



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический
университет» (БГТУ)

Учебно-научный институт транспорта
(наименование факультета/института)
Трубопроводные транспортные системы
(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
по учебной работе и цифровизации
_____ В.А. Шкаберин
«__» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Трение и износ в машинах
(наименование дисциплины)

2.5.3 Трение и износ в машинах
(код и наименование научной специальности)

Технические науки
(наименование отрасли науки)

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации
(уровень образования)

Очная
(форма обучения)

2023
(год набора)

Брянск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Трение и износ в машинах

(наименование дисциплины)

2.5.3 Трение и износ в машинах

(код и наименование научной специальности)

Разработал:

Доцент кафедры «ТТС»,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

М.А. Измеров

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Трубопроводные транспортные системы

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«03» апреля 2023 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой

д.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

М.Г. Шалыгин

(И.О. Фамилия)

© Измеров М.А., 2023

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», 2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Трение и износ в машинах» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах.

Основными задачами дисциплины являются изучение:

- основных трибологических закономерностей для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач;
- принципов выбора материалов с необходимыми физико-механическими свойствами, степени точности, качества поверхности и условий эксплуатации деталей в подвижных соединениях;
- новейших методик расчета деталей машин и определения их оптимальных размеров, обеспечивающих прочность, долговечность и надежность в эксплуатации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Трение и износ в машинах» относится к образовательному компоненту программы аспирантуры и реализуется на 4 курсе в 1 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По окончании освоения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

знать:

- общие направления научных исследований в области развития средств механизации и автоматизации машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе;
- особенности проведения экспериментальных исследований технических систем; методы планирования натурных и компьютерных экспериментов; методы обработки результатов экспериментальных и компьютерных исследований;
- численные методы решения систем уравнений; особенности математического моделирования различных по характеру явлений и процессов существующих и вновь разрабатываемых узлов трения методы структурной и параметрической оптимизации;
- особенности построения методик расчета на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований;

уметь:

- обоснованно критиковать существующие и вновь создаваемые технические решения; прогнозировать направления развития в области совершен-

ствования средств механизации и автоматизации, их технологического оборудования и комплексов на их базе;

- планировать технический эксперимент; обрабатывать результаты технического эксперимента; адекватно оценивать результаты технического эксперимента; планировать компьютерный эксперимент; обрабатывать результаты компьютерного эксперимента; адекватно оценивать результаты компьютерного эксперимента;

- в совершенстве создавать математические модели процессов и явлений на контакте твердых тел, находящихся в относительном движении;

- выстраивать логически упорядоченные алгоритмы проектирования и расчета на основе проведенных научных исследований;

- распознавать возможности улучшения параметров качества объекта исследования и прогнозировать результат этих улучшений;

владеть:

- навыками распознавания возможностей совершенствования механизмов и машин на основе анализа их структурных, кинематических и силовых схем; методами оценки новых технических решений на основе многокритериального подхода;

- методиками анализа эффективности технических решений;

- навыками организации экспериментальных исследований в области машиностроения; навыками организации и проведения компьютерного эксперимента при исследовании трибологических систем;

- навыками математического моделирования процессов и явлений, сопровождающих трение; навыками анализа результатов математического моделирования процессов и явлений на поверхности твердых тел;

- навыками анализа результатов проведенных исследований; навыками создания логических связей между полученными результатами исследований и «классическими» методами и методиками проектирования и расчета пар трения; навыками создания вспомогательного и результирующего программного обеспечения при проведении научных исследований.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 академических часа). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом программы аспирантуры	Трудоемкость, час.	
	Всего	Семестр
		7
1. Контактная работа, в том числе:	36	36
1.1. Лекции	18	18
1.2. Практические занятия,	18	18
2. Самостоятельная работа	72	72
Общая трудоемкость (з.е. 108)	108	108

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 2.

Таблица 2 – Тематический план дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	Основы теории трения	<u>Основы теории трения</u> Понятие о качестве поверхности. Топографические параметры. <u>Инженерия поверхности деталей машин.</u> Связь показателей трения и износа с параметрами качества поверхности ее физико-механическими свойствами. <u>Методы описания поверхности.</u> Статистические методы, фрактальные свойства шероховатой поверхности.
2	Поверхность твердых тел и контактное взаимодействие.	<u>Явления на поверхности.</u> Адсорбция, адгезия, эффект Ребиндера. <u>Моделирование контактного взаимодействия.</u> Модель Гринвуда-Вильямсона. Модель Маджумдара. Контактная жесткость шероховатых поверхностей.
3	Трение.	<u>Общие положения теории трения.</u> Исторический аспект: Леонардо да Винчи, Амонтон, Кулон и их представления о трении. Трение без смазочного материала. Трение покоя, скольжения, предварительное смещение. Трение качения. <u>Моделирование трения.</u> Зависимости силы трения от скорости скольжения. Прерывистое движение элементов трибосистемы. Колебания систем с трением.
4	Смазка	<u>Смазка.</u> Основные понятия и определения. Теория Петрова и Рейнольдса. Кривая Штрибека и режимы смазки. Эластогидродинамическая смазка. <u>Смешанная смазка.</u> Граничная смазка. Трение в условиях избирательного переноса. Эффект безызносности. Жидкие, пластические и твердые смазочные материалы. Принципы выбора смазочного материала.
5	Износ.	<u>Основные понятия и определения.</u> Интенсивность изнашивания пар трения. Классы износостойкости. Кривые износа. Оценка надежности узлов трения. <u>Классификация видов изнашивания.</u> Абразивный износ. Адгезионный износ. Износ при фреттинг-коррозии. Усталостное изнашивание. Заедание в парах трения. Водородное изнашивание. Окислительное изнашивание.
6	Расчет и конструирование узлов трения.	<u>Расчет подшипников скольжения.</u> Условие работоспособности подшипника скольжения в условии жидкостного трения. Расчет подшипника в условиях граничной смазки. Виды отказов подшипников качения. Выбор смазочного мате-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
		риала для подшипников качения. Выбор подшипников. <u>Основы триботехнологии.</u> Методы оценки параметров качества поверхности трибоэлементов. Твердость поверхностного слоя и ее влияние на износостойкость. Метод нанесения защитных покрытий. Пленки на поверхностях трения. Материалы для атифрикционных и фрикционных узлов трения. Выбор композиционных материалов для разных узлов трения.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий представлена в таблице 3.

Таблица 3 -Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1.	Основы теории трения	18	3	3	12
2.	Поверхность твердых тел	18	3	3	12
3.	Трение	18	3	3	12
4.	Смазка	18	3	3	12
5.	Износ	18	3	3	12
6.	Расчет и конструирование улов трения	18	3	3	12
	Всего часов	108	18	18	72

5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и содержание лекций

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	1	Основы теории трения	3
2	2	Поверхность твердых тел	3
3	3	Трение	3
4	4	Смазка	3
5	5	Износ	3
6	6	Расчет и конструирование улов трения	3
Итого			18

5.4. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	1	Основы теории трения	3
2	2	Поверхность твердых тел	3
3	3	Трение	3
4	4	Смазка	3
5	5	Износ	3
6	6	Расчет и конструирование улов трения	3
Итого			18

5.5. Самостоятельная работа аспиранта

Виды самостоятельной работы аспиранта представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Виды самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1	1	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
2	2	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
3	3	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
4	4	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
5	5	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
6	6	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы;
7	1-6	Подготовка к кандидатскому экзамену

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии представленные в таблице 6.

Таблица 6 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Вид учебной работы	Виды образовательных технологий
Лекции	Мультимедиа-лекция Проблемная лекция Лекция с разбором конкретных ситуаций Лекция-обсуждение
Практические занятия	Групповые дискуссии. Решение практических задач.
Самостоятельная работа	Индивидуальные исследования Технология индивидуализации обучения
Текущий контроль	Технология оценивания качества знаний на основе

7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы для текущего контроля успеваемости аспирантов.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень основной, дополнительной и справочной учебной литературы:

а) основная литература:

1) Качество и износостойкость поверхностного слоя деталей машин: Учебное пособие / Д. Ю. Богомолов, В. В. Порошин, М. А. Измеров, В. П. Тихомиров. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 210 с. – ISBN 978-5-907205-89-5. [7 экз.]

2) Горленко, О. А. Прикладная механика: триботехнические показатели качества машин : Учебное пособие / О. А. Горленко, В. П. Тихомиров, Г. А. Бишутин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 264 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02382-4. — Текст : электронный // Юрайт: электронно-библиотечная система.

3) Горленко, О. А. Трибология: методы моделирования процессов : Учебник и практикум / О. А. Горленко, В. П. Тихомиров, В. В. Порошин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 239 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-04911-4. — Текст: электронный // Юрайт : электронно-библиотечная система.

4) Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники: учебное пособие / Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. — 3-е изд., стереотип. — Москва: Машиностроение, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-907104-97-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

5) Караваев, Д. М. Трибология: учебное пособие / Д. М. Караваев. — Пермь: ПНИПУ, 2021. — 148 с. — ISBN 978-5-398-02480-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

б) дополнительная литература:

6) Шалыгин, М. Г. Изнашивание субшероховатости поверхностей трения в водородсодержащей среде / М. Г. Шалыгин. — Москва : Издательство "Инновационное машиностроение", 2018. — 92 с. — ISBN 978-5-6040794-6-1

7) Трибология автоколебаний / А. Ю. Албагачиев, М. И. Сидоров, М. Е. Ставровский [и др.]. — Москва: Эко-Пресс, 2022. — 270 с. — ISBN 978-5-6047081-7-0

8) Фундаментальные основы технологического обеспечения и повышения надежности изделий машиностроения / А. Г. Суслов, В. П. Федоров, О. А. Горленко [и др.]. — Москва: Издательство "Инновационное машиностроение", 2022. — 552 с. — ISBN 978-5-907523-04-3

в) справочная литература:

9) Жданов, А. Г. Основы триботехники наземных транспортно-технологических средств: / А. Г. Жданов, А. А. Свечников, В. А. Кожевников ; Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. — Москва : Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-907479-08-1.

10) Доценко, А. И. Основы триботехники : Учебник / А. И. Доценко, И. А. Буяновский. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2019. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование). — ISBN 978-5-16-014515-0.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины:

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).

2. Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).

3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).

4. Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).

6. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).

7. Сайт ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения обучения имеется следующая материально-техническая

база:

- аудитория для проведения лекционных занятий и организации защиты рефератов, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций и кандидатского экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы аспирантов.

10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

11.1. Методические рекомендации для преподавателей

Методика чтения лекций.

Лекции являются одним из основных методов обучения и должны решать следующие задачи:

- изложение наиболее важного материала программы курса, освещающего основные моменты;

- развитие у аспирантов теоретического понятийного мышления;

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания аспирантов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать название каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему и представляла собой логически законченное изложение. Лучше сократить тему и

не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. В случае, если материал невозможно изложить в рамках одной лекции, то на следующей лекции в начале следует сделать краткий обзор материала предыдущей лекции с целью установления логической связи между лекциями.

Рассмотрение теоретических основ функционирования конкретного устройства или прибора необходимо сопровождать представлением временных диаграмм с помощью презентационного оборудования или на доске.

Следует уделять внимание практическим аспектам. Излагаемая формульная база должна быть напрямую привязана к расчетной практике. При подготовке лекций необходимо пользоваться современной литературой или средствами интернет. Содержание и доработку лекционного курса рекомендуется пересматривать раз в год.

Практические занятия

Практические занятия необходимо проводить в форме рассмотрения и решения задач и (или) семинаров по тематике, представленной в данной рабочей программе.

10.2. Методические рекомендации для аспирантов

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, интернетом и типовыми задачами.

Лекционные занятия

Рекомендуется сразу же после окончания лекции просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого необходимо обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью более углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал, и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

Практические занятия

На практических занятиях следует уделять внимание применению методик расчета, изложенных на лекциях в реальной расчетной практике. Особое внимание нужно уделять работе с формульной базой, а также обращать внимание на полученные результаты расчета с целью контроля их достоверности с точки зрения физических соображений. Работа на практических занятиях не должна быть механической, поскольку в ряде случаев для расчета нужно применить последовательно несколько расчетных выражений, что в ряде случаев требует творческого подхода.

По работе с литературой

Перед изучением литературы аспиранту рекомендуется ознакомиться с информацией по изучаемой теме предложенной автором дисциплины. Это позволит исключить лишний объем информации и сосредоточиться лишь на необходимом материале. Кроме этого следует уточнить у преподавателя, какой именно литературный источник из приведенного списка наиболее полно раскрывает рассматриваемый вопрос.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

12.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся. Результаты текущего контроля являются допуском к промежуточной аттестации.

Шкала оценивания

Уровень освоения аспирантом учебного материала определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Показатели и критерии оценивания текущих результатов освоения дисциплины

Оценку «отлично» заслуживает аспирант, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, изучивший основную и знакомый с дополнительной литературой.

Оценку «хорошо» заслуживает аспирант, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные учебной программой задания, изучивший основную литературу.

Оценку «удовлетворительно» заслуживает аспирант, обнаруживший знание основного учебного материала в полном объеме, необходимом для подготовки к сдаче кандидатского экзамена, выполнивший предусмотренные учебной программой задания, знакомый с основной литературой.

Оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший пробелы в знаниях основного учебного материала, допустивший принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой заданий.

12.2. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости

12.2.1. Вопросы для текущего контроля успеваемости

1. Расчетные методы оценки износостойкости материалов при действии абразивных частиц.

2. Критический анализ расчетных методов оценки износостойкости материалов и деталей машин.

3. Энергетический метод оценки износостойкости материалов и его разновидности.

4. Контактное взаимодействие твердых тел. Дискретность контакта. Номинальная, контурная и фактическая площадь касания.

5. Сближение поверхностей под нагрузкой. Понятие о ненасыщенном и насыщенном контакте. Механика контактного взаимодействия твердых тел с шероховатыми поверхностями.

6. Дискретность контакта.

7. Микро- и макро-масштабный уровень рассмотрения характеристик дискретного контакта. Номинальная, контурная и фактическая площади касания.

8. Сближение поверхностей под нагрузкой. Понятие о ненасыщенном и насыщенном контакте. Механика контактного взаимодействия твердых тел с шероховатыми поверхностями.

9. Методы расчета фактической площади касания. Соотношения между фактическими площадями контакта и сближения контактирующих тел в неподвижном состоянии и при скольжении.

10. Экспериментальные способы определения фактических площадей касания и сближений.

11. Силы и коэффициенты внешнего трения. Определение сил и коэффициентов внешнего трения при упругих и пластических деформациях в зоне контакта.

12. Зависимости коэффициента внешнего трения от вида контакта, нагрузки, температуры, скорости скольжения, свойств материалов пары трения.

13. Классификация видов изнашивания. Количественные характеристики изнашивания. Износостойкость и классы износостойкости. Основные закономерности изнашивания. Модели и кинетика разрушения фрикционного контакта.

14. . Влияние различных факторов на износостойкость. Изменение вида разрушения поверхностей при трении в зависимости от режимов работы (приработка, установившийся и форсированный режимы).

15. Полимерные и металлополимерные композиционные материалы для подшипников, опор скольжения, тормозов и муфт сцепления.

16. Внешнее трение. Основные положения и развитие теории внешнего трения. Виды фрикционного взаимодействия.

17. Трение скольжения, качения и верчения. Трение покоя. Предварительное смещение твердых тел при внешнем трении.

18. Механизмы диссипации энергии при фрикционном взаимодействии.

19. Физическое моделирование процессов трения, изнашивания и смазки. Трибологические системы.

20. Виды подобию в трибосистемах. Метод анализа размерностей и его использование при моделировании процессов трения и изнашивания.

21. Граничная смазка. Природа и строение граничных слоев. Закономерности процессов при граничной смазке.

22. Влияние смазочного материала, температуры, скорости скольжения, шероховатости поверхностей трения на процессы при граничной смазке.

23. Триботехнологии. Виды износостойких покрытий и упрочнения поверхностных слоев. Наплавка износостойких слоев.

24. Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов. Лазерное упрочнение.

25. Жидкостная смазка. Виды жидкостной смазки: гидродинамическая, гидростатическая, гидростатодинамическая, эластогидродинамическая.

26. Гидродинамическая смазка. Основные уравнения теории гидродинамической смазки. Уравнение Рейнольдса и граничные условия.

27. Эластогидродинамическая смазка.

28. Принципы конструирования узлов трения различного назначения. Основы проектирования, подбора материалов и конструктивного оформления узлов трения.

29. Принцип геометрической оптимизации трибосистем.

30. Металлические материалы для узлов трения различного назначения.

31. Рекомендуемые области использования антифрикционных сплавов. Порошковые, керамические композиционные материалы для антифрикционных и фрикционных узлов трения.

32. Классификация смазочных материалов: по агрегатному состоянию, происхождению, способу получения, назначению.

33. Жидкие смазочные материалы. Состав, эксплуатационные свойства и ассортимент масел. Базовые масла.

34. Функциональные присадки, антифрикционные добавки к маслам. Пластичные смазочные материалы.

35. Состав, эксплуатационные свойства и ассортимент пластичных смазок. Твердые смазочные материалы.

36. Силы и коэффициенты внешнего трения.

37. Определение сил и коэффициентов внешнего трения при упругих и пластических деформациях в зоне контакта микронеровностей.

38. Цикл триботехнических испытаний. Испытательная техника для триологических испытаний и исследований пар трения.

39. Машины трения.