ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

по направлению **15.06.01** – Машиностроение

профиль Трение и износ в машинах (05.02.04)

1. Механические и физико-химические свойства

материалови их поверхностей

Основы теории твердого тела. Понятия о диаграммах состояния. Силы связей в твердых телах. Изменение свойств твердых тел в зависимости от температуры.

Механические свойства материалов. Свойства при динамическомнагружении. Пластическая деформация, упрочнение при пластическом деформировании. Сверхпластичность металлов.

Виды разрушения. Механизмы зарождения трещин. Вязкое, хрупкое разрушение.

Диффузия в твердых телах. Законы диффузии.

Поверхность твердых тел. Особенности строения и состава поверхностных слоев. Поверхностная энергия.

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

Неметаллические материалы. Композиционные материалы.

**2. Геометрические характеристики поверхностей и контактное**

**взаимодействие твердых тел**

Общие представления о реальной топографии поверхностей трения. Методы описания поверхностей твердых тел. Виды неровностей поверхностей деталей машин. Характеристики микрогеометрии поверхностей. Методы измерения микрогеометрии.Механика контактного взаимодействия твердых тел. Контактная задача Герца. Эпюры распределения напряжений. Контакт упругих тел при наличии трения. Контакт тел за пределами упругости.Механикаконтактного взаимодействия твердых тел с шероховатыми поверхностями.Методы расчета фактической площади касания. Соотношения между фактическими площадями контакта и сближением контактирующих тел в неподвижном состоянии и при скольжении. Экспериментальные способы определения фактических площадей касания и сближений.

3. Трение твердых тел

Основные положения и развитие теории внешнего трения. Виды фрикционного взаимодействия. Трение скольжения, качения и верчения. Трение покоя. Определение сил и коэффициентов внешнего трения при упругих и пластических деформациях в зоне контакта микронеровностей. Зависимость коэффициента внешнего трения от вида контакта, нагрузки, температуры, скорости скольжения, свойств материалов пары трения.Динамические процессы при скольжении твёрдых тел без смазочного материала.

Природа трения качения. Качение упругих тел. Сцепление и проскальзывание при качении. Зависимость между тангенциальной силой и относительным проскальзыванием. Опоры качения. Контактная прочность. Долговечность опор качения.

**4. Изнашивание твердых тел**

Классификация видов изнашивания. Количественные характеристики изнашивания. Износостойкость и классы износостойкости. Основные закономерности изнашивания. Влияние различных факторов на износостойкость. Изменение вида разрушения поверхностей при трении в зависимости от режимов работы (приработка, установившийся и форсированный режимы). Особенности изнашивания полимерных материалов.

Термодинамический подход к разрушению и изнашиванию твердых тел.

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

Основы расчета узлов трения на износ. Расчет формоизменения сопряженных тел при изнашивании.

Методы повышения износостойкости узлов трения.

1. Смазка

Классификация видов смазки (смазочного действия). Основные признаки, характеризующие виды смазки.

Виды жидкостной смазки: гидродинамическая, гидростатическая, гидростатодинамическая, эластогидродинамическая.

Гидродинамическая смазка. Основные уравнения теории гидродинамической смазки.

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. Долговечность граничных слоев. Переходные температуры при граничной смазке и температурно-кинетический метод их оценки. Изнашивание при граничной смазке.

1. Смазочные материалы

Классификация 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.

1. 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.

**Рекомендуемая литература**

* 1. Богданович П.Н., Прушак В.Я. Трение и износ в машинах: Учеб.длятехн. вузов. – Минск: Высшая школа, 1999.

2.Боуден Ф.П.,Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел. - М.: Машиностроение, 1968.

1. Буше Н.А. Трение,износ и усталость в машинах. – М.: Транспорт, 1987.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.; Машиностроение, 1989.
3. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. – М.: Высшая школа, 1991.
4. Костецкий Б.И. Трение, износ и смазка в машинах. **–** Киев: Техника, 1970.
5. Крагельский И.В. Трение и износ. **–** М.: Машиностроение, 1968.
6. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение. 1977.
7. Мур Д. Основы применения триботехники. – М.: Мир, 1978.
8. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учеб. для техн. вузов / Под ред. А.В. Чичинадзе. 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2001.
9. Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978.
10. Справочник по триботехнике / Под общ.ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение; Варшава. Т.1: 1989; Т. 2: 1990; Т. 3: 1992.
11. Фукс И.Г., Буяновский И.А. Введение в трибологию. – М.: Нефть и газ, 1995.
12. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1970.

Перечень вопросов к экзамену

1. Механические свойства металлов.

2.Влияние различных факторов на механические свойства материалов.

3.Динамическое сопротивление материалов.

4.Пластическая деформация: упрочнение в процессе пластической деформации.

5.Явления несовершенной упругости.

6.Диффузия в твердых телах.

7.Самодиффузия; диффузионная ползучесть; гетеродиффузия; эффекты Френкеля и Киркендала, поверхностная и граничная диффузия.

8. Поверхность твердых тел и адсорбции.

9. Природа адсорбционных слоев.

10. Адсорбционное облегчение деформации.

11.Адгезия между твердыми телами и твердым телом и жидкостью.

12.Окислы на металлах, механизм их образования.

13.Неметаллические материалы. Композиционные материалы.

14. Общее представление о реальной топографии поверхности деталей машин и условиях ее формирования.

15. Методы описания шероховатой поверхности: случайная функция двух переменных и ее одномерное сечение как математическая модель шероховатой поверхности и ее профиля.

16. Параметры шероховатости как числовые характеристики случайной функции; геометрические параметры микронеровностей и характеристики микрогеометрии, используемые для решения задач контактирования, трения и изнашивания

17. Методы экспериментальной оценки параметров шероховатости.

18.Общие представления о технологическом обеспечении шероховатости. Влияние микрогеометрии поверхности деталей машин на их износостойкость, контактную жесткость и другие эксплуатационные свойства.

19.Развитие представления о природе трения скольжения при отсутствии смазки.

20.Общие сведения о требованиях к смазочным материалам. Классификация видов смазочных материалов.

21.Смазочные масла, их физико-химические свойства и смазочное действие.

22.Пластичные смазки, их природа, структура и основные свойства.

23.Условия образования жидкостной смазки и возникновение несущей способности в смазочном слое.

24.Классификация подшипников скольжения смазываемых маслами и газами и видов их нагружения.

25.Трение при граничной смазке

26.Твердые смазочные покрытия. Методы нанесения и механизм смазочного действия.

27.Природа трения качения. Основные гипотезы и теории сопротивления качению. Сцепление при качении и проскальзывании поверхностей. Роль гистерезиса при качении. Контактные напряжения и деформации при качении под нагрузкой.

28.Основные виды изнашивания, классификация и определения.

29.Закономерности и характеристики основных видов абразивного, молекулярно-механического,коррозийно-механическогоикавитационного изнашивания.

30. Методы повышения износостойкости деталей машин - конструкционные, технологические, эксплуатационные.

Программу составил \_Колобов М.Ю., д.т.н., доцент, зав. кафедрой\_\_