

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям, соответствующим укрупненной группе направлений подготовки 15.00.00 Машиностроение, и, охватывает базовые дисциплины подготовки специалистов и магистров по данным направлениям.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по научной специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в их личном деле.

При приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются **по пятибалльной шкале**.

Минимальное количество баллов для каждого направления подготовки, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла**.

Шкала оценивания:

«**Отлично**» – выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета.

«**Хорошо**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«**Удовлетворительно**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета, при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

«**Неудовлетворительно**» – выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

1.1 Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении

Содержание специальности. Проблемы, стоящие перед современным машиностроением. Развитие станкоинструментальной отрасли. Современные технологии механической и физико-технической обработки. Основные задачи, решаемые методами механической и физико-технической обработки.

Обработка материалов резанием, как один из основных элементов технологии машиностроения. Значение теории резания для развития технологии машиностроения, круг решаемых ею задач. Понятие физико-технической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструмента (механического, теплового, электрического, химического, акустического, лучевого, плазменного, струйного и др.) в технологической среде и их комбинаций.

Научные основы технологии машиностроения, процессов резания материалов и физико-технических методов обработки. Современные научные исследования в этой области. Роль науки в развитии станкостроения и инструментальной промышленности.

1.2 Теория обработки материалов резанием

Определение механической обработки резанием как метода формообразования деталей заданных размеров, точности и качества поверхности путем удаления с заготовки слоя материала в виде стружки. Теория резания материалов – основа для изучения специальных дисциплин.

Значение обработки резанием в повышении технического уровня и конкурентоспособности продукции машиностроительного производства. Исторический опыт, тенденции и перспективы развития обработки материалов резанием. Работы ученых И.А. Тиме, К.А. Зворыкина, Я.Г. Усачева, А.Н. Челюсткина, Ф. Тэйлора, М. Кроненберга, Г.К. Горанского, А.Н. Резникова, Э.И. Фельдштейна, П.И. Ящерицына и др. в развитии науки о резании материалов.

1.2.1 Кинематика процессов механической обработки

Относительные движения инструмента и заготовки при обработке резанием. Определение рабочих поверхностей инструмента. Геометрия режущего клина. Понятие о базовых координатных плоскостях. Взаимосвязи между углами в различных секущих плоскостях. Статические и кинематические геометрические параметры рабочей части инструмента. Углы заточки и рабочие углы инструмента.

Классификация видов резания. Схемы формообразования поверхностей. Параметры режима резания и геометрические элементы срезаемого слоя. Схемы резания (схемы срезания припуска): профильная и генераторная, одиночная и групповая.

Инструментальные материалы, основные требования, предъявляемые к ним. Повышение режущих свойств инструментальных материалов.

1.2.2 Физические основы процесса резания.

Общие представления о пластических деформациях и разрушении твердых тел.

Дислокационные представления о природе пластической деформации при резании металлов. Схема процесса стружкообразования с единственной плоскостью сдвига. Образование сливной стружки. Особенности резания хрупких материалов. Виды стружек. Характеристики пластических деформаций металла при резании: степень деформации, относительный сдвиг, усадка стружки. Влияние на коэффициент усадки различных факторов процесса резания. Управление стружкообразованием в автоматизированном производстве.

Контактные процессы при резании. Явления адгезии и диффузии. Застойные явления и контактные (вторичные) деформации. Нормальные и касательные напряжения. Коэффициент трения при резании и факторы, влияющие на его величину. Наростообразование при резании. Влияние нароста на процесс резания. Зависимость наростообразования от различных факторов.

Динамика процесса резания. Силы, возникающие на рабочих поверхностях инструмента. Общая сила резания и ее проекции. Полная и удельная работа резания. Влияние на силы резания технологических факторов процесса резания. Измерение составляющих силы резания. Расчетные формулы для определения составляющих силы резания, крутящих моментов и мощности резания для различных видов обработки. Виды колебаний, возникающих в процессе резания. Автоколебания. Влияние параметров режима резания, инструмента и технологического оборудования на вибрации при резании материалов.

Тепловые явления при резании, их влияние на качество обработанной поверхности. Методы теоретического и экспериментального определения температур. Источники и баланс теплоты при резании, тепловые потоки. Температура резания и влияние на нее элементов режима резания, обрабатываемых и инструментальных материалов, геометрических параметров инструмента. Оптимальная температура резания. Основные пути управления тепловыми процессами при лезвийной и абразивной обработке резанием.

Работоспособность и отказы режущего инструмента. Физическая природа изнашивания инструмента (абразивный, адгезионный, диффузионный, окислительный и др. механизмы изнашивания). Интенсивность изнашивания и кривые износа режущего инструмента. Критерии износа инструмента. Технологические критерии износа и понятие размерного износа инструментов. Период стойкости инструмента, ее зависимость от факторов процесса резания. Математические модели периода стойкости инструмента и назначение периода стойкости в автоматизированном производстве. Основные направления повышения стойкости режущих инструментов. Прочность инструмента, методы расчета прочности режущего клина, метод конечных элементов. Понятие надежности инструмента, производственные показатели надежности.

Особенности обработки резанием различных материалов. Понятие обрабатываемости резанием как технологического свойства материала. Физические основы обрабатываемости сталей и сплавов. Основные показатели обрабатываемости. Пути улучшения обрабатываемости резанием.

1.2.3 Формирование свойств поверхностного слоя обработанных деталей.

Формирование физико-химического состояния поверхностного слоя детали, влияние условий резания на тонкую структуру, наклеп, остаточные напряжения, изменение химического состава, фазовые превращения. Формирование шероховатости обработанных поверхностей.

Технологические среды при обработке резанием. Физико-химическое действие технологических сред (смазывающее, охлаждающее, моющее, режущее (диспергирующее) действие среды, эффект Ребиндера). Виды смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) и область их применения. Способы подачи СОТС в зону резания.

Интенсификация процессов механической обработки. Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Использование технологических

сред, антифрикционных и специальных покрытий.

Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки – ротационное резание, вибрационное (в т.ч. ультразвуковое), иглофрезерование, сверхскоростное и сухое резание. Резание с опережающим пластическим деформированием, нагревом (терморезание), электромеханические и химико-механические методы обработки. Суперчистовое резание (нанотехнология резания), особенности резания со снятием супертонких срезов. Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания.

Особенности различных технологических процессов обработки резанием (точение и растачивание; сверление, зенкерование и развертывание; шлифование, зубонарезание; резьбонарезание; фрезерование; протягивание; строгание). Режущие инструменты. Схемы резания. Параметры режима резания и геометрия срезаемого слоя. Геометрические параметры рабочей части инструмента. Особенности процесса шлифования, виды шлифования. Прогрессивные процессы абразивной обработки: глубинное, скоростное, ультразвуковое шлифование, обработка свободным абразивом и др.

1.2.4 Оптимизация процесса резания.

Понятие о системе резания как совокупности входных факторов, параметров функционирования процесса резания и выходных параметров (показатели работоспособности инструмента и качества обработанных поверхностей, производительность и стоимость обработки). Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации, математические модели. Критерии оптимальности, технологические и технические ограничения. Применение ЭВМ для оптимизации.

Назначение режимов резания при работе на универсальных станках, станках с ЧПУ и автоматических линиях.

1.3 Физико-технические методы обработки материалов

Научные основы технологии физико-технической обработки. История и перспективы развития физико-технической обработки. Роль науки в создании оборудования для физико-технической обработки.

Теория формообразования при специальных видах обработки. Физико-технический механизм обработки как метод снятия с заготовки слоя материала в результате механического, теплового, электрического, химического, акустического, лучевого, плазменного, струйного и др. воздействий в технологической среде и их комбинаций. Классификация методов физико-технической обработки и теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования физических, химических и др. явлений.

Ультразвуковая обработка. Физические основы метода. Основные технологические процессы ультразвуковой обработки материалов. Оборудование. Технологические характеристики размерной ультразвуковой обработки.

Электроэрозионные методы обработки. Физическая сущность метода. Схемы формообразования. Основные схемы технологических процессов электроэрозионной обработки и их технологические параметры. Оборудование для электроэрозионной обработки. Прецизионные методы изготовления деталей.

Сущность и физические основы электрохимической обработки материалов. Механизм электролиза. Основные технологические процессы электрохимической обработки. Конструкции инструментов и электрохимических станков.

Лучевые методы обработки. Лазерный эффект и его сущность. Сущность и физические основы лазерной обработки материалов. Светолучевая и электронно-лучевая обработка. Оборудование и технологии лазерной, светолучевой и электронно-лучевой

обработки.

Химические методы обработки, сущность, установки, применение. Химическое фрезерование.

Отделочные методы физико-технической обработки. Электрополирование, магнитно-абразивное полирование, электромагнитная обработка. Достижение точности и качества поверхностного слоя деталей.

Плазменная обработка материалов. Физическая сущность метода. Технологические процессы плазменной обработки.

Струйная обработка материалов. Физическая сущность метода. Технологические процессы струйной обработки. Водоструйная (гидроабразивная) обработка материалов.

Комбинированные методы физико-технической обработки, их классификация. Область применения. Электродно-механические и анодно-механические методы обработки. Плазменно- и лазерно-механическая обработки, электролитно-плазменная обработка. Физические схемы и технологические установки.

1.4 Инструментальные системы

1.4.1 Конструкции инструментальных систем

Научные основы инструментального производства. Общие сведения об инструментальных системах машиностроительного производства. Перспективы развития инструментального производства. Научные исследования в области создания и совершенствования конструкций инструментальных систем. Достижения отечественных ученых.

Структура инструментальных систем автоматизированного оборудования. Функции и задачи инструментального обеспечения. Значение режущих и вспомогательных инструментов, требования к ним. Понятие об инструментальных блоках, инструментальной наладке и их компонентах.

Инструментальные материалы, их эксплуатационные характеристики, область применения и основные марки.

Общие элементы и параметры конструкций режущих инструментов. Составные части режущих инструментов. Режущий клин как основа любой режущей части. Поверхности и кромки режущей части. Системы координат. Параметры рабочей части инструментов. Зуб и стружечная канавка многозубых инструментов. Цельные, составные и сборные конструкции инструментов.

Конструкции режущих инструментов для выполнения основных технологических процессов обработки резанием (точения и растачивания, сверления, зенкерования и развертывания, зубонарезания, резбонарезания, фрезерования, протягивания, строгания, шлифования). Типы инструментов, принцип работы, схемы резания. Кинематика движений инструмента и заготовки. Область применения, технологические возможности. Геометрические и конструктивные параметры. Формы зубьев многозубых инструментов, способы крепления режущих элементов. Инструменты с острозаточенными и затылованными зубьями. Способы затылования. Режущие инструменты с многогранными неперетачиваемыми пластинками (МНП). Пути совершенствования конструкций инструментов.

Вспомогательные инструменты для автоматизированного оборудования. Системы вспомогательных инструментов в зависимости от способа крепления инструментального блока на станке. Вспомогательные инструменты для токарных станков с ЧПУ, для сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ, для агрегатных станков (резцедержатели, оправки, патроны). Агрегатно-модульные конструкции вспомогательного инструмента.

Инструментальные наладки. Инструментальные наладки для агрегатных станков и автоматических линий, для станков с ЧПУ. Наладки протяжных станков. Конструкции,

состав, типовые конструктивные решения.

Система инструментообеспечения автоматизированного оборудования. Инструментальные накопители (револьверные головки и инструментальные магазины). Способы автоматической смены инструмента. Автооператоры. Кодирование и поиск инструмента.

1.4.2 Основы рациональной эксплуатации, испытаний и исследования инструментов

Этапы эксплуатации инструментальных систем (подготовительный, этап непосредственной работы, восстановительный, хранение).

Подготовка инструмента к работе. Настройка инструментального блока на размер вне станка. Точность сборки инструментальных блоков.

Наблюдение за работой инструмента, проверка состояния его работоспособности, контроль износа. Контроль целостности инструмента. Обеспечение условий формирования и отвода стружки.

Определение момента снятия инструмента для переточки. Выбор способа восстановления режущих свойств инструмента. Регулировка и переналадка сборных инструментов. Контроль качества восстановленных инструментов. Нормирование расхода инструментов.

Консервация, складирование и транспортирование инструментов.

Методы испытаний и исследования инструментов. Механические испытания прочности, жесткости и виброустойчивости инструмента. Методы физического и математического моделирования.

1.5 Проектирование инструментальных систем

Инструментальная система как комплекс устройств и средств, обеспечивающих процесс обработки поверхностей резанием. Способы реализации функций формообразования поверхности детали и срезания припуска. Техничко-экономические показатели и критерии работоспособности инструмента. Обеспечение высокой производительности и точности обработки, стойкости и надежности режущего инструмента и инструментальных систем в целом, технологичности и экономичности их конструкций. Научные основы проектирования инструмента и инструментальных систем различного технологического назначения. Математические модели инструментов и процессов формообразования.

Методы проектирования режущих инструментов и инструментальных систем. Этапы проектирования. Структурная схема инструмента. Использование аналогового и поэтапного методов при проектировании режущих инструментов и инструментальных систем. Последовательность проектирования режущего инструмента и инструментальной системы.

Проектирование рабочей части инструмента. Выбор инструментальных материалов и способов их соединения с корпусами. Выбор схемы срезания припуска. Выбор и анализ геометрических параметров режущей части инструмента. Выбор формы передних и задних поверхностей инструментов. Выбор формы зубьев и стружечных канавок многолезвийных инструментов. Основы теории затылования. Образование перетачиваемых и неперетачиваемых поверхностей инструмента.

Профилирование режущего инструмента. Условия формообразования поверхностей при их обработке резанием, использование их при выборе размеров инструментов. Кинематические схемы резания и формообразования. Использование схем формообразования для разработки новых типов инструментов. Формообразование на уровне макроповерхности и микроповерхности. Погрешности, переносимые инструментом на

деталь. Роль погрешностей сборки. Профилирование инструментов для обработки поверхностей вращения, винтовых, сферических и фасонных поверхностей, эвольвентных и неэвольвентных профилей.

Проектирование узлов крепления и регулирования режущей части. Проектирование присоединительной и направляющей частей инструмента. Методы соединения частей инструмента в единое целое. Способы присоединения инструмента к станку: подвижное и неподвижное. Формы базовых поверхностей и элементов передачи усилий. Способы направления инструмента в работе, конструкции направляющей части.

Проектирование инструментальных наладок. Структура наладки для агрегатных станков и автоматических линий. Структура наладки станков с ЧПУ. Проектирование инструментальных систем автоматизированного производства. Принципы проектирования протяжных наладок. Модульный принцип проектирования оснастки. Подсистема кодирования информации.

Структура инструментообеспечения гибких производственных систем. Оптимизация резерва режущего инструмента.

Расчеты инструментов на прочность, жесткость и устойчивость.

1.6 Технологическое оборудование современного машиностроительного производства

Общие сведения о технологическом оборудовании машиностроительного производства. История и перспективы развития станкостроения. Взаимосвязь технологии и оборудования. Научные основы проектирования станков и станочных систем, роль науки в совершенствовании и создании новых конструкций металлорежущих станков. Научные исследования в области технологического оборудования.

Основные виды технологического оборудования. Металлорежущий станок как технологическая машина. Основные системы и узлы станка. Классификация станочного оборудования.

Технико-экономические показатели и критерии работоспособности технологического оборудования. Основные задачи по повышению технического уровня и конкурентоспособности металлообрабатывающего оборудования.

Основные узлы и механизмы технологического оборудования: механизмы, изменяющие скорость движения; периодических (прерывистых) движений; суммирующие; возвратно-поступательных движений; делительные. Приводы главного движения. Шпиндельные узлы. Приводы подачи. Тяговые механизмы. Базовые детали. Направляющие.

Процесс образования поверхностей деталей резанием на станках. Производящие линии поверхности. Методы образования производящих линий. Движения в станках. Кинематические связи в станках. Кинематическая структура станка. Кинематическая настройка станка.

Универсальные металлорежущие станки. Назначение, компоновка, кинематика, основные узлы. Расчетные перемещения, уравнения кинематического баланса. Станки для обработки тел вращения: токарные, токарно-револьверные, токарно-лобовые, карусельные станки. Станки для обработки отверстий: вертикально-сверлильные, координатно-расточные и алмазно-расточные станки. Станки для обработки призматических деталей: фрезерные станки, станки строгально-протяжной группы. Зубообрабатывающие станки: зубодолбежные и зубофрезерные станки; станки для обработки конических колес с прямым и винтовым зубом. Затывочные станки. Станки для абразивной обработки: круглошлифовальные, хонинговальные, суперфинишные, доводочные станки.

Системы автоматизированного управления станками. Классификация систем управления станками. Узлы системы управления. Управление с помощью кулачков, упоров, копиров. Токарные автоматы и полуавтоматы. Автоматы фасонно-продольного точения.

Токарно-револьверные автоматы. Многошпиндельные автоматы. Назначение, кинематика, расчет настройки.

Станки с ЧПУ. Особенности компоновки и конструкции станков с ЧПУ. Основные принципы числового программного управления. Классификация систем ЧПУ. Подготовка и запись программ. Следящий привод в системах ЧПУ. Датчики обратной связи. Многооперационные станки с ЧПУ. Устройства для установки инструментов (магазины), их расположение на станках. Способы передачи инструментов из магазина в шпиндель и обратно.

Агрегатные станки. Типовые компоновки агрегатных станков. Силовые головки. Шпиндельные коробки и насадки.

Автоматические линии. Назначение. Классификация по типу оборудования; по расположению оборудования; по характеру связей. Оборудование автоматических линий. Транспортные механизмы для автоматических линий.

Оборудование для физико-химической обработки. Электроэрозионные станки. Станки для электрохимической обработки. Оборудование для ультразвуковой обработки. Станки для лучевой обработки.

Технологическое оборудование для нанесения покрытий и упрочнения поверхностей. Оборудование для автоматической сборки. Автоматизированные сборочные линии.

Технологическое оборудование гибких производственных систем. Характерные особенности ГПС. Типы ГПС. Уровни автоматизации ГПС. Структурные и компоновочные схемы ГПС.

Устройства для отвода стружки. Виды устройств для отвода стружки: пластинчатые конвейеры, скребковые конвейеры (цепные, скребково-штанговые, скребковые толкающего типа), вибрационные конвейеры, шнековые конвейеры, магнитные конвейеры.

1.7 Проектирование и эксплуатация технологического оборудования

1.7.1 Методологические основы проектирования технологического оборудования

Содержание процесса проектирования новых конструкций технологического оборудования (ТО). Прогнозирование конструкций ТО. Методы прогнозирования: метод экстраполяции; метод экспертных оценок; метод моделирования.

Этапы проектирования станков. Автоматизированное проектирование. Проектные критерии и ограничения. Стандартизация при конструировании: унификация, типизация, агрегатирование. Модульный принцип конструирования.

Материалы, применяемые в ТО. Выбор материалов для деталей ТО. Термическая обработка стали. Химико-термическая обработка стали.

Обоснование технических характеристик станков. Обоснование диапазона скоростей главного привода и привода подач. Обоснование рациональной мощности приводных двигателей.

Проектирование кинематической схемы. Привод со ступенчатым изменением скоростей. Обоснование выбора геометрического ряда. Лучевая диаграмма. Принципы выбора стандартных значений знаменателя геометрического ряда.

Разработка и выбор рациональных конструкций механизмов и узлов металлорежущих станков. Критерии оценки конструкции узлов. Технологичность конструкций. Надежность, точность и жесткость конструкций. Технические условия и конструктивные особенности элементов коробок скоростей и подач (зубчатых передач, валов, опор и др.).

Учет динамического критерия при проектировании ТО. Динамическая система

станка. Статические и динамические характеристики. Частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ, АФЧХ). Частотные характеристики ЭУС с одной степенью свободы. Основные показатели динамического качества. Критерии устойчивости динамической системы. Динамические модели УС станка. Динамические характеристики процесса резания и трения.

Надежность и долговечность ТО. Нагрузки в машинах. Расчетные законы распределения нагрузок. Режимы работы машин и механизмов. Методы снижения статических и динамических нагрузок. Надежность в период нормальной эксплуатации маши и в период износных отказов. Надежность систем с резервированием. Надежность элементов механических систем. Модели параметрических отказов.

Тепловые деформации ТО. Тепловые погрешности и их влияние на точность станка. Расчет мощности тепловыделения в механизмах и системах ТО. Расчет температурных полей основных элементов станка. Тепловые смещения формообразующих узлов станка.

Художественное проектирование и эргономика ТО. Компонировки технологических машин. Общие требования технической эстетики. Эргономические требования, предъявляемые к проектируемому ТО. Учет антропометрических характеристик человека при проектировании станков. Требования к средствам отображения информации. Требования к органам управления станком. Эстетические требования, предъявляемые к проектируемому ТО. Цвет в художественном конструировании ТО.

1.7.2 Расчет и конструирование приводов и базовых узлов станков

Кинематический расчет коробок передач. Структурная формула. Графоаналитический метод расчета приводов станка. Выбор оптимального варианта множительной структуры. Структуры с наложением скоростей. Особенности построения структуры с многоскоростным двигателем. Расчет чисел зубьев групповых передач. Метод наименьшего кратного. Кинематический расчет приводов при использовании бесступенчатого регулирования.

Особенности кинематического расчета приводов подач. Зависимые и независимые привода подач. Кинематический расчет приводов подач нерезьбового типа. Кинематический расчет приводов подач резьбового типа. Звено настройки и множительный механизм. Механизмы звена настройки.

Коробки передач со сложной структурой. Способы соединения дополнительных структур. Число вариантов сложной структуры. Построение структурных сеток и графиков частот вращения.

Шпиндельные узлы (ШУ). Основные требования. Материалы и термообработка шпинделей. Конструкция переднего конца шпинделя. Привод вращения шпинделя. Конструкции шпиндельных опор качения. Способы создания предварительного натяга. Гидродинамические и гидростатические опоры шпиндельных узлов. Схемы компоновок шпиндельных узлов. Смазка ШУ. Расчет шпинделя на жесткость.

Механизмы для осуществления прямолинейных движений. Кулачковые механизмы. Передача винт-гайка скольжения. Расчет на прочность и износостойкость. Гидростатическая передача винт-гайка. Передача винт-гайка качения: конструкции, методы создания предварительного натяга. Расчет тяговых устройств приводов подач на устойчивость, долговечность, жесткость, по критической частоте вращения.

Корпусные детали и узлы. Станины. Стойки, поперечины, коробки скоростей и подач. Суппорты. Столы и планшайбы. Конструктивные особенности. Формы. Материалы. Расчет базовых деталей на жесткость. Составление расчетных схем.

Направляющие станков. Классификация. Форма поперечного сечения. Направление смешанного трения: материалы и термообработка; регулировка зазоров; защита направляющих. Гидродинамические направляющие: определение подъемной силы и силы трения; рекомендации по выбору размеров; варианты исполнения смазочных канавок. Гидростатические направляющие: системы питания карманов; замкнутые и разомкнутые

направляющие; эксплуатационные характеристики; формы карманов; область применения. Аэростатические направляющие: особенности эксплуатации; жесткость и несущая способность; рекомендации по выбору размеров; область применения. Направляющие качения: классификация; материал и термообработка; размеры и число тел качения; способы создания и контроля предварительного натяга; расчет направляющих качения на прочность, жесткость, долговечность, потери на трение.

1.8 Исследование, испытания и диагностирование технологического оборудования

Цель и основные задачи прикладных исследований в области технологического оборудования. Основные этапы экспериментальных исследований. Натурный и машинный эксперимент. Активные и пассивные методы экспериментальных исследований. Виды, методы и погрешности измерений.

Обработка опытных данных. Методы статического анализа опытных данных, при исследовании рабочих процессов машин: метод наименьших квадратов, однофакторный статистический анализ экспериментальных данных.

Метод планирования экспериментов. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент и его постановка. Многофакторный активный эксперимент типа n^k . Обработка результатов факторного эксперимента.

Исследование геометрических и кинематических характеристик оборудования, точности и жесткости технологической машины, износа, динамических и шумовых характеристик. Исследование термоупругих характеристик технологической машины. Автоматизация экспериментальных исследований станков. Измерительно-диагностические комплексы. Функции ЭВМ в комплексах.

Методы испытания технологического оборудования. Выбор показателей для выходных параметров оборудования. Разработка методики испытания. Основные виды испытаний. Исследования опытных образцов, приемочные испытания серийных машин, контрольные испытания машин, находящихся в эксплуатации. Программа и условия проведения испытаний на холостом ходу и под нагрузкой. Испытания на надежность.

Диагностирование ТО. Объекты диагностирования. Диагностические признаки и результаты диагностирования. Функциональное и тестовое диагностирование. Диагностирование состояния оборудования. Диагностирование элементов технологических систем: приводов, узлов и механизмов, инструментальных систем, транспортных систем, систем управления. Методы повышения надежности путем диагностирования.

1.9 Эксплуатация и ремонт технологического оборудования

Упаковка, транспортирование и распаковка оборудования. Внутризаводские транспортировки. Помещения для станков. Назначение и содержание паспортов станков.

Фундаменты технологического оборудования: требования; конструкция; материал; технология изготовления. Установка станков на фундаментах. Расчет фундаментов. Виброизолирующая установка технологического оборудования.

Смазка станков. Требования к смазочным устройствам. Классификация смазочных материалов и предъявляемые к ним требования. Индустриальные масла и пластичные смазки. Основные параметры смазочных материалов. Способы смазки технологического оборудования. Смазочные устройства и системы смазки. Устройства контроля работы системы смазки.

Смазочно-охлаждающие жидкости. Устройство системы охлаждения. Определение производительности системы охлаждения.

Оценка точности станков в эксплуатации. Модель изменения параметров оборудования во времени. Необратимые изменения в технологическом оборудовании.

Классификация процессов старения по внешнему проявлению.

Механизмы обеспечения точности обработки. Управление точностью. Механизмы и системы обеспечения точности положения и траектории движения рабочих органов станка. Способы компенсации погрешностей. Системы активного контроля.

Принципы построения системы ремонта. Виды ремонтных работ. Система планово-предупредительного ремонта (ППР). Формирование структуры ремонтного цикла. Определение длительности ремонтного цикла. Объемы работ на отдельных этапах ППР. Подготовка и организация производства ремонтных работ. Составление дефектной ведомости. Категории сложности ремонта. Ремонтная единица. Нормативы трудоемкости ремонтных работ.

Технологические процессы, применяемые при ремонте технологического оборудования. Очистка и промывка деталей и узлов. Разборка оборудования. Дефектация деталей.

Технологические процессы восстановления деталей и соединений машин. Методы восстановления посадок. Пластическое деформирование. Хромирование. Железнение. Металлизация. Электролитическое натирание. Сварка и наплавка. Особенности обработки резанием восстанавливаемых деталей. Выбор и восстановление технологических баз. Восстановление типовых поверхностей деталей. Особенности ремонта отдельных деталей и узлов металлорежущих станков.

Балансировка роторов и шпиндельных узлов. Основные понятия. Способы устранения дисбалансов. Статическая и динамическая балансировка. Классы точности балансировки.

Сборка объектов ремонта. Окраска оборудования. Технологический процесс окраски.

Модернизация технологического оборудования. Методы усиления слабых звеньев.

Список рекомендуемой литературы

1. Автоматизация и механизация производства. Учебное пособие / Б.И. Черпаков, Л.И. Вереина. – М.: Академия, 2004. – 384 с.
2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе [и др.]. – М.: Высшая школа, 2004. – 415 с.
3. Бабук В.В. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / В.В. Бабук, В.А. Шкред, Г.П. Кривко. – Минск: Вышэйшая школа, 1987. – 254 с.
4. Бесцентровые круглошлифовальные станки. Конструкции, обработка и правка / Я.М. Ашкиназий. – М.: Машиностроение, 2003. – 352 с.
5. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки [Текст] : учеб. пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов; Кузбас. гос. техн. ун-т. - Кемерово, 2006. - 204 с.
6. Бушуев В.В. Основы конструирования станков / А.А. Бушуев. – М.: Станкин, 1992. – 520 с.
7. Власов С.Н. Устройство, наладка и обслуживание металлообрабатывающих станков и автоматических линий: Учеб. для машиностр. спец. / С.Н. Власов, Г.М. Головин, Б.И. Черепанов. – М.: Машиностроение, 1995 - 463с.
8. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений [Текст]: учеб. / В.А.Горохов, А.Г.Схиртладзе. - 2-е изд., перереб .и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 301 с.
9. Грановский Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высш. шк., 1985. – 304 с.
10. Гречишников В.А. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства / В. А. Гречишников, А. Р. Маслов, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. – М.: Высш. школа, 2001. – 272 с.
11. Гужев В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных

- станков с ЧПУ / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков; под ред В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2005. – 368 с.
12. Данилов В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резания / В.А. Данилов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 264 с.
 13. Денисенко, А.Ф. Техническое обслуживание и ремонт металлорежущих станков [Текст]: Учеб. пособие станков / А.Ф.Денисенко, А.И.Фролов, А.П.Сидорчук.- Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. - 253 с.
 14. Джонс Дж. К. Методы проектирования / Дж. К. Джонс – М.: Мир, 1986. – 326 с.
 15. Ермолаев Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием. – М.:Машиностроение, 2003 – 272 с.: ил.
 16. Зубарев Ю.М. Современные инструментальные материалы: учебник / О.М. Зубарев. – СПб.: издательство «Лань». 2008. – 224 с.
 17. Иванов Ю.И. Проектирование фасонного режущего инструмента. Учебное пособие (гриф УМО АМ)/Самар. гос. тех. университет; Самара, 2005. 116 с.
 18. Идеология конструирования / А.Ф.Крайнев. – М.: Машиностроение, 2003. – 384 с.
 19. Инструменты для обработки точных отверстий / С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.И. Кокарев. – М.: Машиностроение, 2003. – 253 с.
 20. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС / И.Л.Фадюшин, Я.А.Музыкант, А.И.Мешеряков, А.Р.Маслов. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
 21. Инструментальные системы автоматизированного производства: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Р.И.Гжиров, В.И.Гречишников, В.Г.Логашев [и др.]. – СПб.: Политехника, 1993. – 399 с.
 22. Кожевников Д.В. Резание материалов: учебник для высш. Учебн. Заведений / Д.В. Кожевников, С.В. Кирсанов; Под общ. ред. С.В. Кирсанова. – М., Машиностроение, 2007. – 304 с.
 23. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В. и др. Режущий инструмент. Учебник. – М.: Машиностроение, 2004. 512 с.
 24. Козочкина М.П. Виброакустическая диагностика процессов / М.П. Козочкина (МГТУ им. Баумана). - М.: ИКФ "Каталог", 2005.-186 с.
 25. Комплексные способы эффективной обработки резанием / Ю.М. Ермаков. – М.: Машиностроение, 2005. – 272 с.
 26. Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учебн. пособие для втузов/ А.И. Кочергин. – Минск: Высшэйшая школа, 1991. – 382 с.
 27. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. - 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
 28. Маслов А.Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: учебник. – М.: Машиностроение, 2006. – 512 с.
 29. Маслов А.Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
 30. Маслов А.Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента: Справочник / А.Р. Маслов – М.: Машиностроение, 2002. – 256 с.
 31. Машиностроение: Энциклопедия: В 40 т. / Ред. совет: К.В.Фролов (предс.) [и др.]; Раздел II. Материалы в машиностроении. ТП-2 – М.: Машиностроение, 2001. – 780 с.
 32. Металлорежущие станки: учеб. пособие / В. Д. Ефремов [и др.]. - 5-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 695 с.
 33. Металлорежущие станки / Б.И. Черпаков, Т.А. Альперович. – М.: Высш. школа, 2004. – 368 с.
 34. Обработка деталей на станках с ЧПУ / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск.: Высшэйшая школа, 2006. – 287 с.
 35. Обработка металлов резанием (2-е издание) / А.А. Панов. – М.:

Машиностроение, 2004. – 784 с.

36. Обработка упрочненных поверхностей в машиностроении и ремонтном производстве: Учебное пособие / С. И. Богодухов, В. Ф. Гребенюк, А. Д. Проскурин. – 2005. – 256 с.

37. Острейковский В.А. Теория надежности: Учеб. для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.

38. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов. Учебное пособие для студентов. - М.: Машиностроение, 2003 - 256 с.

39. Поляк М.С. Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения. В 2 т. – М.: Л.В.М. – Скрипт: Машиностроение, 1995. – 2 т.

40. Прогрессивные конструкции затылованных инструментов - (Серия: Библиотека инструментальщика) / В.Б. Протасьев, М.В. Ушаков, Ю.С. Степанов. – М.: Машиностроение, 2004. - 236 с.

41. 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.Проникова – 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. – 3 т.

42. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Учебное пособие для ВУЗов / И.П. Филонов. – Минск.: Технопринт, 2003. – 910 с.

43. Проектирование технологии автоматизированного машиностроения (Серия: Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств). – М.: Высш. школа, 1999. – 416 с.

44. Производство деталей металлорежущих станков / А.В. Мухин, О.В. Спиридонов, А.Г. Схиртладзе [и др.]. - М.: Машиностроение, 2001. – 560 с.

45. Пуш А.В. Шпиндельные узлы. Качество и надежность / А.В. Пуш. - М.: Машиностроение, 1992. - 228с.

46. Режущий инструмент: учебное пособие / А.А. Рыжкин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 405 с.

47. Режущий инструмент: учебник для вузов / Под ред. С.В. Кирсанова.- М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.

48. Режущий инструмент / Д. В. Кожевников, В. А. Гречишников, С. В Кирсанов, В. И. Кокарев, А. Г. Схиртладзе. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.

49. Рыжкин А.А. Обработка материалов резанием: учебное пособие / А.А. Рыжкин, К.Г. Шучев, М.М. Климов. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 411 с.

50. Синопальников В.А Надежность и диагностика технологических систем: Учеб. для студентов вузов/ В.А. Синопальников, С.Н. Григорьев.- М.: Станкин, 2003 - 331 с.

51. Скуратов Д.Л., Трусов В.Н., Андрюхина Т.Н. Формообразование поверхностей деталей. Обработка материалов резанием: учебное пособие: Самара. СамГТУ, 2011-175 с.

52. Скуратов Д.Л., Трусов В.Н. Резание и режущий инструмент. Лабораторный практикум. – Самара, СамГТУ, 2012. – 175 с.

53. Солоненко В.Г. Резание материалов и режущий инструмент: учебн. пособие / В.Г. Солоненко, А.А Рыжкин. – М.: Высш. Шк., 2007. – 414 с.

54. Справочник инструментальщика / И.А.Ординарцев, Г.В.Филиппов, А.Н.Шевченко [и др.]; под общ. ред. И А.Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.

55. Справочник конструктора-инструментальщика / Под ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2006. – 542 с.

56. Справочник конструктора-инструментальщика: Под общ. ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова – М.: Машиностроение, 2006. – 542с.: ил.

57. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М.Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова, А.Г.Суслова – М.: Машиностроение,

2001. – 2 т.

58. Станочное оборудование автоматизированного производства. В 2-х т. / под ред. В.В.Бушуева – М.: Изд-во «Станкин», Т.1, 1993; Т.2, 1994. – 2 т.

59. Станочные приспособления: Учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Д. Новиков. – М.: Высш. школа, 2001. – 110 с.

60. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве / В.К. Старков. – М.: Машиностроение, 1989. – 295 с.

61. Схиртладзе, А. Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств [Текст] : учеб.пособие / А.Г.Схиртладзе, Т.Н.Иванова, В.П.Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2007. - 706с.

62. Схиртладзе А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: Учебное пособие для студентов вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков; под ред. Ю.М.Соломенцева. М.: Высшая школа, 2003.- 406с.

63. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь, В.С. Ивашко, А.Ф. Ильющенко [и др.]. - Минск: Беларуская навука, 1998. – 583 с.

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

65. Технология производства режущего инструмента: Учеб. пособие/ Ю.С. Звягольский, В.Г. Солоненко, А.Г. Схиртладзе. – М.: Высш. шк., 2010. – 334 с.: ил.

66. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичнадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун [и др.]. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.

67. Фельдштейн Е.Э. Режущий инструмент и оснастка станков с ЧПУ: справ. пособие / Фельдштейн Е.Э. – Минск: Выш. шк., 1988. – 336 с.

68. Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Режущий инструмент для обработки незвольвентных профилей / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 112 с.

69. Чернов, Н. Н. Технологическое оборудование [Текст] металлорежущие станки: Учеб. пособие / Н. Н. Чернов. - Ростов н/Д : Феникс, 2009. - 493 с.

70. Черпаков, Б. И. Металлорежущие станки [Текст] : учеб. / Б.И.Черпаков, Т.А.Альперович. - М. : Academia, 2004. - 367 с.

71. Черпаков, Б. И. Технологическое оборудование машиностроительного производства [Текст] : учеб. / Б.И.Черпаков, Л.И.Вереина. - 2-е изд.,стер. - М. : Academia, 2006. - 413 с.

72. Шагун В.И. Металлорежущие инструменты: учебное пособие для машиностроит. спец. вузов / В.И. Шагун. – М.: Высшая школа, 2007. – 423 с.

73. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Учебное пособие: в 2-х томах/ Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков, В.И. Дрожжалова [и др.]. – М.: Высшая школа, 1983. – 2 т.

74. Электроэрозионная обработка материалов / М.К. Мицкевич, А.И. Бушик, И.А. Бакуто [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1988. – 215 с.

75. Юликов М.И. Проектирование и производство режущих инструментов / М.И. Юликов, Б.И. Горбунов, Н.В. Колесов. – М.: Машиностроение, 1987. – 296 с.

76. Якобс Г.Ю. Оптимизация резания / Г.Ю. Якобс, Э. Якоб, Д. Кохан.: Машиностроение, 1981. – 229 с.

77. Ящерицын П.И. Теория резания: учебник / П.И. Ящерицын, Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Мн.: Новое знание, 2006. – 512 с.