Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук

(ИМАШ РАН)

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру

по научной специальности 2.5.3 «Трение и износ в машинах»

Москва, 2024 г.

Содержание программы

Теория металлов и сплавов

1. Кристаллическое состояние твердых тел. Металлическое состояние. Основные физические свойства металлов и их зависимость от атомарного строения.

2. Строение и свойства реальных металлов. Точечные, линейные, поверхностные дефекты. Поведение при деформировании и нагреве металлических монокристаллов и поликристаллов.

3. Двойные сплавы. Взаимодействие компонентов. Правило фаз.

Технические сплавы

1. Железо и его сплавы. Диаграмма состояния железо-углерод. Превращения при нагреве и охлаждении. Основные процессы при термической обработке стали.

2. Строение и свойства чугуна. Основные группы чугунов, их структура и свойства. Термическая обработка чугунов.

3. Общая характеристика цветных металлов и сплавов (медные, алюминиевые, титановые, на основе олова и свинца, магниевые).

4. Композиты.

Методы механических испытаний материалов

1. Испытания на растяжение. Характеристика прочностных свойств и пластичности: предел прочности (временное сопротивление), предел упругости, предел текучести, истинное сопротивление разрыву.

2. Испытания на сжатие, изгиб, кручение и срез.

Испытания на твердость методом вдавливания (методы Бринелля, Роквелла, Виккерса).

3. Испытания на микротвердость.

4. Испытания на упругость. Способы изображения результатов испытаний.

Качество обработанной металлической поверхности

1. Основные понятия о геометрическом качестве поверхности (шероховатость, волнистость, макроотклонения формы).

2. Изменения физических свойств и структуры поверхности металлов вследствие механической, химико-термической обработок, воздействия на поверхность концентрированными потоками энергии и вещества.

Трение твердых тел

1. Механика контактного взаимодействия твердых тел при взаимном относительном перемещении. Определение понятия трения. Молекулярно-механическая теория трения.

2. Классификация трения по кинематическим признакам (скольжение, качение, качение со скольжением, верчение). Статическое и кинетическое трение. Угол трения.

3. Свойства поверхностных слоев металлов. Структурные изменения при трении.

4. Взаимодействие поверхностей с внешней средой и друг с другом. Понятие адгезии.

5. Методы испытания на трение.

Смазка и смазочные материалы

1. Режимы смазки: гидродинамический, граничный, смешанный. Понятие о вязкости.

2. Теория гидродинамической смазки. Основы работы подшипников скольжения. Гидростатическая смазка.

3. Граничная смазка. Факторы, влияющие на образование и разрушение граничных слоев.

4. Смазочные материалы и присадки.

5. Понятие о газовой смазке опор. Магнитоуправляемые смазочные материалы и узлы трения на их основе.

 **Детали машин. Виды, характеристики, основы проектирования**

**а) Основные требования и надежность деталей машин**

1. Общие сведения о деталях и узлах конструкций.
2. Основные требования к деталям и узлам машин.
3. Основные требования к материалам деталей.
4. Элементы теории надежности.
5. Общие схемы проектирования и оценки надежности деталей машин.

**б) Основы механики сопряжений деталей машин**

1. Сопряжения деталей машин и задачи их расчета.
2. Основные уравнения контактной задачи.
3. Расчетные модели деталей машин.
4. Контакт цилиндров.
5. Сопряжения при передаче сжимающих (растягивающих) сил.
6. Сопряжения при передаче вращающего момента.

7. Основные требования к деталям и узлам машин.

**в) Прочность и жесткость деталей машин**

1. Модели нагружения и разрушения деталей машин.
2. Методы оценки прочностной надежности деталей машин.
3. Методы повышения прочностной надежности деталей машин.
4. Жесткость деталей машин.

5. Уточненные модели и расчеты деталей машин.

**г) Основы триботехники деталей и узлов машин**

1. Определение понятия износа. Количественные оценки износа и связь между ними.
2. Виды изнашивания.
3. Методы оценки триботехнической надежности пар трения.
4. Методы повышения триботехнической надежности.
5. Методы испытаний на изнашивание.
6. Влияние на износ различных факторов: нагрузки, скорости, температуры, механических свойств. Связь между трением и износом.

**д) Общая характеристика соединений**

1. Сварные, паяные и клеевые соединения.
2. Характеристики и расчеты сварных соединений.
3. Характеристики и особенности расчетов паяных соединений.
4. Характеристики и особенности расчетов клеевых соединений.

5. Клеесварные, клеезаклепочные и клеевые соединения с натягом.

**е) Заклепочные соединения**

1. Расчет соединений при симметричном нагружении.
2. Расчет соединений при несимметричном нагружении.
3. Способы повышения несущей способности срезных соединений.

**ж) Резьбовые соединения**

1. Затяжка и стопорение резьбовых соединений.
2. Соединение при совместном действии силы затяжки и внешней осевой нагрузки.
3. Распределение нагрузки между витками резьбы и концентрация напряжений в соединениях.
4. Виды разрушений и основные расчетные случаи.
5. Особенности расчета групповых (многоболтовых) соединений.

|  |  |
| --- | --- |
| з) **Соединения типа вал-ступица** |  |
| **1**. | Соединения с натягом. |  |
| **2.** | Конические соединения. |  |
| **3.** | Клеммовые соединения. |  |
| **4.** | Соединения коническими кольцами. |  |
| **5.** | Шпоночные соединения. |  |
| **6.** | Шлицевые соединения. |  |
| **7.** | Профильные соединения. |  |
| **8.** | Штифтовые соединения. |  |
| **9.** | Клеевые соединения вал-ступица. |  |

и) Волновые зубчатые передачи

1. Виды повреждения и расчет передачи.

2. Материалы основных деталей и конструктивные особенности передач.

**л) Передачи винт-гайка**

1. Механика передачи.

2. Расчет несущей способности элементов передачи скольжения.

3. Передачи винт-гайка качения.

**м) Цепные передачи**

1. Критерии работоспособности и расчеты передач.

2.Особенности конструирования и эксплуатации передач.

**р) Подшипники скольжения**

1. Особенности работы подшипников.
2. Виды повреждений и критерии работоспособности подшипников.
3. Подшипники без смазочного материала.
4. Подшипники полужидкостного трения.
5. Подшипники жидкостного трения (гидродинамические).
6. Тепловой расчет подшипников.
7. Выбор конструктивных параметров гидродинамических подшипников.

8. Конструкции подшипников жидкостного трения.

 **Литература**

**Основная литература**

**1.** Мышкин Н.К., Петроковец М.И. Трение, смазка, износ. Физические основы и

технические приложения трибологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.

**2.** Машков Ю.К. Трибофизика металлов и полимеров [Текст]: Монография / Ю.К.

Машков. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013.

**3.** Берштейн М.Л., Займовский В.А. Структура и механические свойства металлов. Изд. «Металлургия», М., 1970

**4**. Гуляев А.П. Металловедение. М., «Металлургия». 1977.

**5.** Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М. «Машиностроение», 1977.

**6**. Когаев В.Н., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин – М.: Высшая школа, 1991 г.

**7.** Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. Изд. «Наука», М., 1970

**8.** Фукс И.Г., Буяновский И.А. Введение в трибологию – М.: Нефть и газ.1995.

**Дополнительная литература**

**1.** Федоров Н.Н.Теория механизмов и машин: Учебное пособие. /Н.Н. Федоров:

ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008.

**2.** Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Сербин В.М. Основы трибологии и триботехники:

Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2008. – 206 с: ил.

**Периодические издания**

**2.** Известия ВУЗов «Машиностроение» - 1975 – 2011.

**3.** Вестник машиностроения. 1975 – 2015