

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРИНЯТО

на заседании Приемной комиссии
протокол № 7 от 26.03.2015 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя
Приемной комиссии,
Директор по учебной работе,
филол. наук,



М.В. Румянцев

ПРОГРАММА
вступительного испытания в аспирантуру
Направление 15.06.01 «Машиностроение»
Образовательная программа 05.02.04 «Трение и износ в
машинах»

Настоящая программа базируется на следующих разделах: основные понятия, термины и история развития трибологии; механические и физико-химические свойства поверхностей; геометрические характеристики поверхностей и их контактное взаимодействие; трение и изнашивание твердых тел, смазка; смазочные материалы; методы и средства испытания на трение и износ.

1. Вводный раздел

Основные понятия, термины и определения. Сведения об истории развития трибологии.

2. Общие сведения о механических и физико-химических свойствах материалов и их поверхностях

Основы теории твердого тела. Силы связей в твердых телах. Изменение свойств твердых тел в зависимости от температуры. Механические свойства материалов. Виды разрушения. Поверхность твердых тел. Особенности строения и состава поверхностных слоев. Поверхностная энергия.

Сорбционные процессы. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адгезия и когезия. Виды адгезионного взаимодействия. Пленки на поверхностях твердых тел и механизмы их образования. Дисперсные системы.

Неметаллические материалы. Особенности структуры и свойств полимеров. Композиционные материалы.

3. Геометрические характеристики поверхностей и контактное взаимодействие твердых тел

Геометрические характеристики поверхностей твердых тел. Виды неровностей поверхностей деталей машин. Характеристики микрогеометрии поверхностей. Методы измерения микрогеометрии.

Контактное взаимодействие твердых тел. Механика контактного взаимодействия твердых тел. Номинальная, контурная и фактическая площади касания. Сближение поверхностей под нагрузкой. Механика контактного взаимодействия твердых тел с шероховатыми поверхностями. Методы расчета фактической площади касания. Экспериментальные способы определения фактических площадей касания и сближений.

4. Трение твердых тел

Внешнее трение. Виды фрикционного взаимодействия. Трение скольжения. Трение покоя. Механизмы диссипации энергии при фрикционном взаимодействии. Определение сил и коэффициентов внешнего

трения при упругих и пластических деформациях в зоне контакта микронеровностей. Зависимости коэффициента внешнего трения от вида контакта, нагрузки, температуры, скорости скольжения, свойств материалов пары трения.

Трение качения и трение верчения. Природа трения качения. Качение упругих тел. Сцепление и проскальзывание при качении. Распределение нормальных и тангенциальных напряжений. Опоры качения. Контактная прочность. Долговечность опор качения.

5. Изнашивание твердых тел

Классификация видов изнашивания. Количественные характеристики изнашивания. Износостойкость и классы износостойкости. Влияние различных факторов на износостойкость. Особенности изнашивания полимерных материалов.

Характеристика основных видов изнашивания: абразивное, гидроабразивное, кавитационное, усталостное, окислительное, при схватывании (заедании), при фреттинге, электроэрозионное, водородное, при избирательном переносе.

6. Смазка и смазочные материалы

Виды смазки. Виды жидкостной смазки: гидродинамическая, гидростатическая, гидростатодинамическая, эластогидродинамическая. Гидродинамическая смазка. Расчет стационарно-нагруженных подшипников скольжения. Несущая способность, потери на трение в смазочном слое. Тепловой баланс. Критерии оценки работоспособности подшипников скольжения. Эластогидродинамическая смазка. Уравнения течения смазки и упругости. Зависимость вязкости смазочного материала от температуры и давления. Толщина смазочного слоя. Газовая смазка.

Граничная смазка. Природа и строение граничных слоев. Закономерности процессов при граничной смазке. Влияние смазочного материала, температуры, скорости скольжения, шероховатости поверхностей трения на процессы при граничной смазке. Изнашивание при граничной смазке. Подход к подбору смазочных материалов по критерию предельной температуры. Специфические методы организации граничной смазки: избирательный перенос (эффект безызносности), эффект трибополимеризации.

Трение, износ и смазка в экстремальных условиях. Влияние низких и высоких температур при трении. Воздействие радиации, вакуума, газовой среды, электромагнитных полей. Трибологические проблемы в космосе.

Классификации смазочных материалов: по агрегатному состоянию, происхождению, способу получения, назначению. Жидкие смазочные материалы. Состав, эксплуатационные свойства и ассортимент масел. Базовые масла. Функциональные присадки, антифрикционные добавки к маслам.

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

7. Методы и средства испытаний на трение и износ

Трибометрия и трибодиагностика. Цикл триботехнических испытаний. Испытательная техника для трибологических испытаний и исследований пар трения. Особенности триботехнических испытаний смазочных материалов. Планирование экспериментов при оценке трения и износа.

8. Принципы конструирования узлов трения различного назначения

Основы проектирования, подбора материалов и конструктивного оформления узлов трения. Принцип геометрической оптимизации трибосистем. Выбор рационального нагружения элементов пар трения. Обеспечение необходимого режима смазки узлов трения с разными видами смазочных материалов. Тепловые режимы в технических системах. Оценка вероятности безотказной работы и прогнозирование ресурса узлов трения.

Список рекомендованных источников

1. Юнин Е.К. Загадки и парадоксы сухого трения / Е.К. Юнин – М.: Книжный дом «ЛИБРОКРМ», 2009.-128 с.
2. Фролов К.В. Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных материалов. Справочник. – М.: Машиностроение, 2008 г. 384 с.
3. Современная трибология. Итоги и перспективы / Э.Д. Браун, И.А. Буяновский, Н.А. Воронин и др.; РАН. Ин-т машиноведения им. А.А. Благонравова. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. - 476 с.
4. Елагина О.Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин М.: Университетская книга; Логос, 2009. – 488 с.
5. Гаркунов Д. Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. — 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Издательство МСХА», 2001. 616 с.
6. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М.: Физматгиз, 1963.
7. Богданович П.Н., Прушак В.Я. Трение и износ в машинах: Учеб. для техн. вузов. Минск: Высш. шк. 1999.
8. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка. – М.: Машиностроение. 1960.
9. Буше Н.А. Трение, износ и усталость в машинах. – М.: Транспорт, 1987.
10. Дроздов Ю.Н., Арчegov В.Г., Смирнов В.И. Противозадирная стойкость трущихся тел. – М.: Наука, 1981.
11. Евдокимов Ю.А., Колесников В.И., Тетерин А.Н. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа. – М.: Наука, 1980.

12. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. – М.: Высш. шк., 1991.
13. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968.
14. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977.
15. Мур Д. Основы применения триботехники. – М.: Мир, 1978.
16. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т./ Ред. совет: В.С. Авдучевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1988.
17. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учеб. для техн. вузов / Под ред. А.В. Чичинадзе. 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2001.
18. Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978.
19. Силин А. А. Трение и его роль в развитии техники. – М.: Наука, 1983.
20. Сорокин Г. М. Проблемы технического обновления различных отраслей машиностроения// Трение и износ. – 2001, том 22, № 3.
21. Справочник по триботехнике / Под общ. ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение; Варшава. Т.1: 1989; Т.2: 1990; Т.3: 1992.
22. Трибология: Исследования и приложения: опыт США и стран СНГ/ Под ред. А. В. Белого, К. Лудемы, Н. К. Мышкина. – М. Машиностроение; Нью-Йорк: Аллертон Пресс, 1993.
23. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учебник для вузов/И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский; Под ред. Д.Г. Громаковского; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2000. 268 с.
24. Фукс И.Г., Буяновский И.А. Введение в трибологию. – М.: Нефть и газ, 1995.
25. Хрущев М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов. – М.: Наука, 1960.

Составитель программы:

Н.В. Еркаев, д-р физ.-мат. наук, профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.