**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

# "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.В. Борщевский

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

**ПРОГРАММА**

**ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«МАШИНОСТРОЕНИЕ»**

Конкурсная группа: **Машиностроение** Научные специальности:

**2.5.5. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ**

**И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

**2.5.6. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**2.5.21.** **МАШИНЫ, АГРЕГАТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ**

**ПРОЦЕССЫ**

Донецк – 2023

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующая научным специальностям 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, 2.5.6. Технология машиностроения, 2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы группы научных специальностей 2.5. Машиностроение, разработана на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования уровней магистратуры и специалитета.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**К ПРОГРАММЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МАШИНОСТРОЕНИЕ»**

Основной целью вступительного испытания в аспирантуру по специаль- ной дисциплине является выявление компетенций в различных областях, таких как:

- применение естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования процессов физико-технической обработки материалов;

- использование имеющихся программных пакетов, необходимых для обработки информации и управления в области физико-технической обработки материалов;

- критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода;

- понимание научных основ и различных методик математического моде- лирования технологических процессов;

- владение навыками конструирования перспективных образцов оборудования, составляющих конкуренцию зарубежным аналогам.

**СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Вступительное испытание включает:

1) Письменные ответы на три вопроса, соответствующие программе вступительного испытания.

2) Беседа с членами экзаменационной комиссии по вопросам, связан-

ным с научным исследованием соискателя.

**РАЗДЕЛЫ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

**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 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.

**1.2.** **Обработка резанием**

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

Основные понятия процесса резания. 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.

Физические основы процесса резания. Механика процесса резания, схемы стружкообразования, трение при резании, наростообразование. Методы и средства экспериментального исследования 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.

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. Средства и методы снижения теплообразования при резании. Основные пути управления тепловыми процессами при лезвийной и абразивной обработке резанием.

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

Колебания при резании, их виды и принципы возникновения. Автоколебания. Влияние параметров режима резания, инструмента и технологического оборудования на вибрации при резании материалов. Использование наложения вибраций в процессе обработки и методы борьбы с вибрациями.

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. Обработка с ограниченным использованием СОТС.

Инструментальные материалы и требования к ним. Виды инструментальных материалов, их свойства и области применения.

Физические основы изнашивания инструмента; понятие об абразивном, адгезионном, диффузионном, окислительном и др. механизмах изнашивания. Общий механизм износа инструмента; интенсивность износа, его модели. Показатели износа, критерии смены инструмента и способы повышения его износостойкости.

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

Понятие о стойкости инструмента; типовая геометрическая картина износа рабочих поверхностей инструмента при механической обработке, его зависимость от вида обрабатываемого материала, содержания технологической операции, режимов резания; понятие о кривых износа инструментов и периоде стойкости. Математические модели периода стойкости инструмента и назначение периода стойкости в автоматизированном производстве. Основные направления повышения стойкости режущих инструментов.

Оптимизация режима 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 и критерии оптимизации. 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.

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.

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.

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

Основные методы обработки резанием, их схемы и особенности. Особенности процесса шлифования, виды шлифования. Прогрессивные процессы абразивной обработки: глубинное, скоростное, ультразвуковое шлифование, обработка свободным абразивом и др.

**1.3. Режущий инструмент**

Общие сведения об инструментальных системах машиностроительного производства. Роль и значение режущих и вспомогательных инструментов в металлообработке.

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, резьбонарезания, фрезерования, протягивания, строгания, шлифования). Типы инструментов, принцип работы, схемы резания. Кинематика движений инструмента и заготовки. Область применения инструмента, его технологические возможности. Определение геометрических и конструктивных параметров инструмента. 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.

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.

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.

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

Понятие об инструментальных блоках, инструментальных наладках и их компонентах. Инструментальные наладки для агрегатных станков и автоматических линий, для станков с ЧПУ. Наладки протяжных станков. Конструкции, состав, типовые конструктивные решения.

Этапы эксплуатации инструментальных систем (подготовительный, этап непосредственной работы, восстановительный, хранение). Подготовка инструмента к работе. Настройка инструмента на размер на станке и настройка инструментального блока на размер вне станка. Точность сборки инструментальных блоков. Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента. Входной контроль инструментов. Обеспечение условий формирования и отвода стружки.

Выбор способа восстановления режущих свойств инструмента. Регулировка и переналадка сборных инструментов. Контроль качества восстановленных инструментов. Нормирование расхода инструментов. Консервация, складирование и транспортирование инструментов.

Инструментальное обеспечение различных типов производств. Структура инструментальных систем автоматизированного оборудования. Функции и задачи инструментального обеспечения автоматизированного производства. Инструментальные накопители (револьверные головки, инструментальные магазины и др.). Способы автоматической смены инструмента. Автооператоры. Кодирование и поиск инструмента.

Стандартизация и сертификация режущих инструментов. Методы испытаний и исследования инструментов. Механические испытания прочности, жесткости и виброустойчивости инструмента.

Методы физического и математического моделирования инструментов. Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего и вспомогательного инструмента. САПР инструмента и их особенности.

Научные исследования в области создания и совершенствования конструкций инструментальных систем. Перспективы развития режущих и вспомогательных инструментов.

**1.4. 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, иглофрезерование, сверхскоростное и сухое резание. Суперчистовое резание (нанотехнологические методы обработки), особенности резания со снятием супертонких срезов.

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), с нагревом (терморезание), электромеханические методы лезвийного резания и химико-механические методы абразивной обработки. Перспективы развития комбинированных методов обработки резанием.

**1.5. Физико-технические методы обработки**

Понятие физико-технической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов, в том числе механического, теплового, электрического, химического, акустического, лучевого, плазменного, струйного и др. воздействий в технологических средах, а также их комбинаций.

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 определенными физико-химическим механизмом резания (например, плазменно-механическая обработка резанием) и методе конкретной реализации определенной обработки резанием (например, плазменно-механическая обработка твердосплавным инструментом).

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. Обработка с использованием физических полей. Достижение требуемых показателей 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. Элетроконтактные и анодно-механические методы обработки. Плазменно- и лазерно-механическая обработки, электролитно-плазменная обработка. Физические схемы и технологические установки для реализации этих методов.

**1.6. Типы металлорежущих станков и их классификация**

Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации и др. показателям. 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.

**1.7. Кинематика станков**

Образование поверхностей на обрабатываемых деталях. Классификация движений в станках.

Движения формообразования. Методы образования производящих линий. Исполнительные движения в станках. Кинематическая группа.

Кинематическая структура станков с механическими и немеханическими кинематическими связями. Сравнительный анализ кинематической структуры отдельных типов станков.

**1.8. 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.

**1.9. Основные этапы проектирования и расчетов станочного оборудования**

Маркетинг с целью определения конкурентоспособности создаваемого станка по комплексу технико-экономических показателей.

Основные критерии работоспособности станков: производительность, начальная и учитывающая температурные деформации прочность, жесткость, износостойкость, устойчивость.

Надежность станков. Общие понятия. Надежность параметрическая и функциональная. Надежность в период нормальной эксплуатации и износовых отказов. Резервирование.

Проектные критерии и ограничения. Стандартизация при конструировании: унификация, типизация, агрегатирование. Модульный принцип конструирования. Моделирование, эксперимент, эксплуатационные наблюдения при создании станков и станочных систем.

Составление технического задания на разработку станка на основе технологической подготовки проектирования. Определение основных конструктивных и технологических параметров. Методы формирования показателей и критериев оценки технического уровня станка по его выходным характеристикам.

Составление схемы формообразующих движений и выбор компоновки технологических машин. Обоснование технического уровня проектируемого оборудования. Определение геометрических параметров оборудования, диапазона скоростных характеристик и расчетных нагрузок. Разработка расчетных схем.

Формирование компоновочного решения и несущей системы станков. Определение конструктивных параметров.

Разработка кинематической схемы станка, выбор принципа управления, контроля и диагностики.

Проектирование промышленных роботов для обслуживания технологического оборудования. Конструкции манипуляторов промышленных роботов, захватных устройств, исполнительных органов манипуляторов. Проектирование сервисных устройств роботизированных комплексов: тактовых столов, кассет, палет и др.

Проектирование смазочных систем станков. Проектирование устройств для подачи СОТС, устройств для отвода и транспортирования стружки.

Статические упругие перемещения и их влияние на точность станков.

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 изделий CAD-CAM-CAE. Параметрические твердотельные модели.

Имитационное моделирование на GPSS как средство количественного анализа технологических систем.

Разработка математических моделей конструкций и процессов, происходящих в станках. Использование систем Internet при проектировании станков.

Методы оценки качества технологического оборудования на этапах проектирования и сборки.

**1.10. Основные системы станка и их проектирование и расчет**

Принципы рационального конструирования узлов и элементов оборудования. Критерии оценки конструкции узлов. Технологичность конструкций. Надежность, точность и жесткость конструкций. Способы снижения геометрических, тепловых, упругих деформаций. Устранение зазоров.

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

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

Конструирование приводов главного движения и приводов подач. 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.

Проектирование тяговых устройств и базовых деталей станков. Использование метода конечных элементов.

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

Механизмы подачи. Механизмы поворота и фиксации. Механизмы и устройства автоматической смены и закрепления инструментов. Механизмы и устройства автоматической смены заготовок. Магазины инструментов и заготовок (компоновки и расчёт вместимости).

Проектирование промышленных роботов для обслуживания технологического оборудования. Конструкции манипуляторов промышленных роботов, захватных устройств, исполнительных органов манипуляторов. Проектирование сервисных устройств роботизированных комплексов: тактовых столов, кассет, спутников, палет и др.

Проектирование смазочных систем станков. Проектирование устройств для подачи СОТС, устройств для отвода и транспортирования стружки.

Зажимные приспособления металлорежущих станков. Классификация, основные типы. Расчеты типовых приспособлений для станков различного технологического назначения.

Экспериментальные исследования металлорежущих станков, методики их проведения и обработки результатов. Натурный и машинный эксперимент.

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. Программные нагрузочные устройства. Нагрузочные устройства для имитации внешних воздействий.

**1.11. Электрооборудование станков**

Устройство и основные характеристики электродвигателей станков: конструкции двигателей постоянного и переменного тока. Типы асинхронных и синхронных двигателей. Типы быстродействующих двигателей: высокомоментные двигатели постоянного тока с постоянными магнитами, их достоинства; двигатели для вентильного привода; шаговые двигатели; индукторные двигатели; линейные двигатели и др.

Механические характеристики двигателей: разгон, торможение и регулирование скорости. Определение времени ускорения (замедления) электропривода.

Системы регулируемого электропривода станков. Способы управления электроприводами: виды, достоинства и недостатки Тенденции развития и совершенствования конструкций электродвигателей станков. Построение электроприводов на базе микропроцессоров и микроЭВМ.

Переходные процессы в электроприводах станков: динамические режимы работы привода (основные показатели); уравнение движения электропривода.

Расчет мощности электродвигателей станков: при длительной работе; при повторно-кратковременной работе.

Аппаратура и схема электрического управления металлорежущими станками.

**1.12. Гидравлический привод станков**

Область применения гидравлического привода в станках, его преимущества и недостатки, основные требования, предъявляемые к гидроприводу станков.

Способы регулирования скорости в гидравлических приводах станков, принципиальные схемы, основные характеристики.

Схемы и конструкции основных элементов гидропривода: насосы и гидромоторы; гидроцилиндры; контрольно-регулирующая аппаратура; распределительная аппаратура; фильтры.

Гидравлические следящие приводы. Область применения в станках, основные схемы, точность и устойчивость приводов.

Электрогидравлические приводы станков с ЧПУ: следящие золотники; гидроусилители крутящего момента; насосные установки

Динамика гидропривода. Устойчивость движения рабочих органов станков с гидроприводом. Вибрация в гидросистемах, устойчивость контуров системы.

**1.13. Автоматизация станков. Программное управление станками.**

# Автоматические станочные системы

Классификация автоматизированных станков и станочных систем по различным признакам. Основные понятия теории автоматического управления. Линейные элементы автоматических систем и их характеристики. Типовые нелинейности автоматических систем, их влияние на устойчивость системы и методы линеаризации.

Системы управления циклом. Принцип построения циклограмм. Структурные схемы кулачковых автоматов. Область применения. Преимущества и недостатки.

Копировальные следящие системы. Индуктивные и фотокопировальные системы. Области применения копировальных станков. Преимущества и недостатки.

Классификация систем программного управления. Системы: контурные, позиционные, прямоугольные, универсальные. Системы управления многооперационными станками. Структура систем программного управления основных классов. Понятие об основных узлах устройств ЧПУ (интерполяторы, устройства управления приводом и др.). Области применения станков с программным управлением. Системы группового числового управления станками. Датчики перемещения в станках с ЧПУ.

Процесс программирования. Программоносители и устройства для ввода программы.

Автоматизация процесса резания. Адаптивные системы. Приборы контроля точности изготовления деталей на станке и подналадка станка.

Основные принципы компоновки автоматических линий. Транспортные системы. Области применения автоматических линий. Гибкие автоматические линии. Определение. Принципы построения гибких автоматических линий.

Промышленные роботы и манипуляторы, их использование в автоматизированном производстве.

Основные понятия о гибких производственных модулях и гибких производственных системах (ГПС). Требования к системам ЧПУ и гибким производственным модулям.

Гибкое автоматизированное производство (ГАП) и гибкие автоматизированные производственные системы. Основные понятия. Область применения ГАП.

Стратегии создания автоматических заводов (АЗ).

Моделирование станочных систем.

**1.14. 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 обрабатывающей системы, в том числе магнитострикционные 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 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.

**1.15. Эксплуатация станков и станочных систем**

Паспортизация станков. Определение характеристик механической системы станка. Определение параметров электроприводов и гидравлических устройств станочных систем.

Упаковка и транспортировка станков. Установка станков на фундамент. Выбор и расчёт фундаментов станков. Антивибрационный монтаж станков. Виброопоры станков.

Испытание станков на холостом ходу и при резании. Испытание станков на виброустойчивость и тепловые деформации.

Регулировка элементов механических передач, муфт, пневматических и гидравлических устройств. Регулировка направляющих и подшипников.

Особенности эксплуатации станочных автоматических линий. Особенности эксплуатации станков с ЧПУ и ГПС.

Техническое обслуживание и ремонт станочного оборудования. Виды и системы ремонта. Цикл ремонта станков, его состав и показатели. Проблемы модернизации станков.

Диагностирование в технических системах. Объекты диагностирования. Диагностические признаки и результаты диагностирования. Функциональное и тестовое диагностирование. Диагностирование состояния технологического оборудования. Диагностирование элементов технологических систем: приводов, узлов и механизмов, инструментальных систем, транспортных систем, систем управления. Диагностирование средств технологического оснащения: зажимных приспособлений, механизмов смены и загрузки инструмента и заготовок.

Методы повышения надежности технологического оборудования путем его диагностирования.

**РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

**К РАЗДЕЛУ 1**

**Основная литература**

1. **Барботько А.И.** Геометрия резания материалов: Учеб. пособие для вузов / А.И. Барботько. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 319 с.
2. **Барботько А.И.** Резание материалов: Учеб. пособие / А.И. Барботько, А.В. Масленников. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 432 с.
3. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов / М.П. Белов, А.Д. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М.: Академия, 2007. – 576 с.
4. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки. Учеб. пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – М.: Лань, 2014. – 224 с.
5. Богодухов С.И. Обработка упрочненных поверхностей в машиностроении и ремонтном производстве: Учеб. пособие для вузов / С.И. Богодухов, В.Ф. Гребенюк, А.Д. Проскурин. – М.: Машиностроение, 2005. – 256 с.
6. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов; под общ. ред. А.Р. Маслова. – М.: Машиностроение, 2007. – 464 с.
7. Брзожовский Б.М. Диагностика и надежность автоматизированных систем: Учебник / Б.М. Бржозовский, А.А. Игнатьев, В.В. Мартынов и др.; Под ред. Б.М. Бржозовского. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 352 с.
8. Бушуев В.В. Практика конструирования машин: Справочник / В.В. Бушуев – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.
9. Васильков Д.В. Электромеханические приводы металлообрабатывающих станков. Расчет и конструирование: Учебник / Д.В. Васильков, В.Л. Вейц, А.Г. Схиртладзе – СПб.: Политехника, 2011. – 759 c.
10. Васин С.А. Проектирование сменных многогранных пластин. Методические принципы / С.А. Васин, С.Я. Хлудов – М.: Машиностроение, 2006. – 352 с.
11. Верещака А.С. Резание материалов: Учебник / А.С. Верещака, В.С. Кушнер. – М.: Высшая школа, 2009. – 535 с.
12. Высокопроизводительная обработка металлов резанием: Учеб. пособие / AB Sandvik Coromant. – М.: Полиграфия. 2003. – 301 с.
13. Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов: Учеб. пособие / Л.И. Волчкевич. – М.: Машиностроение, 2005. – 380 с.
14. Гаврилин А.М. Станочное оборудование машиностроительных производств: В 2-х частях / А.М. Гаврилин, В.И. Сотников, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов. – Старый Оскол: ТНТ, 2012.
15. **Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений: Учеб. пособие / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе. –** Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 304 с.
16. Гречишников В.А. Проектирование режущих инструментов: Учеб. пособие / В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 299 с.
17. Гречишников В.А. Режущие инструменты: Учеб. пособие / В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, А.Г. Схиртладзе и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 388 с.
18. Григорьев С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов; Под. общ. ред. А.Р. Маслова. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.
19. Григорьев С.Н. Обеспечение качества деталей при обработке резанием в автоматизированных производствах / С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 412 с.
20. Григорьев С.Н. Процессы формообразования и инструментальная техника: Учеб. пособие / С.Н. Григорьев, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 328 с.
21. Ермаков Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием / Ю.М. Ермаков. – М.: Машиностроение, 2003. – 272 с.
22. Ефремов В.Д. Металлорежущие станки / В.Д. Ефремов, В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков; под общ. ред. П.И. Ящерицына. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 696 с.
23. Железнов Г.С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов: Учебник / Г.С. Железнов, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 456 с.
24. Житников Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников, А.Г. Схиртладзе; под общ. ред. Ю.З. Житникова. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 656 с.
25. Жолобов А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ: Учеб. пособие / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.М. Федоренко. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2009. – 338 с.
26. Жуйков В.А. Эксплуатация и ремонт оборудования: Учеб. пособие / В.А. Жуйков. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2008. – 127 с.
27. Зацепина Т.А. Станки инструментального производства: Учеб. пособие / Т.А. Зацепина и др. – М: МГИУ, 2005. – 114 с.
28. Иванов А.А. Автоматизированные сборочные системы: Учебник / А.А. Иванов. – М.: ФОРУМ, 2012. – 336 с.
29. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства: Учебник для вузов / В.А. Гречишников, А.Р. Маслов, Ю.М. Соломенцев и др.; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2001. – 272 с.
30. Инструменты для обработки точных отверстий / С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.И. Кокарев. – М.: Машиностроение, 2003. – 253 с.
31. Іскович-Лотоцький Р.Д. Приводи автоматизованого устаткування. Ч. ІІ, ІІІ, ІV. Навч. посібник / Р.Д. Іскович-Лотоцький, І.В. Севостьянов. – Вінниця: ВДТУ, 2002.
32. Капустин Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др. – М.: Высшая школа, 2004. – 416 с.
33. Козочкина М.П. Виброакустическая диагностика процессов / М.П. Козочкина. – М.: ИКФ «Каталог», 2005. – 186 с.
34. Кочергин А.И. Шпиндельные узлы с опорами качения: Учеб.- метод. пособие / А.И. Кочергин, Т.В. Василенко. – Минск: БНТУ, 2007. – 124 с.
35. Крайнев А.Ф. Идеология конструирования / А.Ф. Крайнев. – М.: Машиностроение, 2003. – 384 с.
36. Краткий справочник металлиста / Под общ. ред. А.Е. Древаля, Е.А. Скороходова. – М.: Машиностроение, 2005. – 960 с.
37. Кузнецов А.П. Тепловой режим металлорежущих станков / А.П. Кузнецов. – М.: МГТУ Станкин, Янус-К, 2013. – 480 с.
38. Лазарева Т.Я. Интегрированные системы проектирования и управления в машиностроении: структура и состав / Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 236 с.
39. Малишко І.О. Системи інструментального забезпечення автоматизованих виробництв: Навч. посібник / І.О. Малишко, І.В. Кисельова – Донецьк: ДонНТУ, 2007. – 271 с.
40. Малярчук А.О. Приводи металорізальних верстатів та автоматизованого устаткування. Електропривод. Ч. І. Навч. посібник / А.О. Малярчук. – Вінниця: ВДТУ, 2001 – 68 с.
41. Маслов А.Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: Учебник для вузов / А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 2006. – 336 с.
42. Маслов А.Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента: Справочник / А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
43. **Матвеев В.Н.** Технологическая оснастка: Учеб. пособие / В.Н. Матвеев, А.П. Абызов, Н.А. Чемборисов. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 232 с.
44. Матюха П.Г. Теорія різання: Навч. посібник / П.Г. Матюха. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – 258 c.
45. Машиностроение: Энциклопедия. Технология изготовления деталей машин. Т. III-3 / А.M. Дальский, А.Г. Суслов, Ю.Ф. Назаров и др.; под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2000. – 800 с.
46. Машиностроение: Энциклопедия. Технология сборки в машиностроении. Том III-5 / А.А. Гусев, В.В. Павлов, А.Г. Андреев и др.; под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 2006. – 640 с.
47. Машиностроение: Энциклопедия. Измерения, контроль, испытания и диагностика. Том III-7 / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, B.H. Филинов и др.; под общ. ред. B.B. Клюева. – М.: Машиностроение, 1996. – 464 с.
48. Машиностроение: Энциклопедия. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование. Т. IV-7 / Б.И. Черпаков, О.И. Аверьянов, Г.А. Адоян; под ред. Б.И. Черпакова. – М.: Машиностроение, 2002. – 864 с.
49. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
50. Овсеенко А.Н. Формообразование и режущие инструменты: Учеб. пособие / А.Н. Овсеенко, Д.Н. Клауч, С.В. Кирсанов и др.; под ред. А.Н. Овсеенко. – М.: ФОРУМ, 2010. – 416 с.
51. Острейковский В.А. Теория надежности: Учебник для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
52. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: Учеб. пособие / Ю.В. Подураев. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
53. Полохин О.В. Нарезание зубчатых профилей инструментами червячного типа: Справочник / О.В. Полохин, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов; под. ред. Г.А. Харламова. – М.: Машиностроение, 2007. – 240 с.
54. Протасьев В.Б. Прогрессивные конструкции затылованных инструментов / В.Б. Протасьев, М.В. Ушаков, Ю.С. Степанов.; под. ред. Ю.С. Степанова. – М.: Машиностроение, 2004. – 236 с.
55. Проектирование автоматизированных участков и цехов: Учебник для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.А. Егоров, В.П. Вороненко и др.; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2000. – 272 с.
56. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 1: Проектирование станков / А.С. Проников, О.И Аверьянов, Ю.С. Аполлонов и др.; Под общ. ред. А.С. Проникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1994. – 444 с.
57. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 2 (в 2-х ч.): Расчет и конструирование узлов и элементов станков / А.С. Проников, Е.И. Борисов, В.В. Бушуев и др.; Под общ. ред. А.С. Проникова. – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1995.
58. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 3: Проектирование станочных систем / Под общ. ред. А.С. Проникова. – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, Изд-во МГТУ «СТАНКИН», 2000. – 584 с.
59. Режущий инструмент: Учебник для вузов / Д.В.Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов и др.; под ред. С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2007. – 528 с.
60. Рыжкин А.А. Обработка материалов резанием: Учеб. пособие / А.А. Рыжкин, К.Г. Шучев, М.М. Климов. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 411 с.
61. Рыжкин А.А и др. Основы теории надежности / А.А. Рыжкин, Б.Н. Слюсарь, К.Г. Шучев. – Ростов н/Д.: Изд. центр ДГТУ, 2002. – 182 с.
62. Рыжкин А.А. Поверхностное лазерное упрочнение режущего инструмента / А.А. Рыжкин, Г.И. Бровер, В.Н. Пустовойт. – Ростов н/Д.: Изд. центр ДГТУ, 1999. – 126 с.
63. Рыжкин А.А. Режущий инструмент: Учеб. пособие / А.А. Рыжкин, В.С. Каганов, В.С. Дмитриев. – Ростов н/Д.: Изд. центр ДГТУ, 2000. – 309 с.
64. Рыжкин А.А. Фасонные резцы: Учеб. пособие / А.А. Рыжкин, В.С. Каганов. – Ростов н/Д.: Изд. центр ДГТУ, 2001. – 135 с.
65. **Сердобинцев Ю.П.** Повышение качества функционирования технологического оборудования / Ю.П. Сердобинцев, О.В. Бурлаченко, А.Г. Схиртладзе.– Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 412 с.
66. Серебреницкий П.П. **Программирование автоматизированного оборудования: В 2-х частях / П.П. Серебреницкий, А.Г. Схиртладзе. – М.: Дрофа, 2008.**
67. Синопальников В.А Надежность и диагностика технологических систем: Учебник для вузов / В.А. Синопальников, С.Н. Григорьев. – М.: Высшая школа, 2005. – 342 с.
68. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: Справочник / Л.В. Худобин, А.П. Бабичев, Е.М. Булыжев и др. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.
69. Смирнов М.Ю. Расчет и проектирование фасонных резцов: Учеб. Пособие / М.Ю. Смирнов, Г.И. Киреев, В.В. Демидов. − Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 77 с.
70. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: Учеб. пособие для вузов / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – М.: Высшая школа, 2008. – 414 с.
71. Сосонкин В.Л. Программирование систем числового программного управления / В.Л. Сосонкин. – М.: Логос, 2008. – 344 c.
72. Справочник конструктора-инструментальщика / Под общ. ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2006. – 542 с.
73. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.М Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 912 с.
74. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 944 с.
75. Старков В.К. Физика и оптимизация процессов резания материалов / В.К. Старков. – М.: Машиностроение, 2009. – 640 с.
76. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А.Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.
77. Схиртладзе А.Г. Оборудование машиностроительных предприятий: Учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, В.И. Выходец и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 168 с.
78. Схиртладзе А.Г. Станочные гидравлические системы: Учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, В.И. Иванов. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 276 с.
79. Схиртладзе А.Г. Станочные приспособления: Учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. – М.: Высшая школа, 2001. – 110 с.
80. Схиртладзе А.Г. Ремонт технологических машин и оборудования: Учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Скрябин, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 432 с.
81. Схиртладзе А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: Учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2003. – 406 с.
82. Схиртладзе А.Г. Управление станками и станочными комплексами: Учебник / А.Г. Схиртладзе, М.С. Уколов, Г.Г. Сазонов. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 420 с.
83. Схиртладзе А.Г. Формообразующие инструменты в машиностроении: Учеб. пособие. Ч. 1: Инструменты общего назначения / А.Г. Схиртладзе, Л.А. Чупина, А.И. Пульбере. – Тирасполь: РИО ПГУ, 2004. – 308 с.
84. Схиртладзе А.Г. Формообразующие инструменты в машиностроении: Учеб. пособие. Ч. 2: Инструменты автоматизированного производства / А.Г. Схиртладзе, Л.А. Чупина, А.И. Пульбере. – Тирасполь: РИО ПГУ, 2004. – 208 с.
85. Таратынов О.В. Металлорежущие системы машиностроительных производств: Учеб. пособие для вузов / О.В. Таратынов и др.; под ред. О.В. Таратынова. – М.: МГИУ, 2006. – 288 с.
86. Таратынов О.В. Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ: Учеб. пособие для вузов / О.В. Таратынов и др.; под ред. О.В. Таратынова. – М.: МГИУ, 2006. – 380 с.
87. Технологическая оснастка машиностроительных производств. В 5-и т. / А.Г. Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2010.
88. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
89. Трембач Е.Н. Проектирование металлорежущего инструмента: Учебник / Е.Н. Трембач, Г.А. Мелетьев, А.Г. Схиртладзе и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 388 с.
90. Трембач Е.Н. Резание материалов: Учебник / Е.Н. Трембач, Г.А. Мелетьев, А.Г. Схиртладзе и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 512 с.
91. Фельдштейн Е.Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ: Учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск: Новое знание, 2008. – 299 с.
92. Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Режущий инструмент для обработки неэвольвентных профилей / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 112 с.
93. Физико-технологические основы методов обработки: Учеб. пособие / А.П. Бабичев и др.; под ред. А. П. Бабичева. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. – 411 с.
94. Черпаков Б.И. Металлорежущие станки / Б.И. Черпаков, Т.А. Альперович. – М.: Высшая школа, 2004. – 368 с.
95. Шагун В.И. Режущий инструмент. Проектирование. Производство. Эксплуатация: Учеб. пособие / В.И. Шагун. – Минск: НПОО «ПИОН», 2002. – 496 с.
96. Юркевич В.В. Испытания, контроль и диагностика металлообрабатывающих станков / В.В. Юркевич, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 552 с.
97. Юркевич В.В. Надежность и диагностика технологических систем: Учебник для вузов / В.В. Юркевич, А.Г. Схиртладзе. – М.: Академия, 2011. – 304 с.

**Дополнительная литература**

1. Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник / Под ред. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.
2. Абрамов О.В. Ультразвуковая обработка материалов / О.В. Абрамов, И.Г. Хорбенко, Ш. Швегла. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.
3. Автоматизированный электропривод / Под ред. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 446 с.
4. Автоматизированное проектирование и производство в машиностроении / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, А.Ф. Прохоров и др.; под общ. ред. Ю.М. Соломенцева, В.Г. Митрофанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
5. Автоматическая загрузка технологических машин: Справочник/ Под общ. ред. А.И. Клусова А.И. – М.: Машиностроение. 1990. – 400 с.
6. Автоматические линии в машиностроении: (проектирование и эксплуатация): Справочник. В 3-х т. / Ред. совет: А.И. Дащенко (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984.
7. Автоматическое управление торможением станочных электроприводов / Л.П. Петров, Р.Г. Подзолов, Л.В. Буштян. – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.
8. Активный контроль в машиностроении: Справочник / Под ред. Е.И. Педя. – М.:Машиностроение, 1978. – 652 с.
9. Альперович Т.А. Компьютерно-интегрированные производства и CALS-технологии в машиностроении / Т.А Альперович, В.В. Барабанов, А.Н.Давыдов и др.; под ред. Б.И. Черпакова. – М.: ГУП ВИМИ, 1999. – 512 с.
10. Андреев Г.И Электроприводы главного движения металлообрабатывающих станков с ЧПУ: производственно-практическое издание / Г.И. Андреев, М.А. Босинзон, А.И. Кондриков. – М. : Машиностроение, 1979. – 152 с.
11. Антонюк В.Е. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений / В.Е. Антонюк, В.А. Королев, С.М. Башеев. – Минск: Беларусь, 1969. – 392 с.
12. Армарего И.Дж. Обработка металлов резанием / И.Дж. Армарего, Р.Х. Браун; пер. с англ. В.А. Пастунова. – М.: Машиностроение, 1977. – 218 с.
13. Артамонов Б.А. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: Учеб. пособие. В 2-х т. / Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков, В.И. Дрожжалова и др.; под ред. В.П. Смоленцева. – М.: Высшая школа, 1983.
14. Артоболевский И.И. Основы синтеза машин автоматического действия / И.И. Артоболевский, Д.Я. Ильинский. – М.: Наука, 1983. – 280 с.
15. Аршанский М.М. Автоматизированные станочные комплексы (АСК): Учеб. пособие / М.М. Аршанский, Н.М. Султан-Заде, В.И. Козлов и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 86 с.
16. Аршанский М.М. Автоматизированное проектирование металлорежущих станков: Учеб. пособие. / М.М. Аршанский, В.А. Лизогуб, В.И. Козлов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 76 с.
17. Аршанский М.М. Вибродиагностика и управление точностью обработки на металлорежущих станках / М.М. Аршанский, В.П. Щербаков. – М.: Машиностроение, 1988. – 135 с.
18. Афонин В.Л. Обрабатывающее оборудование нового поколения: Концепция проектирования / В.Л. Афонин, А.Ф. Крайнев, В.Е. Ковалев, Д.М. Ляхов, В.В. Слепцов. – М.: Машиностроение, 2001. – 256 с.
19. Ашкиназий Я.М. Бесцентровые круглошлифовальные станки. Конструкции, обработка и правка / Я.М. Ашкиназий; под общ. ред. Б.И. Черпакова. – М.: Машиностроение, 2003. – 352 с.
20. Барботько А.И. Моделирование и исследование процесса резания материалов: Учеб. пособие / А.И. Барботько. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1998. – 368 с.
21. Башенко В.В. Электроннолучевые установки / В.В. Башенко. – Л.: Машиностроение, 1972. – 168 с.
22. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика: Справочное пособие / Т.М. Башта. – М.: Машиностроение, 1971. – 672 с.
23. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие средства для обработки материалов: Справочник / Е.Г. Бердичевский. – М. Машиностроение, 1984. – 224 с.
24. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
25. Богданович Л.Б. Гидравлические приводы / Л.Б. Богданович. – Киев, Вища школа, 1980. – 232 с.
26. Борисов Ю.С. Организация ремонта и технического обслуживания оборудования / Ю.С. Борисов. – М.: Машиностроение, 1978. – 360 с.
27. Болдин Л.А. Металлорежущие станки. Вопросы эксплуатации / Л.А. Болдин. – М.: Машгиз, 1957. – 260 с.
28. Бушуев В.В. Основы конструирования станков / В.В. Бушуев. – М.: Изд-во МГТУ «Станкин», 1992. – 200 с.
29. Васильев Г.Н. Автоматизация проектирования металлорежущих станков / Г.Н. Васильев. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с.
30. Васин С.А. Резание материалов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: Учебник для техн. вузов / С.А. Васин, А.С. Верещака, B.C. Кушнер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 448 с.
31. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями / А.С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993. – 336 с.
32. Вероман В.Ю. Ультразвуковая обработка, материалов / В.Ю. Вероман, А.Б. Аренков. – Л.: Машиностроение, 1971. – 167 с.
33. Вороничев Н.М. Автоматические линии из агрегатных станков / Н.М. Вороничев, Ж.Э. Тартаковский, В.Б. Генин. – М.: Машиностроение, 1979. – 487 с.
34. Врагов Ю.Д. Анализ компоновок металлорежущих станков: (Основы компонетики) / Ю.Д. Врагов. – М.: Машиностроение, 1978. – 209 с.
35. Гжиров Р.И. Инструментальные системы автоматизированного производства: Учебник для вузов / Р.И. Гжиров, В.А. Гречишников, В.Г. Логашев и др. – СПб.: Политехника, 1993. – 399 с.
36. Гжиров Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник / Р.И. Гжиров, П.П. Серебреницкий. – Л.: Машиностроение, 1990. – 588 с.
37. Генкин М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколова. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
38. Гибкие производственные комплексы. /Под ред. П.Н. Белянина и В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
39. Гибкое автоматическое производство / Под ред. С.А. Майорова и Г.В. Орловского. – Л.: Машиностроение, 1983. – 376 с.
40. Гидроприводы и гидропневмоавтоматика станков / Под ред. В.А. Федорца. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1987. – 375 с.
41. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А.К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
42. Грановский Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
43. Гутвин Б.Г. Автоматизация электроэрозионных станков / Б.Г. Гутвин. – Л.: Машиностроение, 1971. – 274 с.
44. Данилов В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резания / В.А. Данилов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 264 с.
45. Де Барр Д.А. Электрохимическая обработка / Д.А. Де Барр, А.Е. Оливер. – М.: Машиностроение, 1973. – 182 с.
46. Джонс Дж. К. Методы проектирования / Дж. К. Джонс. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
47. Заплетохин В.А. Конструирование деталей механических устройств: Справочник / В.А. Заплетохин. – Л.: Машиностроение. 1990. – 669 с.
48. Игнатов В.А. Электрооборудование современных металлорежущих станков и обрабатывающих комплексов / В.А. Игнатов, В.Б. Ровенский, Р.Т. Орлова. – М.: Высшая школа, 1991. – 96 с.
49. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для втузов / Г.Г. Иноземцев. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
50. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС / И.С. Фадюшин, Я.А. Музыкант, А.И. Мещеряков, А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
51. Камышный Н.И. Конструкции и наладка токарных автоматов и полуавтоматов / Н.И. Камышный, В.С. Стародубов. – М.: Высшая школа, 1988. – 256 с.
52. Качество машин: Справочник: в 2-х т. / Под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 1995.
53. Кинематика, динамика и точность механизмов: Справочник / Под ред. Г.В. Крейнина. – М.: Машиностроение, 1984. – 214 с.
54. Коваленко В.С. Технология и оборудование электрофизических и электрохимических методов обработки материалов / В.С. Коваленко. – К.: Вища школа, 1983. – 176 с.
55. Колев Н.С. Металлорежущие станки: Учеб. пособие для вузов / Н.С. Колев, Л.В. Красниченко, Н.С. Никулин и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.
56. Коновалов Е.Г. Основы электроферромагнитной обработки / Е.Г. Коновалов, Ф.Ю. Сакулевич. – Минск: Наука и техника, 1974. – 272 с.
57. Коновалов Е.Г. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхностей / Е.Г. Коновалов, В.А. Сидоренко. – Минск: Вышэйшая школа, 1968. – 363 с.
58. Кочергин А.И. Автоматы и автоматические линии: Учеб. пособие для втузов / А.И. Кочергин. – Минск: Вышэйшая школа, 1980. – 288 с.
59. Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов / А.И. Кочергин. – Минск: Вышэйшая школа, 1991. – 384 с.
60. Кочергин А.И. Основы надежности металлорежущих станков: Учеб. пособие для вузов / А.И. Кочергин. – Минск: Вышэйшая школа, 1982. – 175 с.
61. Крылов К.И. Применение лазеров в машиностроении и приборостроении / К.И. Крылов, В.Т. Прокопенко, Митрофанов А.С. – Л.: Машиностроение, 1978. – 336 с.
62. Кудинов В.А. Динамика станков / В.А. Кудинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 359 с.
63. Кузнецов М.М., Усов Б.А., Стародубов В.С. Проектирование автоматизированного производственного оборудования / М.М. Кузнецов, Б.А. Усов, В.С. Стародубов. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
64. Кузнецов Ю.И Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
65. Кумабэ Д. Вибрационное резание / Д. Кумабэ; пер. с яп. С.Л. Масленникова. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
66. Куприянов И.Л. Газотермические покрытия с повышенной прочностью сцепления / И.Л. Куприянов, М.А. Геллер. – Минск: Наука и техника, 1990. – 175 с.
67. Кучер И.М. Металлорежущие станки. Основы конструирования и расчета / И.М. Кучер. – М.: Машиностроение, 1970. – 721 с.
68. Кушнер В.С. Изнашивание режущих инструментов и рациональные режимы резания: Учеб. пособие / В.С. Кушнер. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 1998. – 246 с.
69. Лашнев С.И. Проектирование режущей части инструмента с применением ЭВМ / С.И. Лашнев, М.И. Юликов. – М.: Машиностроение, 1980. – 208 с.
70. Лашнев С.И. Расчет и конструирование режущих инструментов с применением ЭВМ / С.И. Лашнев, М.И. Юликов. – М.: Машиностроение, 1975. – 392 с.
71. Левин А.И. Математическое моделирование в исследованиях и проектировании станков / А.И. Левин. – М.: Машиностроение, 1978. – 184 с.
72. Лещенко В.А. Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением / В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.
73. Лисовой А.И. Технология монтажа и ремонта металлообрабатывающих станков и автоматических линий / А.И. Лисовой, Л.С. Глемба. – М.: Машиностроение, 1966. – 360 с.
74. Лисовой А.И. Устройство, наладка и эксплуатация металлообрабатывающих станков и автоматических линий / А.И. Лисовой. – М.: Машиностроение, 1971. – 432 с.
75. Лищинский Л.Ю. Структурный и параметрический синтез гибких производственных систем / Л.Ю. Лищинский. – М.: Машиностроение, 1990. – 312 с.
76. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента / Т.Н. Лоладзе. – М.: Машиностроение, 1982. – 320 с.
77. Макаров А.Д. Износ и стойкость режущих инструментов / А.Д. Макаров. – М.: Машиностроение, 1966. – 264 с.
78. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания / А.Д. Макаров. – М.: Машиностроение, 1976. – 278 с.
79. Марков А.И. Ультразвуковая обработка материалов / А.И. Марков. – М.: Машиностроение, 1980. – 237 с.
80. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов / Е.Н. Маслов. – М.: Машиностроение, 1974. – 320 с.
81. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных втузов / Под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 571 с.
82. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных втузов / Под. ред. А.С. Проникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
83. Металлорежущие станки: Учебник для вузов / Под ред. В.К. Тепинкичиева.  М.: Машиностроение, 1973. – 472 с.
84. Механическая обработка материалов: Учебник для вузов / А.М. Дальский, В.С. Гаврилюк, Л.Н. Бухаркин. – М.: Машиностроение, 1981. – 263 с.
85. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков с ЧПУ и промышленных роботов / О.П. Михайлов. – М.: Машиностроение, 1990. – 304 с.
86. Михайлов О.П. Высокомоментные двигатели для приводов подач металлорежущих станков / О.П. Михайлов. – М. : НИИМаш, 1979. – 36 с.
87. Михайлов О.П. Современный электропривод станков с ЧПУ и промышленных роботов / О.П. Михайлов, Р.Т. Орлова, А.В. Пальцев; под ред. Б.И. Черпакова. – М.: Высшая школа, 1989. – 111 с.
88. Михелькевич В.Н. Автоматическое управление шлифованием / B.Н. Михелькевич. – М.: Машиностроение, 1975. – 304 с.
89. Мрочек Ж.А. Основы технологии формирования многокомпонентных вакуумных электродуговых покрытий / Мрочек Ж.А., Эйзнер Б.А., Марков Г.В. – Минск: Наука и техника, 1991. – 94 с.
90. Муравьев К.Н. Ремонт металлорежущих станков / К.Н. Муравьев, И.К. Мурзин. – М.: Машгиз, 1963. – 280 с.
91. Муценек К.Я. Основы проектирования сборочных автоматов и автоматических линий / К.Я. Муценек. – Рига: Зинатне, 1981. – 223 с.
92. Нахапетян Е.Г. Диагностирование оборудования гибкого автоматизированного производства / Е.Г. Нахапетян. – М.: Наука, 1985 – 225 с.
93. Организация работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования машиностроительных заводов: Рекомендации / Сост. В.И. Клягин. – М.: ЭНИМС, 1982. – 46 с.
94. Орликов М.Л. Динамика станков: Учеб. пособие / М.Л. Орликов. – К.: Вища школа, 1989. – 272 с.
95. Основы научных исследований: Учебник для технических вузов / В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов и др.; под ред. В.И. Крутова. – М.: Высшая школа, 1989. – 399 с.
96. Остафьев В.А. Расчет динамической прочности режущего инструмента / В.А. Остафьев. – М.: Машиностроение, 1979. – 168 с.
97. Пекелис Г.Д. Технология ремонта металлорежущих станков / Г.Д. Пекелис, Б.Т. Гельберг. – Л.: Машиностроение, 1970. – 320 с.
98. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. / В.Н. Подураев. – М.: Машиностроение, 1977. – 304 с.
99. Подураев В.Н. Обработка резанием с вибрациями / В.Н. Подураев. – М.: Машиностроение, 1970. – 351 с.
100. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов / В.Н. Подураев. – М.: Высшая школа, 1974. – 590 с.
101. Подураев В.Н. Технология физико-химических методов обработки / В.Н. Подураев. – М.: Машиностроение, 1985. – 264 с.
102. Полторацкий Н.Г. Приемка металлорежущих станков: Справочное руководство / Н.Г. Полторацкий. – М.: Внешторгиздат: Станкоимпорт, 1969. – 1160 с.
103. Поляк М.С. Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения. В 2-х т. / М.С. Поляк. – М.: Л.В.М. - Скрипт: Машиностроение, 1995.
104. Попилов Л.Я. Основы электротехнологии и новые ее разновидности / Л.Я. Попилов. – Л.: Машиностроение, 1971. – 213 с.
105. Попилов Л.Я. Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов / Л.Я. Попилов. – М.: Машиностроение, 1971. – 543 с.
106. Проников А.С. Надежность машин / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
107. Проников А.С. Программный метод испытания металлорежущих станков / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1985. – 287 с.
108. Пуш В.Э. Автоматические станочные системы / В.Э. Пуш, Р. Пигерт, В.Л. Сосонкин. – М.: Машиностроение, 1982. – 319 с.
109. Пуш В.Э. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов / В.Э Пуш. – М.: Машиностроение, 1985. – 575 с.
110. Пуш А.В. Шпиндельные узлы. Качество и надежность / А.В. Пуш. – М.: Машиностроение, 1992. – 228 с.
111. Развитие науки о резании металлов / В.Ф. Бобров, Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев и др; под общ. ред. H.H. Зорева. – М.: Машиностроение, 1967. – 416 с.
112. Режущие инструменты, оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами, и их применение: Справочник / В.П. Жедь, Г.В. Боровский, Я.А. Музыкант и др. – М: Машиностроение, 1987. – 320 с.
113. Режущий инструмент и инструментальное обеспечение автоматизированного производства: Учеб. пособие для вузов / Е.Э. Фельдштейн, М.Л. Еременко, М.А. Корниевич и др.; под общ. ред. Е.Э. Фельдштейна. – Минск: Вышэйшая школа, 1993. – 424 с.
114. Резников А.Н. Тепловые процессы в технологических системах: Учебник для вузов / А.Н. Резников, Л.А. Резников. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
115. Резников А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов/ А.Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.
116. Решетов Д.Н. Надежность машин: Учеб. пособие / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев. – М.: Высшая школа, 1988. – 237 с.
117. Решетов Д.Н. Точность металлорежущих станков / Д.Н. Решетов, В.Т. Портман. – М.: Машиностроение, 1986. – 336 с.
118. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов / П.Р. Родин. – К.: Вища школа, 1986. – 455 с.
119. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов: Учебник для вузов / П.Р. Родин. – К.: Вища школа, 1990. – 423 с.
120. Родин П.Р. Основы формообразования поверхностей резанием: Учеб. пособие / П.Р. Родин. – К.: Вища школа, 1977. – 192 с.
121. Романов В.Ф. Расчеты зуборезных инструментов / В.Ф. Романов. – М.: Машиностроение, 1969. – 251 с.
122. Рыжкин А.А. Физические основы обработки материалов резанием: Учеб. пособие / А.А. Рыжкин, В.С. Дмитриев, М.М. Климов, К.Г. Шучев, А.И. Боков. – Ростов н/Д.: Изд. центр ДГТУ, 1996. – 354 с.
123. Рыкалин Н.Н. Лазерная обработка материалов / Н.Н. Рыкалин, А.А. Углов, А.Н. Кокора. – М.: Машиностроение, 1975. – 296 с.
124. Рыкалин Н.Н. Основы электронно-лучевой обработки материалов / Н.Н. Рыкалин, И.В. Зуев, А.А. Углов. – М.: Машиностроение, 1978. – 239 с.
125. Сакулевич Ф.Ю. Магнитно-абразивная обработка точных деталей / Ф.Ю. Сакулевич, Л.К. Минин, Л.А. Олендер. – Минск, Вышэйшая школа, 1977. – 287 с.
126. Самойлов В.С. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник / В.С. Самойлов, Э.Ф. Эйхманс, В.А. Фальковский и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
127. Сахаров Г.Н. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой и др. – М: Машиностроение, 1989. – 328 c.
128. Сахаров Г.Н. Обкаточные инструменты / Г.Н. Сахаров. – М.: Машиностроение, 1983. – 323 с.
129. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справочник / В.К. Свешников – М.: Машиностроение, 1995. – 448 с.
130. Седыкин Ф.В. Оборудование для размерной электрохимической обработки деталей машин / Ф.В. Седыкин, Л.Б. Дмитриев. – М: Машиностроение, 1980. – 277 с.
131. Седыкин Ф.В. Размерная электрохимическая обработка деталей машин / Ф.В. Седыкин. – М.: Машиностроение, 1972. – 302 с.
132. Семенченко И.И. Проектирование металлорежущих инструментов. Учебник для ВТУЗов / И.И. Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н.Сахаров. – М.: Машгиз, 1963. – 955 с.
133. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов / С.С. Силин. – М.: Машиностроение, 1979. – 152 с.
134. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
135. Соломенцев Ю.Н. Управление гибкими производственными системами / Ю.Н. Соломенцев, В.Л. Сосонкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 552 с.
136. Сосонкин В.Л. Программное управление технологическим оборудованием / В.Л. Сосонкин. – М.: Машиностроение, 1991. – 512 с.
137. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
138. Справочник конструктора-инструментальщика / Под общ ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1994. – 516 с.
139. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Г.Л. Амитан, И.A. Байсупов, Ю.М. Барон и др.; под общ. ред. В.А. Волосатова. – М.: Машиностроение, 1988. – 719 с.
140. Станочное оборудование автоматизированного производства. В 2-х т. / Под ред. В.В. Бушуева. – М.: Изд-во МГТУ «Станкин», Т.1, 1993; Т.2, 1994.
141. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Под общ. ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984.
142. Старков В.К. Дислокационные представления о резании металлов / В.К. Старков. – М.: Машиностроение, 1979. – 160 с.
143. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве / В.К. Старков. – М.: Машиностроение, 1989. – 297 с.
144. Старков В.К. Технологические методы повышения надежности обработки на станках с ЧПУ / В.К. Старков. – М.: Машиностроение, 1984. – 120 с.
145. Талантов Н.В. Физические основы процесса резания, изнашивания и разрушения инструмента / Н.В. Талантов. – М.: Машиностроение, 1992. – 240 с.
146. Тверской М.М. Автоматизированное управление режимами обработки деталей на станках / М.М. Тверской. – М.: Машиностроение, 1982. – 208 с.
147. Теория автоматического управления техническими системами: Учеб. пособие для студентов машино- и приборостроительных вузов / В.В. Солодовников, В.Н. Плотников, A.B. Яковлев – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1993. – 492 с.
148. Теория автоматического управления: Учебник для вузов/ В.Н. Брюханов, М.Г. Косов, С.П. Протопопов и др.; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1992. – 267 с.
149. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь, В.С. Ивашко, А.Ф. Ильющенко и др. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 583 с.
150. Техническое обслуживание и ремонт оборудования ГПС: Методические рекомендации. – М.: ЭНИМС, 1990. – 95 с.
151. Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования / Минстанкопром СССР, ЭНИМС. – М.: Машиностроение, 1988. – 672 с.
152. Трент Е.М. Резание металлов / Е.М. Трент; пер. с англ. Г.И. Айзенштока. – М.: Машиностроение, 1980. – 261 с.
153. Участки для электроэрозионной обработки рабочих деталей вырубных штампов и пресс-форм: Метод. рекомендации по проектированию / Эксперим. НИИ металлорежущих станков; [Сост. Кравец А.Т. и др.]. – М.: ОНТИ ЭНИМСа, 1983. – 47 с.
154. Федотёнок А.А. Кинематическая структура металлорежущих станков А.А. Федотёнок. – М: Машиностроение, 1970. – 408 с.
155. Фельдштейн Е.Э. Режущий инструмент и оснастка станков с ЧПУ: Справ. пособие / Фельдштейн Е.Э. – Минск: Вышэйшая школа, 1988. – 336 с.
156. Фотеев Н.К. Технология электроэрозионной обработки / Н.К. Фотеев. – М.: Машиностроение, 1980. – 184 с.
157. Харизоменов И.В. Электрооборудование и электроавтоматика металлорежущих станков: Учебник для втузов / И.В. Харизоменов. – М.: Машиностроение, 1975. – 264 с.
158. Четвериков С.С. Металлорежущие инструменты (проектирование и производство) / С.С. Четвериков. – М.: Высшая школа, 1965. – 731 с.
159. Черпаков Б.И. Эксплуатация автоматических линий / Б.И. Черпаков. – М.: Машиностроение, 1990. – 304 с.
160. Шатин В.П. Справочник конструктора-инструментальщика. Режущий и накатной инструмент / В.П. Шатин, Ю.В. Шатин. – М.: Машиностроение, 1975. – 456 с.
161. Шаумян Г.А. Автоматизация производственных процессов: Учебник для втузов / Г.А. Шаумян, М.М. Кузнецов, Л.И. Волчкевич. – М. Высшая школа, 1967. – 472 с.
162. Щербак М.В. Основы теории и практики электрохимической обработки металлов и сплавов / М.В. Щербак, М.А. Толстая, А.П. Анисимов, В.Х Постаногов. – М.: Машиностроение, 1981. – 263 с.
163. Электроприводы подач станков с ЧПУ: Справочное пособие / Е.А. Чернов, В.П. Кузьмин, С.Г. Синичкин. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1986. – 271 с.
164. Электроэрозионная и электрохимическая обработка. Расчет, проектирование, изготовление и применение электродов-инструментов. Ч. 1. Электроэрозионная обработка / Под ред. А.Л. Лившица и А. Роша. – М.: НИИМаш, 1980. – 224 с.
165. Электроэрозионная и электрохимическая обработка. Расчет, проектирование, изготовление и применение электродов-инструментов. Ч. 2. Электрохимическая обработка / Под ред. А.Л. Лившица и А. Роша. – М.: НИИМаш, 1980. – 164 с.
166. Этин А.О. Кинематический анализ и выбор эффективных методов обработки лезвийным инструментом / А.О. Этин, М.В. Юхвид. – М.: ЭНИМС, 1994. – 296 с.
167. Юликов М.И. Проектирование и производство режущих инструментов / М.И. Юликов, Б.И. Горбунов, Н.В. Колесов. – М.: Машиностроение, 1987. – 296 с.
168. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Л.А. Юткин. – М.: Машиностроение, 1986. – 253 с.
169. Явлинский К.Н. Вибродиагоностика и прогнозирование качества механических систем / К.Н. Явлинский, А.К. Явлинский. – Л.: Машиностроение, 1983. – 239 с.
170. Якобс Г.Ю. Оптимизация резания / Г.Ю. Якобс, Э. Якоб, Д. Кохан. – М.: Машиностроение, 1981. – 229 с.
171. Яхимович Д.Ф. Оборудование для размерной электрофизико-химической обработки деталей / Д.Ф. Яхимович. – М.: Машиностроение, 1981. – 44 с.
172. Ящерицын П.И. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учебник для вузов / П.И. Ящерицын, М.Л. Еременко, Е.Э. Фельдштейн. – Минск: Вышэйшая школа, 1990. – 512 с.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**2.1. Резание материалов**

Значение обработки резанием в машиностроении. Основные этапы становления и развития науки о резании, роль отечественных ученых. Сущность процесса механической обработки и общие требования к режущему инструменту. Геометрические параметры режущей части инструментов. Определение

основных элементов резания. Виды резания. Параметры срезаемого слоя. Кинематика резания. Система кинематических геометрических параметров. Расчет кинематических углов. Влияние элементов резания на геометрические параметры резцов. Углы инструмента в процессе резания.

Материалы режущих инструментов. Общие требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Углеродистые стали, их применение, основные марки. Влияние легирующих элементов на режущие свойства сталей. Низколегированные и быстрорежущие стали. Твердые сплавы. Безвольфрамовые твердые сплавы. Минералокерамика. Состав, свойства, марки и применение мине ралокерамики. Искусственные алмазы и композиционные материалы.

Резание как процесс пластической деформации. Механизм и закономерности пластического деформирования. Процесс стружкообразования. Механизм образования стружки при резании пластичных и хрупких материалов. Условная плоскость сдвига и плоскости скольжения. Определение положения условной плоскости сдвига. Определение угла текстуры. Виды стружек. Усадка стружки и нарост при резании. Влияние различных факторов на усадку стружки. Нарост при резании. Влияние нароста на процесс стружкообразования и качество поверхности. Влияние скорости резания на образование нароста. Динамика образования нароста в зависимости от различных факторов. Качество обработанной поверхности. Характеристика обработанной поверхности. Образование упрочнения обработанной поверхности и его характеристики. Влияние режимов резания, геометрии инструмента, материала на наклеп обработанной поверхности. Силы резания (механика резания). Уравнение механики резания. Разложение равнодействующих сил резания на составляющие. Влияние составляющих сил резания на станок, изделие, инструмент. Мощность, затрачиваемая на резание, усилие подачи. Определение сил резания. Влияние различных факторов на силы резания. Тепловой баланс при резании. Источники тепловыделения и их значение при различных скоростях резания. Температурное поле инструмента, изделия, стружки. Методы определения температуры резания. Экспериментальные методы.

Износ режущих инструментов. Причины. Кривые износа. Износостойкость инструментов. Зависимость износостойкости от скорости резания. Особенности трения при резании. Виды износа. Характер износа инструмента в зависимости от различных факторов. Методы измерения износа. Стойкость инструментов и скорость резания, допускаемая их режущими свойствами. Влияние глубины и подачи на показатель относительной стойкости и скорость резания. Основные законы резания. Влияние геометрических параметров инструмента, качества материала и других факторов на допустимую скорость резания. Методика расчета оптимального режима резания. Понятие об оптимальном режиме резания. Выбор глубины резания. Расчет подачи, ограниченной прочно- стью инструмента, прочностью механизма подач, точностью обработки, шероховатостью поверхности. Понятие о расчете режимов резания на ЭВМ.

Обработка отверстий. Последовательность и методы обработки отверстий. Параметры режущих инструментов. Элементы резания. Режимы резания при обработке отверстий. Износ, скорость, стойкость. Фрезерование. Назначение и особенность операций. Схемы фрезерования. Конструктивные элементы и геометрические параметры цилиндрических и торцевых фрез. Элементы резания при фрезеровании. Силы резания, работа и мощность при фрезеровании. Скорость резания, допускаемая свойствами фрезы. Износ фрез.

**2.2. Режущий инструмент**

Определение, назначение и классификация режущего инструмента. Требования к режущим инструментам, обеспечивающим высокую производительность, точность и качество обработанных деталей. Требования к инструментам для станков общего назначения, станков с ЧПУ и для автоматизированного производства.

Резцы, их типы, назначение, область применения. Конструктивные и геометрические параметры резцов. Формы заточки резцов по передней поверхности. Твердосплавные резцы (цельные, составные, сборные). Достоинства, недостатки. Формы заточки. Мероприятия по улучшению формирования и отвода стружки при точении. Резцы с режущими элементами из сверхтвердых инструментальных материалов. Фасонные резцы, их типы, назначение, область применения. Достоинства и недостатки. Конструктивные и геометрические пара- метры фасонных дисковых резцов.

Протяжки, их типы, назначение, область применения. Достоинства и недостатки. Схемы резания круглыми протяжками. Конструктивные и геометрические параметры протяжек, их назначение. Профиль зубьев и форма стружечных канавок протяжек. Средство для деления стружки на зубьях протяжек. Конструктивные особенности шлицевых и шпоночных протяжек. Схемы протягивания шлицевыми комбинированными протяжками. Протяжки наружные, область применения. Конструктивные особенности наружных протяжек.

Фрезы, их типы, назначение, область применения. Острозаточенные фре- зы, их типы. Конструктивные и геометрические параметры, профиль зубьев острозаточенных фрез. Твердосплавные фрезы. Наборы фрез. Фрезы с затылованными зубьями, их типы. Конструктивные и геометрические параметры. Кривые затылования. Способы затылования. Конструктивные особенности затылованных фрез со шлифованным профилем. Инструмент для обработки отверстий, их типы назначение, область применения.

Сверла (спиральные), их типы область применения. Конструктивные и геометрические параметры. Методы заточки сверл. Форма канавки сверла, достоинства и недостатки. Твердосплавные сверла. Сверла перовые, центровочные,

для глубокого сверления. Их типы, область применения, конструктивные и геометрические параметры.

Зенкеры, их типы, область применения. Конструктивные и геометрические параметры, профиль канавок. Твердосплавные зенкеры. Комбинирован-

ный инструмент для обработки отверстий.

Развертки, их типы, назначение. Конструктивные и геометрические пара- метры. Расточной инструмент, их типы, назначение, конструктивные и геометрические особенности.

Инструмент для нарезания резьбы. Резьбонарезные резцы, их типы, на- значение. Схемы резания, конструктивные и геометрические параметры. Резьбонарезные гребенки, их типы, назначение. Схемы резания, конструктивные и геометрические параметры. Резьбонарезные головки, их типы, назначение. Схемы резания, конструктивные и геометрические параметры. Метчики, их типы, назначение. Конструктивные и геометрические параметры. Схемы резания. Особенности конструкции, назначение, достоинства и недостатки бесканавочных, с шахматным расположением зубьев, твердосплавных метчиков. Плашки, их типы, назначение. Конструктивные и геометрические параметры. Резьбовые фрезы (дисковые, гребенчатые и др.), типы, назначение. Конструктивные особенности. Инструмент для выдавливания и накатывания резьбы (бесстружечные метчики, резьбонакатные ролики, резьбонакатные головки, резьбонакатные плашки), их типы, назначение. Конструктивные и геометрические параметры.

Инструмент для обработки зубьев цилиндрических колес, их типы, назначение. Инструменты, работающие с профилированием по методу копирования (дисковые зуборезные фрезы, пальцевые фрезы, зубодолбежные головки, протяжки для зубчатых колес наружного и внутреннего зацепления, шлифовальные круги), их типы. Основные принципы их работы, преимущества, недостатки, качество получаемой поверхности. Конструктивные и геометрические параметры. Инструменты, работающие с профилированием по методу обката (зубострогальные гребенки, червячные зуборезные фрезы, зуборезные долбяки, шеверы), их типы. Основные принципы их работы, преимущества, недостатки, качество получаемой поверхности. Конструктивные и геометрические параметры. Инструмент для обработки зубьев конических колес (зуборезные головки, зубострогальные резцы, дисковые фрезы, фрезы-протяжки), их типы, назначение. Основные принципы их работы. Конструктивные и геометрические параметры. Инструмент для обработки зубьев червячных колес (червячные зуборезные фрезы, червячные шеверы, абразивные червяки), их типы,

назначение. Основные принципы их работы. Конструктивные и геометрические параметры.

**2.3. Металлорежущие станки**

Основные определения. Классификация станков. Технико-экономические показатели и критерии работоспособности. Формообразование поверхности на станках. Кинематическая структура станков. Компоновка станков. Принципы построения. Основные узлы и механизмы станочных систем.

Станки токарной группы. Токарно-винторезные станки. Компоновка, основные узлы и характерные параметры. Конструкция станков. Токарные станки с ЧПУ. Компоновка, конструктивные особенности. Токарные многоцелевые станки: назначение и область применения станка; основные узлы; кинематическая схема станка; технологические возможности. Револьверные и карусельные станки. Назначение и область применения. Основные узлы и их конструкция. Особенности кинематических схем станков. Способы крепления заготовок и инструментов. Схемы обработки различных поверхностей на карусельных станках. Особенности компоновки. Токарные автоматы и полуавтоматы. На- значение и область применения станков. Классификация станков.

Фасонно-отрезные автоматы. Схемы обработки заготовок на станке. Основные узлы и их конструкция; кинематическая схема станка; наладка станка. Автоматы продольного точения. Схемы обработки заготовок на автомате продольного точения. Основные узлы и их конструкция; кинематическая схема станка; наладка станка.

Токарно-револьверные автоматы. Схемы обработки заготовок на станке. Основные узлы и их конструкция; кинематическая схема станка; наладка стан- ка. Многошпиндельные токарные автоматы и полуавтоматы. Схемы обработки заготовок на станке. Основные узлы и их конструкция; кинематическая схема станка; наладка станка.

Типы сверлильных станков. Виды операций, выполняемых на сверлильных станках. Вертикально-сверлильные станки. Назначение и область применения. Схемы компоновок. Основные узлы и их конструкция. Особенности кинематической схемы станка. Радиально-сверлильные станки. Назначение и область применения. Типы компоновок. Основные узлы и их конструкция. Особенности кинематической схемы станков; способы крепления заготовок и инструментов.

Назначение и область применения расточных станков. Типы расточных станков. Горизонтально-расточные станки. Назначение и область применения. Схемы обработки. Схемы компоновок. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематической схемы. Координатно-расточные станки. Назначение и область применения. Приспособления. Схемы компоновок. Особенности кинематической схемы. Конструкция отдельных узлов. Особенности станков. Отделочно-расточные станки. Алмазно-расточные станки. Назначение и область применения. Схемы обработки. Схемы компоновок. Особенности кинематической схемы. Конструкция характерных узлов. Точность отделочно-расточных станков.

Долбежные станки. Назначение и область применения. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематической схемы станка. Устройства, расширяющие технологические возможности долбежных станков. Устройства для крепления заготовок и инструментов.

Типы строгальных станков. Продольно-строгальные станки. Назначение и область применения. Типы продольно-строгальных станков. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематической схемы. Устройства расширяющие технологические возможности продольно-строгальных станков. Поперечно-строгальные станки. Основные узлы и их конструкция; особенности кинема- тической схемы станка. Устройства, расширяющие технологические возможности продольно-строгальных станков. Устройства для крепления заготовок и инструментов.

Назначение и область применения протяжных станков. Типы протяжных станков. Поверхности, обрабатываемые протягиванием. Горизонтально- протяжные станки для внутреннего протягивания. Схема наладки. Основные узлы и их конструкция. Вертикально-протяжные станки для внутреннего протягивания. Схема наладки. Схемы компоновки вертикально-протяжных станков. Основные узлы и их конструкция. Вертикально-протяжные станки для наруж- ного протягивания. Схемы компоновки. Основные узлы и их конструкция. Про- тяжные станки непрерывного действия.

Назначение и область применения фрезерных станков. Основные виды фрезерных станков. Горизонтально-фрезерные станки. Назначение и область применения. Компоновки. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематических схем. Вертикально-фрезерные станки. Продольно-фрезерные станки. Приспособления для фрезерных станков. Фрезерные станки с ЧПУ. На- значение и область применения. Компоновки. Основные узлы и их конструкция. Кинематическая схема.

Многоцелевые станки для обработки корпусных и плоских деталей. Область применения. Компоновки. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематических схем.

Назначение и область применения шлифовальных станков. Классификация шлифовальных станков. Способы крепления шлифовальных кругов. Балансировка круга. Правка шлифовальных кругов. Плоскошлифовальные станки. Назначение и область применения. Классификация плоскошлифовальных стан- ков. Схемы основных движений в плоскошлифовальных станках. Компоновки плоскошлифовальных станков. Опоры шлифовального шпинделя. Основные узлы; особенности кинематики. Круглошлифовальные станки. Назначение и область применения. Схемы основных движений в круглошлифовальных станках. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематики. Бесцентрово- шлифовальные станки. Назначение и область применения. Схемы работы бесцентрово-шлифовальных станков. Методы бесцентрового шлифования. Принципиальные схемы бесцентрово-шлифовальных станков. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематики. Внутришлифовальные станки. Назначение и область применения. Компоновка внутришлифовальных станков. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематики.

Зубообрабатывающие станки для обработки цилиндрических колес. Классификация и типовые варианты технологических процессов обработки зубчатых колес резанием. Методы обработки профилей зубьев цилиндрических колес. Схемы нарезания зубчатых колес. Зубофрезерные станки. Способы обработки зубчатых колес на зубофрезерных станках. Компоновки. Кинематическая структура зубофрезерного станка. Основные узлы и их конструкция; особенности кинематики. Зубодолбежные станки. Кинематическая структура зубодолбежного станка. Особенности кинематики. Основные узлы и их конструкция. Станки для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес. Зубошевинговальные станки: основные узлы и их конструкция; кинематическая схема.

Особенности зубообрабатывающих станков с ЧПУ. Структурная схема зубообрабатывающего станка с ЧПУ. Особенности компоновки; кинематическая схема. Основные конструктивные особенности станков с ЧПУ.

Зубошлифовальные станки: область применения; преимущества. Методы зубошлифования: варианты зубошлифования и форма контакта круга с изделием. Компоновка зубошлифовального станка с горизонтальной осью, работающего по методу обката с периодическим делением с двумя тарельчатыми кругами. Зубошлифовальные станки, работающие абразивным червячным кругом: кинематическая схема; принцип действия зубошлифовального станка с электронным управлением цепи обката. Зубошлифовальные станки, работающие методом единичного деления: область применения; особенности обработки; кинематическая схема зубошлифовального станка с коническим кругом, работающего методом обката с периодическим делением.

Зубообрабатывающие станки для обработки конических колес. Схемы нарезания и шлифования зубьев. Механизм модификации обката. Кинематические структуры станков. Станки для обработки прямозубых конических колес. Зубострогальные: назначение и область применения; основные узлы и их конструкция; кинематическая схема. Станки для обработки конических колес с дуговым зубом: назначение и область применения; основные узлы и их конструкция; кинематическая схема. Зубофрезерные станки: назначение и область применения; основные узлы и их конструкция; кинематическая схема.

Станки для электроэрозионной обработки. Взаимосвязь основных физико-химических процессов при электроэрозионной обработке. Схема электроэрозионной обработки. Классификация основных видов электроэрозионной обработки. Электроэрозионные копировально-прошивочные станки: назначение и область применения; компоновки; основные узлы; кинематическая схема. Особенности электроэрозионных вырезных станков: область применения; принципиальная схема вырезания проволочным электродом-инструментом; компоновки и технические характеристики; основные узлы и их конструкция.

Электроконтактная обработка. Принципиальная схема и разновидности электроконтактной обработки.

Ультразвуковые станки. Ультразвуковые воздействия, используемые в технологических целях. Структурная схема генератора ультразвуковых колебаний. Схемы ультразвуковых колебательных систем. Схема ультразвуковой абразивной обработки с использованием свободного абразива.

Основные типы автоматических линий (АЛ). Классификация АЛ. Автоматические Линии для обработки корпусных деталей. Планировка Автомати- ческих линий для обработки блока цилиндров двигателя автомобиля. Автоматическая линия для обработки базовых поверхностей. Автоматическая линия для обработки деталей типа тел вращения. Автоматическая линия для обработки валов электродвигателей. Роторные автоматические линии. Принципиальная схема роторной линии. Схема роторного автомата. Переналаживаемые автоматические линии.

Классификация и структурные схемы ГПС. Компоненты ГПС. Структурно-компоновочные схемы ГПС для механической обработки. Типовые схемы расположения оборудования ГПС. Гибкие производственные модули (ГПМ). Структура ГПМ. ГПМ для механической обработки корпусных деталей. Технические характеристики ГПМ. Основные компоновки станков в ГПМ для обработки корпусных и плоских деталей. Гибкие автоматизированные участки (ГАУ). ГАУ для обработки корпусных деталей. Структурно-компоновочная схема ГАУ «Талка-500».

Гибкие автоматические линии (ГАЛ). Устройство смены головок. Станок с поворотными шпиндельными коробками. Компоновочная схема агрегатных станков со сменными шпиндельными коробками. Автоматизированные транспортно-складские системы ГПС (АТСС). Типовая схема компоновок автоматизированных транспортно-складских систем. Автоматизация загрузочно-разгрузочных операций. Портальный промышленный робот. Напольный промышленный робот. Системы контроля качества продукции.

**2.4. Основы технологии машиностроения**

Технология машиностроения как отрасль науки. История ее развития. Вклад отечественных ученых в развитие технологии машиностроения. Задачи технологии машиностроения как отражение социальных и экономических проблем. Машина, как объект производства. Понятия: изделие, деталь, комплект, сборочная единица, комплекс, полуфабрикат, заготовка, исходная заготовка. Производственный и технологический процессы, его этапы. Типы производства - единичное, серийное и массовое и их технологическая характеристика. Понятие о машине и ее служебном назначении. Показатели качества машины. Пара- метры точности машины, детали.

Статистические методы исследования точности технологической операции. Необходимость изучения теории базирования, примеры. Положения теоретической механики, составляющие основу теории базирования. Понятия: "базирование", "база", "опорная точка", "комплект баз". Классификация баз по на- значению, числу лишаемых степеней свободы, характеру проявления. Проектные и действительные базы. Погрешность базирования, ее определение.

Силовое замыкание. Его необходимость, способы осуществления. Типовые схемы базирования. Размерные цепи как отражение объективных закономерностей в конструкции машины, в процессе ее создания. Понятие размерной цепи, составляющего и замыкающего звена. Классификация размерных цепей (линейные и угловые размерные цепи, конструкторские, технологические и из- мерительные). Формирование погрешностей замыкающего звена. Задачи расчета размерных цепей: прямая, обратная. Методика решения прямой и обратной задачи расчета. Достижение точности замыкающего звена размерной цепи методами полной и неполной взаимозаменяемости. Достижение точности замыкающего звена методами групповой взаимозаменяемости, методами регулировки и пригонки. Особенности расчета размерных цепей при различных способах достижения требуемой точности замыкающего звена.

Причины возникновения погрешностей сборочных процессов. Влияние связи между точностью формы и относительного расположения поверхностей и величиной расстояний между поверхностями. Влияние величины и последовательности приложения сил зажима на точность сборки, уменьшение этого влияния. Влияние на точность сборки попадания посторонних предметов в стыки между деталями, температурных деформаций. Получение требуемых связей свойств материалов. Три этапа технологической операции. Формирование погрешности установки и пути её уменьшения. Причины возникновения погрешности статической настройки. Управление точностью статической настройки. Формирование размера динамической настройки. Влияние жесткости технологической системы, вибраций, состояния режущего инструмента на точность обработки. Адаптивное управление обработкой для повышения точности и производительности изготовления деталей.

Технико-экономические показатели изготовления машин. Временные связи в производственном процессе. Основы технического нормирования. Пути повышения производительности. Сокращение расходов на материалы. Сокращение расходов на заработную плату. Сокращение расходов на оборудование, инструмент, электроэнергию. Роль автоматизации производства. Выбор методов достижения точности машины. Определение последовательности сборки. Выбор средств механизации и автоматизации сборки. Организация технологических процессов сборки.

Задачи проектирования технологических процессов изготовления деталей. Технологичность конструкции изделия и отдельных деталей. Выбор исходных заготовок. Выбор технологических баз. Определение видов обработки.

Формирование технологических операций. Оформление технологической документации. Групповая обработка и типизация технологических процессов.

**2.5. Проектирование инструментов**

Основные принципы работы и конструктивные элементы режущих инструментов. Инструментальные материалы. Основные понятия и определения

САПР режущего инструмента.

Расчет и конструирование токарных резцов: определение типа; расчет на прочность и жесткость; определение конструктивных и геометрических параметров; определение формы заточки по передней поверхности; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование фасонных круглых резцов: определение типа; определение конструктивных и геометрических параметров; графический и аналитический способы определения профиля фасонного резца; определение инструментального материала; назначение технических требований. Расчет и конструирование фасонных призматических резцов: определение типа; определение конструктивных и геометрических параметров; графический и аналитический способы определения профиля фасонного резца; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование внутренней шлицевой комбинированной протяжки: определение типа; определение схемы резания; определение конструктивных и геометрических параметров; определение профиля зубьев и формы стружечных канавок; расчет на прочность; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований. Особенности расчета и конструирования наружных протяжек.

Расчет и конструирование остроконечных фрез: определение типа; определение конструктивных и геометрических параметров; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований. Расчет и конструирование затылованных фрез: определение типа; определение конструктивных и геометрических параметров; профилирование; коррекционный расчет профиля фрезы с γа>0; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование спиральных сверл: определение типа; определение конструктивных и геометрических параметров; определение способа заточки; определение формы стружечной канавки; расчет и определение профиля канавочной фрезы для изготовления стружечной канавки сверла; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование цилиндрических зенкеров: определение типа; определение конструктивных и геометрических параметров; определение способа заточки; определение формы стружечной канавки; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование цилиндрических разверток: определение типа; определение конструктивных и геометрических параметров; определение способа заточки; определение формы стружечной канавки; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование резьбообрабатывающего инструмента. Особенности расчета и конструирования резьбонарезных резцов. Особенности расчета и конструирования резьбонарезных гребенок.

Расчет и конструирование цилиндрических метчиков: схемы резания; определение конструктивные и геометрические параметры; определение способа заточки; определение формы стружечной канавки; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование круглых плашек: определение конструктивных

и геометрических параметров; определение способа заточки; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование зубообрабатывающего инструмента. Расчет и конструирование дисковых зуборезных фрез: определение конструктивных и геометрических параметров; графический и аналитический способы определения профиля фрезы; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование червячных зуборезных фрез: определение конструктивных и геометрических параметров; графическое построение затылования; определение инструментального материала; назначение технических требований.

Расчет и конструирование зуборезных долбяков: определение конструктивных и геометрических параметров; профилирование; определение инструментального материала; назначение технических требований.

**2.6. Материаловедение**

Предмет материаловедения. Роль металлов в современной технике. Основы кристаллографии. Механические свойства материалов и методы их определения. Металлические и неметаллические материалы. Строение металлов и сплавов. Характерные свойства металлов. Атомно-кристаллическая структура металлов. Диаграмма состояния сплавов. Железоуглеродистые сплавы. Стали и чугуны.

Механизмы упругой и пластической деформации. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов. Текстура деформации. Нагрев, возврат, отдых, рекристаллизация. Строение сплавов. Правила фаз. Диаграмма состояния двойных сплавов. Связь диаграммы состояний со свойствами метал- лов. Равновесное и неравновесное состояние сплавов. Диаграмма состояния железо-цементит. Диаграмма состояния железо-углерод. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали. Классификация углеродистых сталей. Свойства и назначение чугуна. Маркировка чугуна. Применение чугунов.

Технология термической обработки стали. Закалка стали. Отпуск стали, Новые виды термической обработки. Физические основы химико-термической обработки. Назначение и виды цементации. Азотирование стали. Цианирование стали. Диффузионная металлизация. Виды поверхностной закалки и области ее применения. Закалка при индукционном нагреве. Поверхностная закалка при глубинном индукционном нагреве. Закалка при газоплазменном нагреве. Поверхностная закалка при нагреве лазером.

Классификация легированных сталей. Маркировка легированных сталей. Влияние легирующих элементов на свойства стали. Конструкционные инструментальные стали. Стали и сплавы с особыми свойствами. Жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы. Нержавеющие стали и сплавы. Высокопрочные мартенситостареющие конструкционные стали. Магний и его сплавы.

Алюминий и его сплавы. Деформируемые алюминиевые сплавы. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Литейные алюминиевые сплавы. Алюминиевые подшипниковые сплавы.

Медь и ее свойства. Латуни, их свойства, маркировка и применение. Медные припои. Бронзы. Состав и свойства бронз, их маркировка, свойства и применение

Пластмассы. Свойства и область применения пластиков. Резиновые материалы. Лакокрасочные материалы. Древесные материалы, их свойства. Керамика и стекла.

Понятие о технологии получения порошков, их прессовании и спекании. Состав, маркировка и обозначение порошковых сталей. Антифрикционные, фрикционные и конструкционные порошковые материалы.

Металлические фильтры и спеченные твердые сплавы. Основные типы композиционных материалов и принципы их создания. Материалы матриц и армирующих компонентов.

Наиболее распространенные машиностроительные конструкционные материалы. Пример выбора марки материала и режимов термической обработки деталей машин.

**2.7. Технологические процессы в машиностроении**

Введение и основные свойства металлов и сплавов. Содержание курса и его значение в подготовке специалистов. Основные термины и определения. Основные свойства машиностроительных материалов. Основы производства черных и цветных металлов. Производство чугуна. Железные руды, подготовка руд к плавке. Флюсы. Топливо. Огнеупорные материалы. Работа доменной печи. Образование чугуна и шлака. Продукты доменного производства. Процесс прямого (вне доменного) получения железа. Производство стали. Сущность процесса передела чугуна в сталь. Получение стали в кислородных конвертерах, мартеновских печах и электропечах. Разливка стали.

Производство меди. Медные руды и их подготовка. Получение черновой меди. Рафинирование меди.

Производство алюминия. Алюминиевые руды и их подготовка. Электро- литический способ получения алюминия.

Производство магния. Сырье для получения магния. Технология получения титана.

Основы производства неметаллических материалов.

Производство пластических масс и резины. Исходные материалы для по- лучения синтетических полимеров. Простые и сложные пластмассы. Конструкционные пластмассовые материалы.

Технология производства резины. Составляющие резиновой смеси, их подготовка, смешивание, каландирование. Вулканизация. Мягкая и твердая резина. Литейное производство. Технология литейного производств. Литейные сплавы и их свойства. Получение отливок в песчаных формах. Формовочные и стержневые смеси. Литниковые системы. Технология ручной формовки в опоках и почве. Машинная формовка. Получение жидкого металла в литейных цехах. Заливка, выбивка, обрубка и очистка отливок. Специальные способы литья. Литье в металлические формы, достоинства и недостатки. Центробежное литье, его сущность, особенности и области применения. Литье под давлением, особенности способа. Литье по выплавляемым моделям. Достоинства, недостатки и области применения способа. Литье в оболочковые формы. Области

применения способа литья в оболочковые формы. Особенности получения отливок из различных литейных сплавов. Особенности получения отливок из различных видов чугуна. Особенности получения стальных отливок и отливок из сплавов цветных металлов.

Обработка металлов давлением. Механизм пластической деформации реального металла. Деформационное упрочнение, возврат и рекристаллизация. Влияние состава, структуры, температуры скорости деформации, напряженного состояния сплава на пластичность.

Прокатка. Оборудование и инструмент, используемые при прокатке. Технология производства основных видов проката.

Ковка. Сущность и область применения. Оборудование, применяемое при ковке. Основные технологические операции ковки.

Штамповка. Объемная штамповка. Оборудование и инструмент, применяемые при объемной штамповке. Типы штампов. Специальные виды объем- ной штамповки. Листовая штамповка. Конструкции штампов. Разделительные и формообразующие операции. Специальные виды листовой штамповки.

Изготовление деталей из металлических порошков. Технология получения деталей из металлических порошков. Особенности деталей, полученных из порошков и области их применения.

Сварочное производство. Роль и значение сварочного производства. Классификация способов сварки. Физическая сущность сварки. Дуговая электрическая сварка. Электрическая дуга и ее свойства. Металлургические процессы, протекающие при сварке. Источники сварочного тока. Ручная дуговая сварка. Электроды, применяемые при ручной сварке. Технологические режимы сварки. Сварка под слоем флюса. Достоинства и области применения. Сварка в среде защитных газов. Сущность процесса сварки. Газы, используемые в качестве защитных. Области применения сварки. Электрошлаковая сварка и сварка плазменной струей. Особенности видов сварки и области применения. Виды

плазменной струи. Газовая сварка и резка. Сущность сварки и резки и области применения. Электрическая контактная сварка. Разновидности контактной сварки и области применения. Специальные виды сварки. Сварка трением. Сварка взрывом. Холодная сварка. Особенности сварки различных сплавов. Особенности сварки различных сталей, чугунов, сплавов цветных металлов. Пайка металлов и сплавов. Металлизация и напыление изделий.

**2.8. Технология машиностроения**

Основные понятия и определения. Основы теории базирования. Установка, координирование, закрепление объекта производства с требуемой точно- стью (установка). Статическая настройка технологической системы. Динамическая настройка технологической системы. Сокращение погрешности установки. Сокращение погрешности статической настройки. Сокращение погрешности динамической настройки.

Служебное назначение машины, анализ технических требований. Соответствие и достаточность технических требований служебному назначению. Задача достижения требуемой точности машины. Выявление и расчёт конструкторских и технологических размерных цепей.

Разработка схемы сборки. Выбор организационной формы технологического процесса сборки. Определение числа рабочих-сборщиков. Циклограмма сборки. Выбор средств механизации и автоматизации технологического процесса сборки. Объединение сборочных переходов в операции.

Монтаж валов на опорах скольжения. Уменьшение осевого и радиального биения валов на опорах скольжения. Монтаж валов на опорах качения. Уменьшение осевого и радиального биения. Обеспечение заданного натяга в опорах качения. Достижение требуемой точности положения вала относительно основных баз корпусной детали. Сборка цилиндрических зубчатых передач. Технические требования, методы достижения точности зацепления зубчатых колёс. Контроль качества зацепления зубчатых колёс. Сборка конических зубчатых передач. Технические требования. Методы достижения точности при монтаже конических колёс. Контроль качества зацепления. Сборка червячных передач. Технические требования, методы достижения точности при монтаже передач. Контроль качества зацепления.

Сущность процесса автоматического соединения деталей. Технологичность сборочной единицы и деталей при автоматической сборке. Выявление условий собираемости деталей при автоматической сборке. Методы достижения точности и режимы сборочного процесса. Формирование размерных и кинематических связей в процессе автоматической сборки. Автоматизация техно- логического процесса сборки с использованием автоматических сборочных машин. Автоматизация технологического процесса сборки с использованием промышленных роботов.

Служебное назначение корпусных деталей и технические требования на их изготовление. Материалы и методы получения заготовок для изготовления корпусных деталей. Типовой технологический маршрут для изготовления корпусных деталей. Обоснование выбора технологических баз для обработки корпусных деталей.

Методы обработки плоскостей корпусных деталей, применяемые в различных типах производства. Методы обработки главных и крепежных отверстий в корпусных деталях. Применяемое оборудование и режущий инструмент. Методы отделки плоских поверхностей и главных отверстий корпусных дета- лей. Особенности изготовления корпусных деталей в автоматизированном производстве.

Контроль корпусных деталей, автоматизированный контроль корпусов. Служебное назначение валов и технические требования к их изготовлению Материалы и методы получения заготовок валов. Типовой технологический маршрут изготовления валов. Подготовка технологических баз. Токарная обработка валов. Обработка шлицев и шпоночных пазов. Нарезание резьбы на валах. Методы отделочной обработки валов.

Особенности изготовления ходовых винтов. Методы нарезания винтовой поверхности на ходовых винтах. Особенности изготовления шпинделей. Выбор технологических баз. Методы отделки шпинделей.

Служебное назначение и технические требования к изготовлению цилиндрических зубчатых колес. Материал, термическая обработка и методы получения заготовок. Типовой технологический маршрут обработки цилиндрических зубчатых колёс. Методы нарезания цилиндрических зубчатых колёс. Методы отделки зубьев цилиндрических колёс. Контроль точности цилиндрических зубчатых колёс. Служебное назначение, нормы точности конических зубчатых

колёс. Обработка зубьев конических зубчатых колес. Контроль конических колёс. Изготовление деталей червячных передач. Служебное назначение, технические требования. Классификация червяков. Типовой технологический маршрут изготовления червяков. Методы нарезания и отделки винтовой поверхности червяков. Типовой технологический маршрут изготовления червячных колёс. Методы нарезания червячных колёс. Контроль деталей червячных передач.

**РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК К РАЗДЕЛУ 2**

**Основная литература**

1. Теория резания: математическое моделирование и системный анализ [Текст] : [монография] / С. Г. Емельянов [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 312 с.

2. Резание материалов [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. И. Барботько, А. В. Масленников. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 432 с. :

3. Резание материалов [Текст] : учебник / Е. Н. Трембач [и др.].- 4-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 512 с.

4. Режущий инструмент [Текст] : учебник для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] .- 3-е изд. - М. : Машиностроение, 2007. - 528 с.

5. Справочник инструментальщика [Текст] / Г. В. Боровский, С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова.- 2-е изд., испр. - М. : Маши- ностроение, 2007. - 464 с.

6. Металлорежущие станки [Текст] : учебник / В. Д. Ефремов [и др.]; под общ. ред. П. И. Ящерицына.- 5-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 696 с.;

7. Оборудование машиностроительных предприятий [Текст] : учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.] . - М. : Станкин, 2006. - 132 c.

8. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных втузов / под ред. В.Э.Пуша. - М.: Машиностроение, 1986. - 375с.

9. Станочное оборудование автоматизированного производства. /под ред. Бушуева В.В. М.: изд. Станкин, 1993, Т.1 - 584 с., 1994, Т.2 - 656 с.

10. Основы технологии машиностроения [Текст] : учебник для вузов / Б. М. Базров .- 2-е изд. - М. : Машиностроение, 2007. - 736 с.

11. Основы технологии машиностроения [Текст] : учеб. для вузов / И. М. Колесов .- 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2001. - 591 с.

12. Проектирование режущего инструмента [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Гречишников [и др.]; под общ. ред. Н. А. Чемборисова. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 263 c.

13. Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ [Текст] : учеб. пособие / под ред. О. В. Таратынова .- 2-е изд., доп. и перераб. - М. : МГИУ, 2006. - 380 с.

14. Материаловедение [Текст] : учеб. для вузов / под ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина.- 5-е изд., стер. - М. : ГТУМГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 648

с.

15. Материаловедение [Текст] : учеб. для втузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева.- 5-е изд., стер. - М. : Альянс, 2009. - 528 с.

16. Материаловедение и технология металлов [Текст] : учебник / под ред. Г. М. Фетисова .- 6-е изд., доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 877 с.

17. Управление технологическими процессами в машиностроении [Текст] : учебник для вузов / В. Ц. Зориктуев [и др.]; под общ. ред. В. Ц. Зориктуева. -Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 512 с.

18. Технологические процессы в машиностроении [Текст] : учебник для машиностроительных специальностей вузов / А. Г. Схиртладзе . - М. : Высш. шк., 2007. - 978 с.

19. Технологические процессы в машиностроении [Текст] : учеб. для вузов / С. И. Богодухов и [др.]; под ред. С. И. Богодухова. - Старый Оскол : ТНТ,

2011. - 624 с.

20. Технологические процессы в машиностроении [Текст] : учеб. для вузов / С. И. Богодухов [и др.]; под ред. С. И. Богодухова. - М. : Машиностроение, 2009. - 640 с.

21. Технология машиностроения [Текст] : учебник / Л. В. Лебедев [и др.] .- 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 528 с.

22. Технология машиностроения [Текст] : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов / под ред. С. Л. Мурашкина . - М. : Высш. шк., 2008., 278 с.;

23. Технология машиностроения [Текст] : учебник для вузов / А. Г. Суслов.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2007. - 430 с.;

**Дополнительная литература**

1. Детали машин и основы конструирования [Текст] : учебник для вузов / Д. В. Чернилевский . - М. : Машиностроение, 2006. - 656 с.

2. Детали машин и основы конструирования [Текст] : учебник для вузов / Г. И. Рощин [и др.] ; под ред. Г. И. Рощина, Е. А. Самойлова. - М. : Дрофа, 2006. - 416 с.

3. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] : учеб. пособие / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов .- 11 изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 496 с.

4. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ [Текст] : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; ред. А. Р. Маслов. - М. : Машиностроение, 2006. - 544 с.

5. Проектирование технологической оснастки [Текст] : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. -432 с.

6. Технологическая оснастка: вопросы и ответы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - Москва : Машиностроение, 2007. - 304 с.

7. Основы автоматизации технологических процессов и производств [Текст] : учеб. пособие для вузов/О. М. Соснин . - М. : Академия, 2007.- 240 с.

8. Средства автоматизации производственных систем машиностроения [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков . - М. : Высш. шк.,

2005. - 400 с.

9. САПР технологических процессов [Текст] : учебник для студ. вузов, обучающихся по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроитель- ных производств" / А. И. Кондаков . - Москва : Академия, 2007. - 272 с.

10. Основы технологии машиностроения [Текст] : учебник для вузов / Б.М. Базров .- 2-е изд. - М. : Машиностроение, 2007. - 736 с.

11. Основы технологии машиностроения [Текст] : учеб. для вузов / И. М. Колесов .- 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2001. - 591 с.

**РАЗДЕД 3. МАШИНЫ, АГРЕГАТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

**3.1. Основные требования, предъявляемые к машинам и агрегатам.**

**Общие параметры и показатели машин**

Классификация машин. Основные признаки классификации, характер воздействия на обрабатываемый продукт, структура рабочего цикла, степень механизации и автоматизации, сочетание в производственном потоке по технологическому назначению.

Технико-экономические показатели и оценка эффективности машин и комплексов. Коэффициент полезного действия, удельные затраты энергии, материалоемкость, габаритность. Физический и моральный износ машин. Возможность выполнения процессов прогрессивной технологии при высоких технико- экономических показателях. Высокая износостойкость рабочих органов машин и агрегатов. Способы повышения износостойкости. Структура механизмов. Основы кинематики и динамического анализа механизмов. Силовой расчет механизмов. Основы точностного анализа механизмов. Технологичность машин и агрегатов - соответствие их конструкций оптимальным способам изготовления и сборки при заданных объемах производства. Статическое и динамическое уравновешивание вращающихся частей машин. Рациональность конструкции машины: формы траектории и скоростей движения рабочих органов, конструкции исполнительных и передаточных механизмов. Унификация и нормализация деталей, а также блочность узлов машин. Значение стандартизации и стандартов в повышении технологичности и улучшении других показателей качества машин. Специальные требования по технике безопасности, пожаро-взрывобезопасности, предъявляемые к машинам и агрегатам. Надежность машин и агрегатов. Основные положения теории надежности. Классификация отказов. Ремонтопригодность машин и агрегатов. Количественное описание надежности. Долговечность элементов машин. Технический ресурс. Пути повышения надежности.

Обеспечение надежности оборудования на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации. Понятие надежности конструкции, методы определения интегрального параметра надежности и его составляющих на стадии проектирования. Общие принципы и методы проектирования оборудования. Понятие ресурса оборудования и методы его расчета для квазистатического и циклического нагружения. Накопление повреждений в конструкциях при наличии усталостных явлений. Напряженное деформированное состояние в тонкостенных оболочках. Толстостенные оболочки. Напряженные состояния. Напряжения в сопряжениях оболочек. Методы увеличения несущей способности.

Определение патентной чистоты и технического уровня изделий. Предметы изобретений. Аналоги и прототип. Описание изобретения. Оформление заявки на изобретение.

**3. 2. Конструкционные материалы,**

**применяемые для изготовления деталей машин и агрегатов**

Классификация материалов. Требования, предъявляемые к материалам деталей оборудования. Сопротивление истиранию, коррозионная стойкость, отсутствие химического взаимодействия с сырьем и готовым продуктом. Черные металлы. Углеродистая сталь (классификация, маркировка, область применения). Легированная сталь (классификация, маркировка, область применения). Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы (неорганические материалы, КМ на органической основе). Защита от коррозии. Специальные металлы, сплавы и неметаллические материалы, применяемые в машинах. Методы защиты металлов. Металлические и металлизированные покрытия, покрытия полимерными материалами, эмалевые и лакокрасочные покрытия.

**3. 3. Основные расчеты при проектировании машин**

Расчет производительности. Производительность машин непрерывного и циклического действия. Исходные данные для расчета производительности. Расчет потребной мощности привода рабочих органов машин. Последовательность проведения расчетов при конструировании машин и агрегатов. Основы динамического расчета элементов оборудования. Основные понятия. Свободные, вынужденные, параметрические и автоколебания деталей и узлов оборудования. Определение частоты собственных колебаний системы с несколькими степенями свободы. Расчет на прочность при наличии вибраций. Способы уменьшения вибраций узлов и деталей. Уравновешивание. Проектирование виброизоляции. Расчет и конструирование автоматов. Структурная схема автомата. Рабочий и холостой ход машины. Технологический, рабочий и кинематический циклы автоматов. Производительность машин-автоматов. Цикловые и внецикловые потери рабочего времени. Способы задания законов движения рабочих органов. Функция положения, передаточные функции. Характеристики законов движения. Выбор законов движения рабочих органов с учетом требований технологической производительности. Коэффициент динамичности приложения нагрузки. Исполнительные и передаточные механизмы машин. Общие требования. Классификация. Рычажные механизмы, винтовые механизмы, зубчатые механизмы, расчеты механизмов. Механизмы с гибкими звеньями. Гидравлические, пневматические и электрические приводы рабочих органов. Кинематическое и силовое замыкание цепи. Выбор способа замыкания. Пространственные и кулачковые исполнительные механизмы с прерывистым односторонним движением ведомого звена. Назначение и область применения. Мальтийские исполнительные механизмы. Мальтийские механизмы со встроенными зубчатой и планетарной передачами, силовой расчет мальтийских механизмов. Храповые и звездчатые исполнительные механизмы. Конструирование исполнительных механизмов прерывистого одностороннего движения.

**3. 4. Основные методы исследования машин и агрегатов**

Экспериментальный, аналитический и синтетический методы исследования. Экспериментальный метод. Основные этапы экспериментального исследования и их характеристика. Лабораторные, полупроизводственные и производственные установки. Понятие о моделировании процессов и аппаратов. Современные математические методы планирования многофакторных экспериментов. Полный факторный эксперимент. Достоинства и недостатки экспериментального метода исследования. Аналитический метод, его значение, основные этапы: математическое описание физического процесса, формулировка условий однозначности. Граничные условия. Достоинства и недостатки аналитического метода. Системный анализ технологических процессов. Синтетический метод исследования. Новейшие представления о подобии, как методе мышления в обобщенных переменных. Преимущества теории подобия по сравнению с экспериментальным и аналитическим методами исследования процессов и аппаратов. Геометрическое подобие. Константы и инварианты подобия. Подобие физических величин. Одноименные величины, сходственные точки и моменты времени. Формулировка подобия физических явлений. Первая теорема подобия - вывод, формулировка и применение. Вторая теорема подобия, ее формулировка и применение. Определение необходимого и достаточного числа критериев подобия в критериальном уравнении, описывающем конкретный процесс. Образование критериев и чисел подобия. Методика получения критериев подобия из дифференциальных уравнений. Образование критериев методом анализа размерностей. Третья теорема подобия - ее формулировка и применение. Методы математической обработки результатов измерений. Определение коэффициентов, входящих в критериальные уравнения, и показателей степеней в них. Этапы исследования процессов, аппаратов и машин методом теории подобия. Анализ синтетического характера третьего метода исследования.

3.5. Машины и агрегаты для подготовки шихтовых материалов к доменной

плавке

Способы подготовки шихтовых материалов к доменной плавке. Исходные материалы.

Машины агломерационных фабрик. Состав агломерационной фабрики. Машины для дроблений и окускования материалов. Грохота, питатели и дозаторы. Ленточные конвейеры. Смесители. Охладители агломерата.

Машины и агрегаты фабрик по производству окатышей. Состав фабрики по производству окатышей. Грануляторы. Конвейерная обжиговая машина. Шахтная печь. Способы продувки и газовоздушные сети агломерационных и обжиговых машин.

3.6. Машины и агрегаты доменных цехов

Состав доменного цеха. Типы планировки доменных цехов. Устройство и схема роботы доменной печи. Технико-экономические показатели доменной плавки. Современный уровень и перспективы развития доменного производства.

Машины и агрегаты склада шихтовых материалов. Передвижной башенный и роторный опрокидыватели вагонов. Расчет механизмов вагоноопрокидывателя. Типы и конструкции грейферных перегрузочных кранов. Расчет механизмов грейферного крана.

Машины и агрегаты бункерной эстакады. Система подачи материалов к скиповому подъемнику. Вагон-весы.

Механизмы рассева и подачи кокса в скип. Бункеры для кокса. Типы и конструкции грохотов. Расчет грохотов.

Устройства для подачи шихты в доменную печь. Устройство и расчет скипового подъемника. Система конвейерной подачи шихты.

Механизмы колошникового устройства доменной печи. Распределение шихтовых материалов при их загрузке в доменную печь. Типы и устройства засыпных аппаратов. Конструкция и принцип действия уравнительного клапана. Измеритель уровня шихты в доменной печи.

Механизмы и машины для обслуживания леток доменных печей. Чугунная и шлаковая летки печи. Машина для забивки чугунной летки. Сверлильная машина для вскрытия чугунной летки. Шлаковый стопор.

Механизмы и машины литейного двора. Состав литейного двора. Желоба. Чугуновозы и шлаковозы. Типы шлаковозов и расчет механизма опрокидывания чаши.

Машины и агрегаты для переработки продуктов доменной плавки. Разливочные машины и их расчет. Агрегаты грануляции шлака.

3.7. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов

Машины и агрегаты для обработки металлического лома и переработки металлической стружки. Копры и их расчет. Ножницы для резки металлических отходов. Брикетировочные и пакетировочные прессы. Огневая резка. Взрывная разделка металлического лома.

Миксерное отделение. Конструкции стационарного и передвижного миксеров. Расчет механизма наклона миксера. Машины для скачивания шлака.

Производство стали в кислородных конвертерах. Устройство и грузопотоки конвертерного цеха. Типы и конструкции кислородных конвертеров. Типы механизмов наклона кислородного конвертера и их расчет. Машины для подачи кислорода в конвертер. Машины для отсечки конечного ковертерного шлака. Сталевозы. Расчет механизма перемещения сталевоза.

Производство стали в электродуговых печах. Механизмы наклона печи. Механизм поворота корпуса печи. Механизм поворота свода печи. Механизм подъема свода. Механизм зажима электродов. Способы интенсификации плавки в дуговой печи.

Оборудование отделений внепечной обработки стали. Способы обработки стали и оборудование для их реализации. Продувочные устройства. Установки ковш-печь. Агрегаты для вакуумной обработки стали.

Оборудование разливочных отделений сталеплавильных цехов. Разливочные краны. Оборудование машин непрерывной разливки стали. Типы МНЛЗ, их достоинства и недостатки. Подъемно-поворотные стенды. Основные и промежуточные ковши. Машины для обслуживания промежуточных ковшей. Разливочные системы основного и промежуточного ковшей. Кристаллизаторы и механизмы их качания. Оборудование зоны вторичного охлаждения.

Оборудование зоны вторичного охлаждения. Тянущие клети. Машины для огневой и механической резки заготовки на мерные длины. Машины для ввода и уборки затравок.

3.8. Машины и агрегаты прокатных цехов

Типы прокатных станов и их продукция. Схемы расположения машин и

агрегатов в технологических линиях прокатных станов. Печи для нагрева заготовок. Прокатные клети и их типы. Прокатные валки и их подшипниковые опоры. Механизмы уравновешивания валков. Шпиндельные устройства. Ножницы холодной и горячей резки проката. Пилы. Расчет усилия резания проката. Правильные машины и прессы. Оборудование адьюстажного участка.

**РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК К РАЗДЕЛУ 3**

**Основная литература**

1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, М.В. Грановский. - М.: Наука, 1971. - 357 с.
2. Вейц, В.Л. Динамика управляемых машинных агрегатов / В.Л. Вейц, М.З. Каловский, А.Е. Кочура. - М.: Машиностроение, 1984. - 351 с.
3. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: Учебник для вузов /

В.Г. Воскобойников, В.А.Кудрин, А.М. Якушев. - 6-изд., перераб. и доп. –

М.: ИКЦ «Академкнига», 2005 - 768 с

1. Гейер, В.Г. Гидравлика и гидропривод / В.Г. Гейер. В.С. дулин, А.Н. Заря.- М.: Недра, 1991.
2. Гухман, А.А. Введение в теорию подобия. - М.: Наука, 1973, 254 с.
3. Детали машин : расчет и конструирование : справочник / Под ред.

Н. С. Ачеркана. – В 3-х т. – 3-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1968. –

Т. I – 440 с.; Т.2. – 408 с. ; Т.3.- 472 с.

7. Добровольский, В. А. Детали машин : учебник для машиностроительных вузов / В. А. Добровольский, К. И. Заблонский, С. Л. Мак, А.С. Радчик, Л.Б. Эрлих. – 3-е изд. - М.: Машиностроение, 1972. – 504 с.

1. Испытательная техника: справочник: в 2-х книгах / Ред. В. В. Клюев. - М.: Машиностроение, 1982. - Кн. 1. - 1982. - 528 с.
2. Испытательная техника: справочник: в 2-х книгах / Ред. В. В. Клюев. - М.: Машиностроение, 1982. - Кн. 2. - 1982. - 560 с.
3. Клюев, В.В. Справочник. Неразрушающий контроль и диагностика. - М.: Машиностроение, 1995. - 488 с.

Когаев, В. П. Прочность и износостойкость деталей машин : учеб. пособие для

машиностр. ВУЗов / В. П. Когаев , Ю.Я. Дроздов. - М.: Машиностроение,

1991.- 318 c.

1. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: Фролов К.В. и др. - М.: Машиностроение, 1997. – 1066 с.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов: учеб. для вузов /

А.И. Целиков [и др.].- Т. 1. -М.: Металлургия, 1987.- 438 с.

13. Николаев, Г. А. Сварные конструкции. Расчет и проек­тирование /

Г. А. Николаев, В. А. Винокуров. - М.: Высш. школа, 1990. - 446 с.

14. Орлов, П. И. Основы конструирования / П. И. Орлов. – В 3-х т.- М.:

Машиностроение, 1977. – Т.1.- 623 с.; Т.2.- 574 с.; Т.3.-357 с.

15. Пановко, Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Изд. 3-М.:

Машиностроение, 1976. – 319 с.

16. Петренко, А.И. Основы автоматизированного проектирования. - Киев:

Техника, 1982.-256 c.

17. Проников, А. С. Надежность машин / А. С. Проников. – М.:

Машиностроение.1978.– 295 с.

18. Расчеты на прочность в машиностроении. Т.3 / Под. ред. Пономарев С.Д. и др. - М.: Машгиз, 1959. – 1118 с.

19. Решетов, Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. - М.: Машиностроение, 1989. –

496 с.

20. Ривин, Е.И. Динамика привода станков / Е.И.Ривин. - М.: Машиностроение,

1966. - 83 с.

21. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем. — Мн.:

«Дизайн ПРО», 2004. — 640 с.

22. Трение, изнашивание и смазка : справочник в 2- х кн. / Под ред.

И. В. Крагельского и В. В. Алисина. М.: Машиностроение, 1978-1979. – 760 с.

23. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : учебник для ВУЗов /

В. И. Феодосьев. - М.: МГТУ, 2000. – 592 с.

24. Фролов, К.В. Теория механизмов и машин / К.В. Фролов, С.А. Попов,

А.К. Мусатов. - М.: Высш. шк., 1987.- 495 с.

25. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука /

Р. Шеннон. - М.: Мир. 1978. - 418 с.

26. Якушев, А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения :

учебник для втузов.-3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1974.- 470 с.

**Дополнительная литература**

1. Еронько, С.П. Физическое моделирование процессов внепечной обработки и разливки стали / С.П. Еронько, С.В. Быковских.- К.: Техніка, 1998.- 136 с.
2. Еронько, С.П. Разливка стали: оборудование, технология / С.П. Еронько, С.В. Быковских.- К.: Техніка, 2003.- 216 с.
3. Еронько, С.П. Расчет и конструирование оборудования для внепечной обработки и разливки стали / С.П. Еронько, С.В. Быковских, Е.В. Ошовская .- К.: Техніка, 2007.- 344 с.

4. Проектирование цехов сталеплавильного производства: учебник / К.Н. Вдовин [и др.].- Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. Гос. Техн. Ун-та им Г.И. Носова, 2016.- 505 с.

5. Куклев, А.В. Практика непрерывной разливки стали / А.В. Куклев, А.В. Лейтес. – М.: Металлургиздат, 2011. – 432 с.

6. Смирнов, А.Н. Непрерывная разливка стали А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, Е.В. Штепан. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 482 с.

7. Вдовин, К.Н. Непрерывная разливка стали. Гидромеханика машин непрерывного литья заготовок / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин, И.М. Ячиков.- Магнитогорск: Изд. Магнитогорск. Гос. Техн. Ун-та, 2014.- 348 с.

8. Валуев, Д.В. Непрерывная разливка стали и сплавов: учебное пособие / Д.В. валуев, Р.А. Гизатулин.- Томск: Изд. Томского политехн. Ун-та, 2014.- 406 с.

9. Столяров, А.М. Непрерывная разливка стали. Машины непрерывного литья заготовок: учебное пособие / А.М. Столяров, В.Н. Селиванов.- Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020.- 192 с.

10. Точилкин, В.В. Создание агрегатов и устройств технологических

машин / В.В. Точилкин, О.А. Филатова.- Магнитогорск: Изд-во. Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020.- 136 с.

11. Физическое моделирование технических систем сталеплавильного

производства: учебное пособие / С.П. Еронько [и др.].- Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021.- 324 с.

12. Инновационное металлургическое оборудование. Сталеплавильное производ

ство: учебное пособие / С.П. Еронько [и др.].- Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023.- 276 с.

13. Ткачев, М.Ю. Контрольно-измерительные приборы и автоматизация металлургического производства: учебное пособие / М.Ю. Ткачев, С.П. Еронько.- Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023.- 256 с.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| Российская государственная библиотека Российская национальная библиотека Библиотека Академии наук  Библиотека по естественным наукам РАН Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)  Государственная публичная научно-техническая библиотека  Научная библиотека Санкт-Петербургского госу- дарственного университета  Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | www.rsl.ru  [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru/) [www.rasl.ru](http://www.rasl.ru/) [www.benran.ru](http://www.benran.ru/) [www.viniti.ru](http://www.viniti.ru/)  [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru/) [www.geology.pu.ru/library/](http://www.geology.pu.ru/library/)  elibrary.ru |

Составители:

Зав. кафедрой МСМО, д.т.н., проф. В.В. Гусев

Зав. кафедрой ТМ, д.т.н., проф. А.Н. Михайлов

Зав. кафедрой МОЗЧМ, д.т.н., проф. С.П. Еронько

Программа утверждена на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования», протокол № 8 от 31.03.2023 г.

Программа утверждена на заседании кафедры «Технология машиностроения», протокол № 8 от 30 марта 2023 г.

Программа утверждена на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии имени В.Я. Седуша», протокол № 7 от 17.03.2023 г.