Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.09.2025 11:42:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885bc03

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Трибология функциональных материалов

Направление подготовки
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
Технология биосовместимых материалов

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

д.т.н, профессор  /В.В. Овчинников/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н, профессор  /В.В. Овчинников/

Руководитель образовательной программы
доцент кафедры «Материаловедение»,
к.т.н.  /Ю.С. Тер-Ваганянц/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 2
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 2
3. Структура и содержание дисциплины ... 3
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 3
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 3
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 3
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 4
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 5
   - 4.1. Основная литература ... 5
   - 4.2. Дополнительная литература ... 5
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 5
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 5
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 6
5. Материально-техническое обеспечение ... 6
6. Методические рекомендации ... 6
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 6
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 6
7. Фонд оценочных средств ... 8
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 8
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 8
   - 7.3. Оценочные средства ... 8

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цели дисциплины:

– получение знаний по основам науки о трении и изнашивании;

– получение знаний о видах изнашивания и мерах по уменьшению интенсивности изнашивания;

– познание природы и свойств материалов, а также методов повышения их износостойкости для наиболее эффективного использования в технике.

Задачи дисциплины:

– освоение основных связей между строением материалов и их свойствами (твердостью, прочностью, износостойкостью, пластичностью и др.);

– приобретение знаний о методах повышения износостойкости материалов;

– получение навыков правильно выбрать оптимальный метод упрочнения деталей в конкретных условиях эксплуатации;

– формирование навыков использования современных методов упрочнения;

– создание инженерных методов расчёта на трение и изнашивание;

– освоение методов испытания на трение и износостойкость;

– применение полученных знаний, навыков и умений в последующей профессиональной деятельности при конструировании и изготовлении узлов трения.

Планируемые результаты обучения - применение полученных знаний и навыков о трибологии функциональных материалов в решении профессиональных задач.

Обучение по дисциплине «Трибология функциональных материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 24.04.2018 N 306:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	ИОПК-1.1. Организовывает, выполняет экспериментальные исследования на современном уровне и анализирует их результаты. ИОПК-1.2. В рамках производственной деятельности моделирует и внедряет в производство технологические процессы создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу базовых дисциплин блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б1.1):

– Инновационные технологии обработки функциональных материалов;

– Технологические процессы производства и обработки функциональных материалов.

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

– Металлические материалы;

– Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очно-заочная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
	Аудиторные занятия	**36**	**36**
	В том числе:		
1.	Лекции	18	18
2.	Семинарские/практические занятия	18	18
	Самостоятельная работа	**72**	**72**
	В том числе:		
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	36	36
2.	Самостоятельное изучение	36	36
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф. зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**
	Итого	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Вводная часть

Введение. Трибология и Триботехника. Основные понятия. Роль трения в работе машин и оборудования. Основные задачи триботехники. Цели и задачи науки о трении и изнашивания . Виды трения по характеру относительного перемещения. Трение внешнее и внутреннее.

Тема 2. Виды и режимы трения

Классификация трения. Теоретические основы трибологии. Трение в соединениях. Внутреннее трение в жидкостях

Тема 3. Особенности строения и свойства трущихся тел

Характер взаимодействия между атомами, ионами и молекулами. Кристаллические и аморфные тела. Монокристаллы и поликристаллы. Элементарная кристаллическая ячейка. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Дефекты структуры. Рельеф поверхности твердых тел. Микродефекты поверхности. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела. Физико-химические свойства поверхностей трения твердых тел. Свободная поверхностная энергия твердых тел. Адсорбция. Трение и вибрация. Автофрикционные колебания.

Тема 4. Особенности взаимодействия твердых тел

Контактирование гладких поверхностей твердых тел. Адгезионное взаимодействие между твердыми телами. Типы фрикционных связей. Развитие усталостных трещин при трении. Работа трения. Температура на поверхностях трения. Химическое модифицирование поверхности. Эффект П.А. Ребиндера. Угол смачивания поверхности твердого тела. Особенности трения твердых тел. Влияние оксидных, адсорбционных и других поверхностных пленок на трение твердых тел. Обобщенные закономерности трения твердых тел.

Тема 5. Изнашивание твердых тел

Общие понятия и определения. Классы износостойкости. Входные и выходные параметры и внутренние факторы, определяющие износ. Механические виды изнашивания. Молекулярно-механические виды изнашивания. Коррозионно-механические виды изнашивания. Переход одних видов изнашивания в другие. Адсорбционное понижение прочности трущихся тел.

Тема 6. Стадии изнашивания трущихся тел

Три стадии изнашивания трущихся тел. Распределение износа между трущимися телами по их рабочим поверхностям. Расчетные методы оценки изнашивания. Общие закономерности измерения силы трения и скорости изнашивания в зависимости от условий нагружения. Понятие износостойких и неизносостойких материалов. Основные направления совершенствования триботехнических свойств подшипников скольжения и качения. Теоретические основы трения качения.

Тема 7. Трение со смазкой

Трение со смазкой. Избирательный перенос при трении. Смазка. Смазочные материалы и системы. Основные понятия и определения. Жидкие смазочные материалы. Твердые смазочные материалы. Пластичные смазочные материалы. Газовые смазочные материалы. Целесообразность использования смазочных материалов. Граничная смазка.

Тема 8. Методы и приборы для исследования трения и износа твердых тел

Классификация машин трения по силовым и кинематическим признакам. Общие представления о конструкции и технических характеристиках отечественных машин трения. Отечественные серийные универсальные машины трения. Методы трибологических испытаний. Переносные устройства для измерения коэффициента трения. Пластическое деформирование, антифрикционные и противофрикционные покрытия.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские занятия

Семинарское занятие №1 «Определение коэффициентов трения покоя в различных парах трения».

Семинарское занятие №2 «Расчет сил трения в поступательных парах»

Семинарское занятие №3 «Изучение конструкции узлов трения»

Семинарское занятие №4 «Исследование трибологических свойств материалов на трибометре»

Семинарское занятие №5 «Моделирование и расчет трения качения в конструкциях машин»

Семинарское занятие №6 «Расчет технологических режимов поверхностного упрочнения деталей»

Семинарское занятие №7 «Расчет сил трения в поступательных парах»

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Трение, износ и смазка. Трибология и триботехника; под ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Ма-шиностроение, 2003. – 575 с.

2. Основы трибологии; под ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 663 с.

4.2 Дополнительная литература

1. Основы трибологии и триботехники: учеб. Пособие [Текст] / Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. - [Б. м.]: Издательство "Машиностроение", 2008.

2. Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных мате-риалов [Текст]: справочник / В. С. Комбалов; под ред.: К. В. Фролова, Е. А. Марченко. – М.: Машиностроение, 2008. – 384 с.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Трибология функциональных материалов	https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=3495

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1316	Ноутбук, проектор, экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);

- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить

техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

7.3 Оценочные средства

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Контрольная работа	Контрольная работа содержит два задания. Оценка «зачет» выставляется студенту, если студент выполнил все предложенные задания и не допустил существенных ошибок; оценка «незачет», если студент не выполнил полностью два задания. Варианты контрольной работы представлены в приложении 2 к рабочей программе

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация - (зачет) проводится по билетам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Билет состоит из трех теоретических вопросов.

Перечень вопросов к экзамену приведен в приложении 2 к рабочей программе.

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Трибология функциональных материалов» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (магистр)

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
1. Вводная часть. Введение. Трибология и Триботехника. Основные понятия. Роль трения в работе машин и оборудования. Основные задачи триботехники. Цели и задачи науки о трении и изнашивании. Виды трения по характеру относительного перемещения. Трение внешнее и внутреннее.	2	1-2	2			6								
Вводное семинарское занятие. Трибология и Триботехника. Основные понятия.	2			2		4								
2. Виды и режимы трения. Классификация трения. Теоретические основы трибологии. Трение в соединениях. Внутреннее трение в жидкостях.	2	3-4	2			6								

Семинар «Определение коэффициентов трения покоя в различных парах трения».	2			2		4		+						
3. Особенности строения и свойства трущихся тел. Характер взаимодействия между атомами, ионами и молекулами. Кристаллические и аморфные тела. Монокристаллы и поликристаллы. Элементарная кристаллическая ячейка. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Дефекты структуры. Рельеф поверхности твердых тел. Микродефекты поверхности. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела. Физико-химические свойства поверхностей трения твердых тел. Свободная поверхностная энергия твердых тел. Адсорбция. Трение и вибрация. Автофрикционные колебания.	2	5-7	4			6								
Семинар «Расчет сил трения в поступательных парах»	2			2		4								
4. Особенности взаимодействия твердых тел. Контактирование гладких поверхностей твердых тел. Адгезионное взаимодействие между твердыми телами. Типы	2	8-10	2			6								

фрикционных связей. Развитие усталостных трещин при трении. Работа трения. Температура на поверхностях трения. Химическое модифицирование поверхности. Эффект П.А. Ребиндера. Угол смачивания поверхности твердого тела. Особенности трения твердых тел. Влияние оксидных, адсорбционных и других поверхностных пленок на трение твердых тел. Обобщенные закономерности трения твердых тел.														
Семинар «Изучение конструкции узлов трения»	2			2		4								
5. Изнашивание твердых тел. Общие понятия и определения. Классы износостойкости. Входные и выходные параметры и внутренние факторы, определяющие износ. Механические виды изнашивания. Молекулярно-механические виды изнашивания. Коррозионно-механические виды изнашивания. Переход одних видов изнашивания в другие. Адсорбционное понижение прочности трущихся тел.	2	11-12	2			4								

Семинар «Исследование трибологических свойств материалов на трибометре»	2			2		4								
6. Стадии изнашивания трущихся тел. Три стадии изнашивания трущихся тел. Распределение износа между трущимися телами по их рабочим поверхностям. Расчетные методы оценки изнашивания. Общие закономерности измерения силы трения и скорости изнашивания в зависимости от условий нагружения. Понятие износостойких и неизносостойких материалов. Основные направления совершенствования триботехнических свойств подшипников скольжения и качения. Теоретические основы трения качения.	2	13-14	2			4								
Семинар «Моделирование и расчет трения качения в конструкциях машин»	2			2		4								
7. Трение со смазкой. Трение со смазкой. Избирательный перенос при трении. Смазка. Смазочные материалы и системы. Основные понятия и определения. Жидкие смазочные материалы. Твердые	2	15-16	2			4								

смазочные материалы. Пластичные смазочные материалы. Газовые смазочные материалы. Целесообразность использования смазочных материалов. Граничная смазка.														
Семинар «Расчет технологических режимов поверхностного упрочнения деталей»	2			2		4								
8. Методы и приборы для исследования трения и износа твердых тел. Классификация машин трения по силовым и кинематическим признакам. Общие представления о конструкции и технических характеристиках отечественных машин трения. Отечественные серийные универсальные машины трения. Методы трибологических испытаний. Переносные устройства для измерения коэффициента трения. Пластическое деформирование, антифрикционные и противофрикционные покрытия.	2	17-8	2			4								
Семинар «Расчет сил трения в поступательных парах»	2			4		4								
Итого	2		18	18		72								+

Приложение 2

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Трибология функциональных материалов»

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Технология биосовместимых материалов

Примеры контрольной работы

Вариант №1
1. Трение. Виды трения в узлах машин.
2. Теория внешнего трения.

Вариант №2
1. Упругий и пластический контакты.
2. Расчет коэффициента трения.

Вариант №3
1. Факторы, влияющие на коэффициент трения: нагрузка, температура в зоне контакта, микрогеометрия поверхности, физико-механические свойства твердых тел.
2. Переход от трения покоя к трению скольжения.

Вариант №4
1. Трение при граничной смазке.
2. Механизм смазочного действия при граничном трении.

Вариант №5
1. Физическая природа трения. Адгезия и когезия.
2. Элементарные процессы изнашивания.

Вопросы к зачету

1. Трибология, триботехника (определение).
2. Процесс трения в общем виде (входные и выходные параметры).
3. Особенность строения и свойство твердых тел.
4. Свободная поверхностная энергия. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела.
5. Фактическая и контурная площади контактов.
6. Взаимодействия выступов контактирующих поверхностей.
7. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера).
8. Структура поверхностного слоя материала.
9. Внешнее трение твердых тел. Неполная сила внешнего трения покоя. Сила внешнего терния покоя. Сила внешнего трения скольжения. Трение без смазки. Граничное трение.

10. Основные положения теории внешнего трения (триады Крагельского и Чичинадзе).

11. Качество поверхности детали – макрогеометрия, волнистость, шероховатость поверхности.

12. Остаточные напряжения (I, II, III рода).

13. Структурные и фазовые превращения.

14. Параметры неровностей: высотные, шаговые, структурные.

15. Основные понятия и определения: изнашивание, износ, скорость изнашивания, интенсивность изнашивания, износостойкость.

16. Модель Лоренца (участки на этой кривой). Приработка, установившееся изнашивание, катастрофический износ, равновесная шероховатость.

17. Классификация видов изнашивания: механическое.

18. Классификация видов изнашивания: коррозионно-механическое.

19. Классификация видов изнашивания: электроэрозионное

20. Особенности изнашивания.

21. Состав фрикционного контакта, процесс изнашивания фрикционного контакта, ротационный механизм маслообмена.

22. Модель усталостного разрушения поверхностей при изнашивании.

23. Особенности пластической деформации.

24. Изнашивание хрупких материалов.

25. Изнашивание полимерных материалов.

26. Изменение вида разрушения поверхностей при трении в зависимости от режимов эксплуатации.

27. Условия протекания деформационных процессов в поверхностных слоях.

28. Правило положительного градиента.

29. Абразивное изнашивание. Методы повышения абразивной износостойкости поверхности.

30. Усталостное изнашивание. Схема усталостного изнашивания. Зависимость τ наработки до появления усталостного изнашивания.

31. Изнашивание при заедании.

32. Коррозионно-механическое изнашивание.

33. Избирательный перенос.

34. Водородное изнашивание.

35. Особенности строения твердых тел.

36. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела.

37. Адсорбция и десорбция.

38. Влияние ориентации молекул ПАВ на уровень трения между телами.

39. Теоретические основы разрушения поверхности трения.

40. Модель разрушения фрикционного контакта.

41. Кинетика разрушения поверхностного слоя.

42. Модель усталостного разрушения поверхности при изнашивании.

43. Особенности разрушения и факторы, влияющие на изнашивание материалов.

44. Какое влияние оказывает повышение температуры поверхности трения на процесс изнашивания?

45. Объяснить механизм изнашивания металлических поверхностей.

46. Усталость при изнашивании металлических поверхностей.

47. В чем заключается особенности механизма изнашивания полимеров и резины.

48. В чем заключается водородное изнашивание?

49. Что такое абразивное изнашивание?

50. Что такое окислительное изнашивание?

51. Что такое изнашивания вследствие пластической деформации?

52. В чем заключается изнашивание вследствие диспергирования?

53. Что такое изнашивание в результате выкрашивания вновь образующихся структур?

54. Что такое гидро- и газоабразивное изнашивание?

55. Что такое эффект безызносности и избирательный перенос?

56. Объяснить механизм образования сервовитной плёнки.

57. Избирательный перенос в условиях абразивного износа

58. Правила выбора материалов трущихся поверхностей пар трения?

59. Правила сочетания материалов.

60. Методика подбора материалов пар трения.

61. Как осуществляется предварительный и окончательный выбор материалов пар трения?

62. Расчетно-конструктивная оценка работоспособности узла трения.

63. Конструктивные способы повышения износостойкости детали.

64. Технологические способы повышения износостойкости деталей.

65. Обработка резанием.

66. Пластическое деформирование.

67. Какие сроки службы у наиболее быстро изнашиваемых узлов и деталей машин?

68. Какими параметрами оцениваются шероховатости поверхностей деталей?

69. Укажите характер остаточных напряжений после снятия внешних нагрузок.

70. Какие структурные и фазовые превращения происходят на поверхности деталей при их деформировании?

71. Укажите физико-химические свойства поверхностей тел.

72. Объясните возникновение поверхностной энергии детали.

73. Что такое адсорбция?

74. Что такое хемосорбция?

75. Что такое адсорбционный эффект понижения прочности?

76. Каким образом осуществляется контакт шероховатых поверхностей тел?

77. Из каких составляющих состоит сила трение скольжения?

78. Из каких составляющих состоит сила трения качения?

79. Какими параметрами характеризуется процесс изнашивания пар трения?

80. Какое влияние оказывает повышение температуры поверхности трения на процесс изнашивания?

81. Какова классификация машин трения для лабораторных и стендовых испытаний?

82. Каковы общие представления о конструкциях и технических характеристиках машин?

83. Какие существуют методы триботехнических испытаний?

84. Что такое испытание на фрикционную теплостойкость?

85. Каковы стендовые, натуральные и переносные смоделированные устройства для измерения сил трения в эксплуатационных условиях?

86. Что такое третье тело и смазочный материал?

87. Каковы функции смазочного материала?

88. Что входит в состав смазочных материалов?

89. Какие существуют виды смазки?

90. Какие существуют виды смазывания?