциклопедия. Т. III-3 «Технология изготовления деталей машин»/ А.М. Дальский, А.Г. Суслов, Ю.Ф. Назаров и др.; Под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2000. - 840 с.

6. **Машиностроение.** Энциклопедия. Т. III-4 «Сборка машин»/ Соломенцев Ю.М., Гусев А.А. и др.; Под общ. ред. Ю.М.Соломенцева. – М.: Машиностроение, 2000. 760 с.

7. **Справочник технолога-машиностроителя** в 2х т. Т. 1/ Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. 5е изд. перераб. и доп. – Машиностроение-1, 2001.- 912 с.

8. **Справочник технолога-машиностроителя** в 2х т. Т. 2/ Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. 5е изд. перераб. и доп. – Машиностроение-1, 2001.- 905 с.

9. **Технологическая наследственность** в машиностроительном производстве / А.М. Дальский, Б.М. Базров, А.С. Васильев и др./ Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МАИ, 2000. - 364 с.

10. **Базров Б.М.** Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / Б. М. Базров.- М.: Машиностроение, 2005.-736 с.

11. **Солоненко В. Г.** Резание металлов и режущие инструменты / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. -М.: Высшая школа, 2007.-414 с.

12. **Суслов А.Г.** Качество поверхностного слоя деталей машин. – М.:Машиностроение, 2000.- 320 с.

13. **Базров Б.М.** Модульная технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 2001.- 368 с.