

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР

В.В. Тютиков

« 26 » 12 2014 г.

ПРОГРАММА
вступительного экзамена по специальной дисциплине
для направления подготовки высшего образования - подготовка кадров
высшей квалификации по программам подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре
15.06.01 Машиностроение

Иваново 2014

Программа составлена в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам укрупненной группы специальностей и направлений подготовки 15.00.00 «Металлургия, машиностроение и металлообработка», государственного образовательного стандарта СПО 151001.51 «Технология машиностроения» и магистратуры.

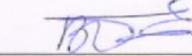
Программу составили:

В.А.Полетаев, д.т.н., профессор, зав. кафедрой технология машиностроения

В.В. Марков, д.т.н., профессор кафедры технология машиностроения

Программа одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»

Протокол № 7 от « 6 » марта 2014 г.

Зав. кафедрой  /В.А. Полетаев/

1. Введение

В основу данной программы положены следующие дисциплины: металлорежущие станки и инструменты, оборудование машиностроительного производства, управление процессами и объектами машиностроения, технология машиностроения, расчет и моделирование станков и методология конструирования машин, теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки; механические, физико-химические свойства и геометрические характеристики поверхностей и их контактное взаимодействие; трение и изнашивание твердых тел, смазку; тепловые процессы при трении, изнашивании и смазке; моделирование процессов трения, изнашивания и смазки; триботехнические материалы и триботехнологии; смазочные материалы; методы и средства испытания на трение и износ; принципы конструирования узлов трения и экологические и экономические аспекты трибологии.

1.1 Цели вступительного экзамена по специальной дисциплине

Целью вступительного экзамена по специальной дисциплине является выявление знаний поступающих в аспирантуру по выбранному профилю на инженерном уровне. Для достижения этой цели поступающий в аспирантуру должен:

- **обладать знаниями** современных тенденций развития методов, средств и систем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;
- основных свойств исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и изделий машиностроения; влияния свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов, средств технологического оснащения и автоматизации;
- способов реализации основных технологических процессов получения изделий машиностроения;
- прогрессивных методов эксплуатации средств технологического оснащения, автоматизации и управления производством при изготовлении изделий машиностроения;
- **владеть** современными методами проектирования технологических процессов оборудования, инструмента, других средств технологического оснащения, автоматизации с использованием компьютерной и техники;
- методами рационального выбора оборудования, инструмента, других средств технологического оснащения для производства изделий машиностроения;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования, инструмента;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-механических свойств используемых материалов и готовых изделий;
- методами проведения производственных испытаний средств технологического оснащения и автоматизации производства и готовых изделий машиностроения;
- **уметь** систематизировать, расширять и закреплять теоретические знания и применять их для решения конкретных технологических, организационных и социально-экономических и научных задач; приобретать опыт и развивать навыки ведения самостоятельной работы.

2. Процедура экзамена

2.1 Форма экзамена

Вступительный экзамен по специальной дисциплине проводится в письменно-устной форме и предназначен для определения практической и теоретической подготовленности инженера (магистра) к поступлению в аспирантуру и решению профессиональных задач, установленных государственным образовательным стандартом.

2.2 Порядок проведения вступительного экзамена

Продолжительность письменной части экзамена – 90 мин. При его выполнении разрешается пользоваться справочными материалами. После окончания проводится собеседование по представленному письменному ответу, при котором могут задаваться дополнительные вопросы (преимущественно в рамках вопросов билета).

Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

Протоколы приема вступительных испытаний после утверждения хранятся в личном деле поступающего.

Решение экзаменационной комиссии размещается на официальном сайте и на информационном стенде приемной комиссии не позднее трех дней с момента проведения вступительного испытания

3. Содержание

3.1. Трение и износ в машинах

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 поверхностей.

Основы теории твердого тела. Понятие о диаграммах состояния. Силы связей в твердых телах. Изменение свойств твердых тел в зависимости от температуры. Упругие свойства кристаллов. Модули упругости и упругие постоянные. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Дефекты в кристаллах.

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

Виды разрушения. Механизмы зарождения трещин. Вязкое, хрупкое разрушение. Явление несовершенной упругости. Упругий гистерезис и последствие. Эффект Баушингера. Релаксация напряжений. Ползучесть, усталость.

Диффузия в твердых телах. Законы диффузии.

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

3. Геометрические характеристики поверхностей и контактное взаимодействие твердых тел.

Общие представления о реальной топографии поверхностей трения. Методы описание 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.

Дискретность контакта. Микро- и макро- масштабный уровень рассмотрения характеристик дискретного контакта. Номинальная, контурная и фактическая площади касания. Сближение поверхностей под нагрузкой. Понятие о ненасыщенном и насыщенном контакте. Механика контактного 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.

Деформация шероховатых волн. Расчет номинального давления и площади контакта с учетом параметров шероховатости, волнистости и макроотклонений.

4. Трение твердых тел.

Основные положения и развитие теории внешнего трения. Виды фрикционного взаимодействия. Трение скольжения, качения и верчения. Трение покоя. Предварительное смещение твердых тел при внешнем трении. Предварительное смещение при упругих и пластических деформациях в зонах контакта микронеровностей.

Механизмы диссипации энергии при фрикционном взаимодействии.

Динамические процессы при скольжении твердых тел без смазочного материала. Влияние внешних вибраций на процесс трения. Фрикционные автоколебания. Устойчивость скольжения при трении твердых тел.

Трение качения и верчения. Природа трения качения. Качение упругих тел. Сцепление и проскальзывание при качении. Зависимость между тангенциальной силой и относительным проскальзыванием. Распределение нормальных и тангенциальных напряжений. Влияние тангенциального усилия в контакте на границы упругого и пластического поведения материала (диаграмма приспособляемости материала).

5. Изнашивание твердых тел.

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

Термодинамический подход к разрушению и изнашиванию твердых тел.

Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин. Водородное изнашивание. Абразивное изнашивание. Окислительное изнашивание. Изнашивание вследствие пластической деформации. Изнашивание вследствие диспергирования. Изнашивание вследствие вновь образуемых структур. Коррозия. Кавитационное изнашивание. Эрозионное изнашивание. Коррозионно-механическое изнашивание. Схватывание и заедание поверхностей при трении. Изнашивание при фреттинг-коррозии. Трещинообразование на поверхностях трения. Избирательный перенос при трении.

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

Методы повышения износостойкости узлов трения.

Конструктивные методы повышения износостойкости деталей. Выбор материалов трущихся деталей. Численные критерии работоспособности материалов в парах трения. Правила сочетания материалов. Пористость материалов. Расположение материалов пар трения по твердости. Замена в узлах машин трения скольжения трением качения.

.Применение плавающих деталей. .Учет температурных деформаций деталей. .Разгрузка рабочих поверхностей. .Защита рабочих поверхностей пар трения от загрязнения.

Технологические методы повышения износостойкости деталей Химико-термическая обработка рабочих поверхностей деталей. Гальванические покрытия поверхностей деталей. Алмазное выглаживание .Обработка поверхностей трения лучом лазера.

Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения машин при эксплуатации. Изменение свойств смазочного материала при эксплуатации. Обкатка машины. Смазывание узлов при эксплуатации. .Влияние условий эксплуатации и режима работы машин на износ деталей. .Предельные износы и сроки службы деталей.

6. Смазка.

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

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

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. 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.

Трение сопровождаемое током.

7. Тепловые процессы при трении, изнашивании и смазке

Тепловые задачи при трении и изнашивании твердых тел. Общая постановка задачи теплопроводности при трении. Три основных режима трения: стационарный, нестационарный, квазистационарный. Влияние температуры на трибологические характеристики пар трения.

Расчет температур при стационарном режиме трения. Определение поля температур, средней температуры поверхности трения и температурной вспышки при нестационарном режиме трения. Коэффициент распределения тепловых потоков. Расчет объемной температуры при повторно-кратковременном режиме трения.

Тепловая динамика трения и износа твердых тел. Определение интенсивности изнашивания при трении с учетом тепловых процессов.

8. Моделирование процессов трения, изнашивания и смазки.

Физическое моделирование процессов трения, изнашивания и смазки. Трибологические системы. Виды подобия в трибосистемах. Метод анализа размерностей и его использование при моделировании процессов трения и изнашивания.

Сложные трибосистемы. Методология и математическое моделирование сложных трибосистем.

9. Триботехнические материалы и триботехнологии.

Совместимость трибосистем. Выбор конструкционных материалов трибосистем с учетом их совместимости.

Понятие о самоорганизации трибосистем. Принципы создания новых материалов на основе структурной приспособляемости и самоорганизации трибосистем.

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

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

Виды износостойких покрытий и упрочнения поверхностных слоев. Наплавка износостойких слоев. Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов. Лазерное упрочнение. Упрочнение ионно-плазменной обработкой. Диффузионные покрытия. Механотермическое формирование износостойких покрытий. Электрохимические покрытия.

10. Смазочные материалы.

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. Газообразные технологические смазочно-охлаждающие средства. Магнитные жидкости (МЖ), их структура, методы получения и свойства. Область применения магнитных жидкостей в машиностроении. Смазочные действия МЖ. Узлы трения со смазочными МЖ. Трение МЖ в вакууме. Возможности применения МЖ в качестве технологических сред.

3.2. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

1. Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении.

Содержание специальности, проблемы стоящие перед технологией и оборудованием современного машиностроения. Основные задачи, решаемые механическими, и физико-техническими методами, их удельный вес в общей трудоемкости изделий в машиностроении и направления развития.

Обработка материалов резанием и физико-техническими методами - один из основных элементов технологии современного машиностроения. Фондообразующая роль станкостроения в машиностроительной отрасли. Значение станков для производства машин. Основные направления развития и важнейшие достижения станкостроения и инструментальной промышленности по показателям технического уровня. Современные тенденции и пути обеспечения конкурентоспособности станочного оборудования и инструментов. Международная динамика рынка станков и инструментов. Мировая структура развития станкостроения.

2. Обработка резанием.

Задачи теории резания металлов. Преимущества и недостатки механической обработки резанием по сравнению с другими методами.

Основные понятия процесса резания, его физические основы. Механика процесса резания, схемы стружкообразования, трение при резании, наростообразование. Методы и средства экспериментального исследования процесса резания.

Энергетический баланс обработки. Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании. Средства снижения теплообразования при резании. Методы и задачи изучения физических явлений при резании.

Колебания при резании, их виды и принципы возникновения. Использование наложения вибраций на процесс обработки.

Технологические среды и их действие. Обработка с ограниченным использованием СОТС.

Инструментальные материалы, их виды и области применения. Виды износа, критерии смены инструмента и способы повышения его стойкости.

Понятие о стойкости инструмента; типовая геометрическая картина износа рабочих поверхностей инструмента при механической обработке, его зависимость от вида обрабатываемого материала, операции, режимов резания; понятие о кривых износа инструментов и периоде стойкости.

Критерии затупления инструмента; их назначение в зависимости от вида операции и типа инструмента. Технологические критерии затупления и понятие размерного износа различных видов инструмента.

Физические основы изнашивания инструмента; понятие об абразивном, адгезионном, диффузионном и окислительных механизмах изнашивания. Общий механизм износа инструмента; интенсивность износа, его модели.

Оптимизация режима резания, ее методы и критерии. Физические и экономические требования к оптимизации, вытекающие из одно- и многоинструментальной обработки, одно- и многопроходной обработки, "безлюдной" технологии, концепции автоматических линий и ГПС.

Применение ЭВМ для выбора оптимальных режимов резания.

Связь режима обработки с качеством поверхностного слоя. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием.

Эксперименты в резании металлов, их особенности и требования к методике, средствам обеспечения эксперимента. Основные нерешенные вопросы в области теории резания.

Основные методы (схемы) обработки. Сверхскоростное резание, комбинированные рабочие процессы. Требования к режущему инструменту, автоматические методы контроля его размера, состояния и настройки.

Расчеты сил резания. Их методика.

3. Режущий инструмент.

Роль и значение режущих инструментов в металлообработке.

Типовые задачи и этапы проектирования режущих инструментов. Способы проектирования. Функционально-структурная модель режущего инструмента.

Назначение конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания. Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки. Методы крепления и базирования. Базирование и крепление режущих элементов сборных инструментов. Требования к конструкции крепежно-присоединительной (корпусной) части инструментов при скоростной и сверхскоростной обработке.

Стандартизация и сертификация режущих инструментов.

Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента. САПР режущего инструмента.

Дополнительные требования к инструментам в крупносерийном и автоматизированном производстве: на агрегатных станках, автоматических линиях, на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГП-модулях.

Настройка инструмента на размер на станке и вне станка. Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента. Входной контроль инструментов. Инструментальное обеспечение различных производств.

Перспективы развития конструкции режущих инструментов.

4. Интенсификация процессов механической обработки.

Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструмента, режимы резания, области применения.

Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки - ротационное (бреющее) и вибрационное резание, в том числе ультразвуковое и иглофрезерование; нанотехнологические методы обработки.

Комбинированные методы обработки резанием, совмещающее воздействие на материал снимаемого слоя нескольких физических и химических явлений. Резание в специальных технологических средах, с опережающим пластическим деформированием (ОПД), нагревом (терморезание), электромеханические методы лезвийного резания и химико-механические методы абразивной обработки. Перспективы развития комбинированных методов обработки резанием.

5. Физико-технические методы обработки.

Понятие физико-химической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов и том числе механических, тепловых, электрических и химических в технологических средах и их комбинациях.

Физико-химический механизм обработки как средство снятия с заготовки слоя материала в виде стружки (механическая обработка), продуктов анодного растворения (электромеханическая обработка), электроэрозионного разрушения (электроэрозионная обработка), а также плавление и испарение металла (лазерная и электронно-лучевая обработка) и другие воздействия.

Классификация существующих методов физико-химической обработки и теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования совокупности известных физических, химических и других явлений. Понятие о классе обработки резанием (механическое, тепловое, электрическое, химическое, комбинированное), группе, характеризующейся определенным физико-химическим механизмом резания (например, плазменно-механическая обработка резанием) и методе конкретной реализации определенной обработки резанием (например, плазменно-механическая обработка твердосплавным инструментом).

6. Применение СОТС при резании металлов.

Роль внешней среды при резании металлов.

Действия внешних сред при резании металлов.

Проникновение внешних сред на поверхности контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом.

Смазочно-охлаждающие технологические средства, их основа, состав.

Способы активизации смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

Способы подачи СОТС в зону резания.

Газообразные технологические смазочно-охлаждающие средства.

Твердые технологические смазочные средства.

Магнитные жидкости (МЖ), их структура, методы получения и свойства.

Область применения магнитных жидкостей в машиностроении.

Смазочные действия МЖ.

Узлы трения со смазочными МЖ.
Трение МЖ в вакууме.
Возможности применения МЖ в качестве технологических сред.
Способы создания магнитного поля в зоне резания.
Действия магнитных СОТС при резании металлов.

7. Типы металлорежущих станков и их классификация.
Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажи и каталоги металлорежущих станков.
Особенности конструкций станков основных групп.
Методика формирования цены на станки с учетом их качества.
Международная стандартизация и сертификация станков и их комплектующих.
Конкурентоспособность металлорежущих станков.

8. Кинематика станков.
Образование поверхностей на обрабатываемых деталях.
Классификация движений в станках.
Кинематическая структура станков с механическими и немеханическими кинематическими связями. Сравнительный анализ кинематической структуры отдельных типов станков.

9. Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов.

Технология и физико-химические процессы удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке, электромеханической, электроэрозионной и лазерной обработке и других методах формирования деталей.

Технологическая подготовка проектирования станков. Формирование требований к станку на основе анализа параметров обрабатываемых деталей.

Особенности построения технологического процесса обработки на металлорежущих станках различных типов, в том числе станков для нанотехнологической обработки.

Динамическая система станка. Характеристики ее основных элементов (упругой системы, процесса резания, процесса трения, процессов в двигателях). Устойчивость движений рабочих органов станка и методы ее обеспечения.

САПР станков. Многокритериальная оптимизация в задачах проектирования станков. Формирование требований к основным системам станка.

Понятия о сквозном методе проектирования и изготовления изделия CAD-CAM-CAE. Параметрические твердотельные модели.

Имитационное моделирование как средство количественного анализа технологических систем.

Разработка математических моделей конструкций и процессов, происходящих в станках.

Использование систем Internet и Intranet при проектировании станков.

Методы оценки качества технологического оборудования на этапах проектирования и сборки.

10. Основные системы станка и их проектирование и расчет.

Принципы конструирования мехатронных узлов. Основные преимущества их использования в станках.

Направляющие прямолинейного и кругового движения. Конструирование и расчет направляющих смешанного трения, гидростатических, гидродинамических и качения.

Конструирование и расчет коробок скоростей и подач.

Шпиндельные узлы с подшипниками качения и скольжения, гидростатическими и гидродинамическими. Конструирование, расчет с учетом критерия жесткости элементов узла. Особенности конструирования высокоскоростных шпинделей.

Механизмы для осуществления прямолинейных движений, их виды, конструирование и расчет механизмов: винт-гайка, скольжения и качения, зубчато-реечного, червячно-реечного и др. Механизмы для осуществления периодических движений. Механизмы для микроперемещений.

Механизмы подачи. Механизмы фиксации. Механизмы автоматической смены инструментов. Магазины инструментов и заготовок (компоновки). Зажимные приспособления металлорежущих станков. Классификация, основные типы. Расчеты типовых приспособлений для станков различного технологического назначения.

Экспериментальные исследования металлорежущих станков, методики проведения и обработки результатов.

11. Особенности станков для физико-технических методов обработки.

Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки, их место среди других методов размерной обработки материалов и общие вопросы построения станков. Принципы и схемы адаптивно-программного управления процессом обработки. Оптимальное регулирование режимов обработки.

Электроэрозионные станки, их разновидности, физические схемы и технологические возможности. Прецизионные методы изготовления деталей.

Типовые узлы станков для электроэрозионной обработки, генераторы импульсов энергии, виды электродов, системы автоматического регулирования.

Взаимосвязь элементарных единичных и реальных массовых процессов электроэрозионной обработки. Физические модели реального процесса при массовом воздействии разрядов. Рабочие жидкости, влияние их свойств на выходные показатели процесса.

Автоматизация электроэрозионных копировально-прошивочных и вырезных станков. Средства и устройства автоматизации. Станки-модули. Устройства, сообщающие орбитальные движения электроду-инструменту.

Ультразвуковые станки, физические основы их работы, кинематика обрабатываемой системы, в том числе магнестрикционные и ультразвуковые преобразователи. Технологические характеристики размерной ультразвуковой обработки.

Станки для отделочных методов электрофизической обработки, электрополирование, методы достижения точности и качества поверхностного слоя деталей.

Станки для обработки электрохимическими методами. Основные виды электрохимической обработки: непрерывная, импульсная, циклическая. Выбор их оптимальной последовательности и параметров, закономерности анодного растворения, электролиты, конструкции катодов. Установки для электрохимической обработки типовых деталей. Средства интенсификации процесса обработки. Автоматизация электрохимического оборудования.

Станки для лучевых методов обработки: электронно-лучевая обработка и лазерная обработка, принципы действия и физические схемы, установки, области применения. Основные положения экономики; физические схемы, применение в изделиях приборостроения.

Станки для обработки комбинированными методами, их классификация. Станки для обработки электроконтактными и анодно-механическими методами; физические схемы, технологические установки, области применения.

4. Вопросы к вступительному экзамену

4.1 Трение и износ в машинах

1. Основы теории твердого тела.
2. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Дефекты в кристаллах.
3. Механические свойства материалов.
4. Сверхпластичность металлов.
5. Виды разрушения. Механизмы зарождения трещин.
6. Вязкое, хрупкое разрушение.
7. Релаксация напряжений. Ползучесть, усталость.
8. Диффузия в твердых телах. Законы диффузии.
9. Поверхность твердых тел.
10. Поверхностная энергия.
11. Общие представления о реальной топографии поверхностей трения.
12. Методы описание поверхностей твердых тел.
13. Виды неровностей поверхностей деталей машин.
14. Механика контактного взаимодействия твердых тел.
15. Контакт упругих тел при наличии трения.
16. Дискретность контакта.
17. Номинальная, контурная и фактическая площади касания.
18. Механика контактного взаимодействия твердых тел с шероховатыми поверхностями.
19. Методы расчета фактической площади касания.
20. Деформация шероховатых волн.
21. Основные положения и развитие теории внешнего трения.
22. Виды фрикционного взаимодействия.
23. Трение скольжения, качения и верчения. Трение покоя.
24. Динамические процессы при скольжении твердых тел без смазочного материала.
25. Классификация видов изнашивания.
26. Количественные характеристики изнашивания.
27. Износостойкость и классы износостойкости.
28. Основные закономерности изнашивания.
29. Термодинамический подход к разрушению и изнашиванию твердых тел.
30. Виды разрушения рабочих поверхностей деталей и рабочих органов машин.
31. Водородное изнашивание.
32. Абразивное изнашивание.
33. Окислительное изнашивание.
34. Изнашивание вследствие пластической деформации.
35. Изнашивание вследствие диспергирования.
36. Изнашивание вследствие вновь образуемых структур.
37. Коррозия.
38. Кавитационное изнашивание.
39. Эрозионное изнашивание.
40. Коррозионно-механическое изнашивание.
41. Схватывание и заедание поверхностей при трении
42. Изнашивание при фреттинг-коррозии.
43. Трещинообразование на поверхностях трения. Избирательный перенос при трении.
44. Основы расчета узлов трения на износ. Расчет формоизменения сопряженных тел при изнашивании.
45. Методы повышения износостойкости узлов трения.

46. Конструктивные методы повышения износостойкости деталей .
47. Технологические методы повышения износостойкости деталей.
48. Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения машин при эксплуатации.
49. Классификация видов смазки (смазочного действия). Основные признаки, характеризующие виды смазки.
50. Виды жидкостной смазки: гидродинамическая, гидростатическая, гидростатодинамическая, эластогидродинамическая.
51. Эластогидродинамическая смазка.
52. Граничная смазка. .
53. Трение, износ и смазка в экстремальных условиях.
54. Тепловые задачи при трении и изнашивании твердых тел.
55. Тепловая динамика трения и износа твердых тел. Определение интенсивности изнашивания при трении с учетом тепловых процессов.
56. Совместимость трибосистем...
57. Металлические материалы для узлов трения различного назначения
58. Полимерные и металлополимерные композиционные материалы для подшипников, опор скольжения, тормозов в муфте сцепления.
59. Виды износостойких покрытий и упрочнения поверхностных слоев.
60. Классификации смазочных материалов: по агрегатному состоянию, происхождению, способу получения, назначению.
61. Жидкие смазочные материалы.
62. Базовые масла.
63. Пластичные смазочные материалы. Состав, эксплуатационные свойства и ассортимент пластичных смазок.
64. Твердые смазочные материалы.
65. Газообразные технологические смазочно-охлаждающие средства.
66. Магнитные жидкости (МЖ), их структура, методы получения и свойства.

4.2. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

1. Развитие науки о резании металлов.
2. Роль русских ученых в науке о резании металлов. Работы И.А. Тиме, К.А. Зворыкина, А.А. Брикса, Н.Н. Саввина, Я.Г. Усачева. Роль и значение работ комиссии по резанию металлов.
3. Основные понятия, термины и определения в резании металлов. Поверхности и движения при резании.
4. Режущие инструменты, их рабочие поверхности и элементы режущего лезвия. Координатные плоскости и геометрические параметры режущей части инструмента.
5. Инструментальные материалы. Группы инструментальных материалов, их свойства и области применения.
6. Процесс образования стружки.
7. Пластическая деформация металла в зоне стружкообразования.
8. Усадка стружки, ее количественная оценка. Методы экспериментального определения усадки стружки.
9. Силы резания, их физическая природа.
10. Схема действия сил при свободном резании.
11. Зависимость силы резания от различных факторов.
12. Схема сил действующих на режущий инструмент при несвободном резании.
13. Методы и техника экспериментального определения проекций силы резания.

14. Способы обработки экспериментальных данных для получения эмпирических уравнений зависимости проекций силы резания от элементов режима резания и других условий.
15. Тепловые явления в зоне резания металлов. Тепловой баланс процесса резания.
16. Методы измерения температуры в зоне резания.
17. Температурное поле зоны резания.
18. Износ режущих инструментов.
19. Характер распределения износа по рабочим поверхностям инструмента.
20. Виды (механизмы) изнашивания режущего инструмента абразивно-механическое, абразивно-химическое, адгезионное, диффузионное и электроэрозионное).
21. Количественная оценка интенсивности изнашивания режущих инструментов.
22. Стойкость режущего инструмента.
23. Причины немонокотной зависимости стойкости режущего инструмента от скорости резания.
24. Монокотная зависимость стойкости от скорости резания в ограниченном диапазоне ее, свойственном виду инструментального материала.
25. Основной закон стойкости.
26. Порядок расчета режима резания.
27. Расчет оптимальной скорости резания.
28. Способ обработки экспериментальных данных для определения значений величины константы, зависящей от свойств обрабатываемого материала, и величины показателей относительной стойкости.
29. Физико-техническая обработка металлов: ультразвуковая, электроэрозионная, анодно-механическая, светолучевая.
30. Роль внешней среды при резании металлов.
31. Действия внешней среды при резании металлов.
32. Проникновение внешней среды на поверхности контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом.
33. Смазочно-охлаждающие технологические средства, их основа, состав.
34. Способы активизации смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).
35. Способы подачи СОТС в зону резания.
36. Газообразные технологические смазочно-охлаждающие средства.
37. Твердые технологические смазочные средства.
38. Магнитные жидкости (МЖ), их структура, методы получения и свойства.
39. Область применения магнитных жидкостей в машиностроении.
40. Смазочные действия МЖ.
41. Узлы трения со смазочными МЖ.
42. Трение МЖ в вакууме.
43. Возможности применения МЖ в качестве технологических сред.
44. Способы создания магнитного поля в зоне резания.
45. Действия магнитных СОТС при резании металлов.
46. Требования, предъявляемые к конструкциям металлообрабатывающих станков.
47. Конструкции главного привода станка, шпинделя, коробки скоростей, коробки передач и других механизмов.
48. Основные принципы и технические возможности металлообрабатывающих станков, станков с ЧПУ и гибких производственных систем.
49. Технологическое обеспечение металлообрабатывающих станков, станков с ЧПУ и гибких производственных систем.
50. Типовые компоненты металлообрабатывающих станков, станков с ЧПУ и гибких производственных систем.
51. Классификация автоматических линий металлообрабатывающих станков, станков с ЧПУ и гибких производственных систем.

52. Методики расчёта точности изготовления механизмом металлообрабатывающих станков.

5. Рекомендуемая литература

5.1. Трение и износ в машинах

1. **Богданович, П.Н.**, Прушак В.Я. Трение и износ в машинах: учебник для технических вузов / П.Н. Богданович [и др.] . – Минск. Высш. шк., 1999. 374 с.
2. **Гаркунов, Д.Н.** Триботехника / Д.Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
3. **Когаев, В.П.**, Дроздов, Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин / В.П. Когаев. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.
4. **Основы трибологии** (трение, износ, смазка): учебник для технических вузов. 2-е издание / под ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с.
5. **Елизаветин, М.А.** Технологические способы повышения долговечности машин / М.А. Елизаветин. – М.: Машиностроение, 1979. – 438 с.
6. **Рыжов, Э.В.** и др. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин / Э.В. Рыжов. – М.: Машиностроение, 1979. – 174 с.
7. **Суслов, А.Г.** Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей / А.Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 1987. – 208 с.
8. **Елизаветин, М.А.** Технологические способы повышения долговечности машин / М.А. Елизаветин. – М.: Машиностроение, 1979. – 438 с.
9. **Комбалов, В.С.** Оценка триботехнических свойств контактирующих поверхностей / В.С. Комбалов. – М.: Наука, 1983. – 136 с.
10. **Магнитные жидкости** в машиностроении / Д.В. Орлов, Ю.О. Михалев, Н.К. Мышкин, В.В. Подгорков, А.П. Сизов / Под общ. ред. Орлова Д.В., Подгоркова В.В. – М.: Машиностроение. 1993., – 272 с.

5.2. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

- 1 **Автоматизация** и механизация производства: учебное пособие / Б.И. Черпаков, Л.И. Вереина. – М.: Академия, 2008. – 384 с.
1. **Проектирование** металлорежущих станков и станочных систем / Под ред. А.С. Пронилова. – Т.1, 2 (в 2 ч.), 3. М.: Машиностроение, МГТУ им. Баумана, 1994, 1995.
2. **Гречишников В.А.** Инструментальное обеспечение автоматизированного производства. (Серия: Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств) / В. А. Гречишников, А. Р. Маслов, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. – М.: Высш. шк., 2001. – 272 с.
3. **Комплексные** способы эффективной обработки резанием / Ю.М. Ермаков. – М.: Машиностроение, 2005. – 272 с.
4. **Методы** классической и современной теории автоматического управления. В 5 томах. – М.: МГТУ им. Баумана, 2004. - Том 3. Синтез регулятор систем автоматического управления / Н.Д. Егупов, К.А. Пупков. – 2004. – 616 с.
5. **Обработка** металлов резанием (2-е издание) / А.А. Панов. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
6. **Проектирование** металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3 т. Т.1: Проектирование станков; Т.2: Расчет и конструирование узлов и элементов станков; Т.3: Проектирование станочных систем / Под общей ред. А.С.Пронилова – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана: Машиностроение. – Т.1, 1994; Т.2, 1995; Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана: Изд-во «Станкин», Т. 3, 2000.
7. **Режущий** инструмент / Д. В. Кожевников, В. А. Гречишников, С. В Кирсанов,

В. И. Кокарев, А. Г. Схиртладзе. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.

8. **Станочные** приспособления: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Д. Новиков. – М.: Высш. шк., 2001. – 110 с.

10. **Теория резания** / П.И. Ящерицын, М.А. Корниевич, Е.Э.Фельдштейн. – М.: Высш. шк., 2005. – 512 с.