

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,  
д.т.н., профессор



Д. Е. Быков

«27» 12 2024 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
в аспирантуру СамГТУ**

по научной специальности

*2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки*

Самара 2024

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

## 2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по данной научной специальности.

## 3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

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

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

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

Минимальное количество баллов для каждой научной специальности, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла**.

**Шкала оценивания:**

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

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

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

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

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### РАЗДЕЛ 1. ТЕОРИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

#### 1.1 Кинематические и физические основы процесса резания

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

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

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

Общие представления о пластических деформациях и разрушении твердых тел.

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

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

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

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

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

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

## **1.2 Формирование свойств поверхностного слоя обработанных деталей**

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

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

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

Особенности различных технологических процессов обработки резанием (точение и

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

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

### **1.3 Физико-технические методы обработки материалов**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **РАЗДЕЛ 2. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**

### **2.1 Конструкции инструментальных систем**

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

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

Общие элементы и параметры конструкций режущих инструментов. Составные части

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

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

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

Инструментальные наладки. Инструментальные наладки для агрегатных станков и автоматических линий, для станков с ЧПУ. Наладки протяжных станков. Конструкции, состав, типовые конструктивные решения.

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

## **2.2 Основы рациональной эксплуатации, испытаний и исследования инструментов**

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

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

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

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

Консервация, складирование и транспортирование инструментов.

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

## **2.3 Проектирование инструментальных систем**

Технико-экономические показатели и критерии работоспособности инструмента. Методы проектирования режущих инструментов и инструментальных систем. Этапы проектирования. Структурная схема инструмента.

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

Профилирование режущего инструмента. Условия формообразования поверхностей при их обработке резанием, использование их при выборе размеров инструментов. Кинематические схемы резания и формообразования. Использование схем формообразования для разработки новых типов инструментов. Формообразование на уровне макроповерхности и микроповерхности. Погрешности, переносимые инструментом на деталь. Роль погрешностей сборки. Профилирование инструментов для обработки поверхностей вращения, винтовых, сферических и фасонных поверхностей, эвольвентных и неэвольвентных профилей.

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

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

Структура инструментообеспечения гибких производственных систем. Оптимизация резерва режущего инструмента.

Расчеты инструментов на прочность, жесткость и устойчивость.

## **РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **3.1 Методологические основы проектирования технологического оборудования**

Этапы проектирования технологического оборудования (ТО).. Проектные критерии и ограничения. Стандартизация при конструировании: унификация, типизация, агрегатирование. Модульный принцип конструирования.

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

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

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

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

Учет динамического критерия при проектировании ТО. Динамическая система станка. Статические и динамические характеристики. Частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ, АФЧХ). Основные показатели динамического качества. Критерии устойчивости динамической системы. Динамические модели УС станка. Динамические характеристики процесса резания и трения.

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

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

Художественное проектирование и эргономика ТО. Компонировки технологических

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

### **3.2 Оборудование механической и физико-технической обработки**

Общие сведения о технологическом оборудовании (ТО) машиностроительного производства. Взаимосвязь технологии и оборудования.

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

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

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

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

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

Системы автоматизированного управления станками. Классификация систем управления станками. Узлы системы управления. Управление с помощью кулачков, упоров, копиров. Токарные автоматы и полуавтоматы. Автоматы фасонно-продольного точения. Токарно-револьверные автоматы. Многошпиндельные автоматы. Назначение, кинематика, расчет настройки.

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

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

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

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

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

Технологическое оборудование гибких производственных систем (ГПС). Характерные особенности ГПС. Типы ГПС. Уровни автоматизации ГПС. Структурные и

компоновочные схемы ГПС.

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

### **3.3 Расчет и конструирование приводов и базовых узлов станков**

Кинематический расчет коробок передач. Структурная формула. Графоаналитический метод расчета приводов станка. Выбор оптимального варианта множительной структуры. Структуры с наложением скоростей. Особенности построения структуры с многоскоростным двигателем. Построение структурных сеток и графиков частот вращения. Коробки передач со сложной структурой.

Расчет чисел зубьев групповых передач. Метод наименьшего кратного. Кинематический расчет приводов при использовании бесступенчатого регулирования.

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

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

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

Корпусные детали и узлы. Станины: конструктивные особенности; формы. материалы. Расчет базовых деталей на жесткость.

Направляющие станков. Классификация. Форма поперечного сечения. Направляющие смешанного трения: материалы и термообработка; регулировка зазоров; защита направляющих. Гидродинамические направляющие: определение подъемной силы и силы трения; рекомендации по выбору размеров; варианты исполнения смазочных канавок. Гидростатические направляющие: системы питания карманов; замкнутые и разомкнутые направляющие; эксплуатационные характеристики; формы карманов; область применения. Аэростатические направляющие: особенности эксплуатации; жесткость и несущая способность; рекомендации по выбору размеров; область применения. Направляющие качения: классификация; материал и термообработка; размеры и число тел качения; способы создания и контроля предварительного натяга; расчет направляющих качения на прочность, жесткость, долговечность, потери на трение.

### **3.4 Исследование, испытания и диагностирование технологического оборудования**

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

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

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

Исследование геометрических и кинематических характеристик оборудования, точности и жесткости технологического оборудования, износа, динамических и шумовых характеристик. Исследование термоупругих характеристик технологического оборудования.



Автоматизация экспериментальных исследований станков. Измерительно-диагностические комплексы.

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

Испытания на надежность. Акустические испытания. Динамические испытания. Температурные испытания.

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

### **3.5 Эксплуатация и ремонт технологического оборудования**

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Автоматизация и механизация производства. Учебное пособие / Б.И. Черпаков, Л.И. Вереина. – М.: Академия, 2004. – 384 с.
2. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ [Электронный ресурс]: монография/ В.И. Аверченков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6989>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н.М. Капустин,

П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе [и др.]. – М.: Высшая школа, 2004. – 415 с.

4. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Базаров, А.А. Обработка материалов методами электротехнологии : учеб. пособие / А.А. Базаров, А.И. Данилушкин, В.А. Данилушкин; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2018.- 226 с.

6. Бесцентровые круглошлифовальные станки. Конструкции, обработка и правка / Я.М. Ашкиназий. – М.: Машиностроение, 2003. – 352 с.

7. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки [Текст] : учеб. пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов; Кузбас. гос. техн. ун-т. - Кемерово, 2006. - 204 с.

8. Верболоз Е.И. Технологическое оборудование [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров и магистров направления 151000 - Технологические машины и оборудование/ Верболоз Е.И., Корниенко Ю.И., Пальчиков А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 205 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19282>.— ЭБС «IPRbooks»

9. Герасименко В.Б. Технические основы создания машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Герасименко В.Б., Фадин Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 162 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28406>.— ЭБС «IPRbooks».

10. Гаспарова, Л.Б. Обоснование основных технических характеристик станков токарной группы : учеб. пособие/Л.Б. Гаспарова, О.Ю. Казакова, Э.С. Гаспаров; Самар.гос.техн.ун-т, Автоматизированные станочные и инструментальные системы.- Самара, 2016,-117 с- Режим доступа: [https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els\\_samgtu|elib|2588](https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu|elib|2588)

11. Гаспарова, Л.Б. Обоснование основных технических характеристик приводов станков фрезерной группы :учеб. пособие/Л.Б. Гаспарова, О.Ю. Казакова, Э.С. Гаспаров; Самар.гос.техн.ун-т, Автоматизированные станочные и инструментальные системы.- Самара, 2017.- 96 с- Режим доступа: [https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els\\_samgtu|elib|3043](https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu|elib|3043)

12. Горохов, В.А. Проектирование и расчет приспособлений [Текст]: учеб. / В.А.Горохов, А.Г. Схиртладзе. - 2-е изд., перереб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 301 с.

13. Гречишников В.А. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства / В.А. Гречишников, А.Р. Маслов, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе. – М.: Высш. школа, 2001. – 272 с.

14. Григорьянц, А.Г. Технологические процессы лазерной обработки : Учеб.пособие / А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов, А.И. Мисюров.- М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.- 663 с.

15. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков; под ред В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2005. – 368 с.

16. Гуреев, Д.М. Лазерная и лазерно-ультразвуковая обработка материалов : моногр. / Д.М. Гуреев; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2011.- 243 с.

17. Гуртяков А.М. Расчет и проектирование металлорежущих станков [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гуртяков А.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 136 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34708>.— ЭБС «IPRbooks»

18. Данилов В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резания / В.А. Данилов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 264 с.

19. Денисенко, А.Ф. Расчет и конструирование шпиндельных узлов на подшипниках качения: учебное пособие/ А.Ф.Денисенко, М.В. Якимов; Самар.гос.техн.ун-т, Автоматизированные станочные и инструментальные системы.- Самара, 2017.-170 с- Режим доступа: [https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els\\_samgtu|elib|3067](https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu|elib|3067)

20. Денисенко, А.Ф. Техническое обслуживание и ремонт металлорежущих станков [Текст]: Учеб. пособие станков / А.Ф. Денисенко, А.И. Фролов, А.П. Сидорчук.- Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. - 253 с.

21. Ермолаев Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием. – М.: Машиностроение, 2003 – 272 с.: ил.

22. Железнов, Г.С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов

- : учеб. / Г.С. Железнов, А.Г. Схиртладзе.- Старый Оскол, ТНТ, 2013.- 455 с.
23. Зубарев Ю.М. Современные инструментальные материалы: учебник / О.М. Зубарев. – СПб.: издательство «Лань». 2008. – 224 с.
24. Иванов Ю.И. Проектирование фасонного режущего инструмента. Учебное пособие (гриф УМО АМ)/Самар. гос. тех. университет; Самара, 2005. 116 с.
25. Идеология конструирования / А.Ф. Крайнев. – М.: Машиностроение, 2003. – 384 с.
26. Инструментальная оснастка для высокоэффективного резания: справ. / А.Р. Маслов. - М. : ИТО, 2008. - 113 с.
27. Инструменты для обработки точных отверстий / С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.И. Кокарев. – М.: Машиностроение, 2003. – 253 с.
22. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС / И.Л. Фадюшин, Я.А. Музыкант, А.И. Мещеряков, А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
23. Инструментальные системы автоматизированного производства: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Р.И. Гжиров, В.И. Гречишников, В.Г. Логашев [и др.]. – СПб.: Политехника, 1993. – 399 с.
24. Инструменты из сверхтвердых материалов/ Под.ред. Н.В. Новикова ; ред. Н.В. Новиков. - М. : Машиностроение, 2005. - 554 с.
25. Кожевников Д.В. Резание материалов: учебник для высш. Учебн. Заведений / Д.В. Кожевников, С.В. Кирсанов; Под общ. ред. С.В. Кирсанова. – М., Машиностроение, 2007. – 304 с.
26. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В. и др. Режущий инструмент. Учебник. – М.: Машиностроение, 2004. 512 с.
27. Козочкина М.П. Виброакустическая диагностика процессов / М.П. Козочкина (МГТУ им. Баумана). - М.: ИКФ "Каталог", 2005.-186 с.
28. Комплексные способы эффективной обработки резанием / Ю.М. Ермаков. – М.: Машиностроение, 2005. – 272 с.
29. Конструирование и оснащение технологических комплексов [Электронный ресурс]/ А.М. Русецкий [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2014.— 317 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29463>. Конструирование и оснащение технологических комплексов [Электронный ресурс]/ А.М. Русецкий [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2014.— 317 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29463>.— ЭБС «IPRbooks»— ЭБС «IPRbooks»
30. Коротков В.А. Износостойкость машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Коротков В.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 42 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20694>.— ЭБС «IPRbooks»
31. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 307 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20390>.— ЭБС «IPRbooks»
32. Маслов А.Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: учебник. – М.: Машиностроение, 2006. – 512 с.
33. Маслов А.Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
34. Металлорежущие станки: учеб. пособие / В. Д. Ефремов [и др.]. - 5-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 695 с.
35. Металлорежущие станки / Б.И. Черпаков, Т.А. Альперович. – М.: Высш. школа, 2004. – 368 с.
36. Металлорежущие станки с ЧПУ: Уч.пос. / В.Б. Мещерякова - М.:НИЦ ИНФРА-М,2023 - 336 с.
37. Михайлова, Л.Н. Испытания и исследование станков: учеб.пособие / Л.Н. Михайлова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2014.-123 с.
38. Можин Н.А. Станки с числовым программным управлением [Электронный ресурс]: справочник/ Можин Н.А., Гришин К.В.— Электрон. текстовые данные.— Иваново: Ивановский государственный политехнический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25505>.— ЭБС «IPRbooks»
39. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования: учеб. / ред. А.Н.

Батищев. - М. : КолосС, 2007. - 424 с.

40. Надежность и диагностика технологических систем: учеб. / Ю.А. Бондаренко [и др.]- Старый Оскол, ТНТ, 2017.- 211 с.

41. Научно-технические технологии машиностроительного производства : физ.-хим.методы и технологии: учеб.пособие / ред. Б.П. Саушкин.- М, Форум, 2013.- 925 с.

42. Носенко, В.А. Физико-химические методы обработки материалов : учеб.пособие / В.А. Носенко, М.В. Даниленко.- Старый Оскол, ТНТ, 2017.- 195 с.

43. Обработка деталей на станках с ЧПУ / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск.: Вышэйшая школа, 2006. – 287 с.

44. Обработка металлов резанием (2-е издание) / А.А. Панов. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.

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

43. Основы программирования систем числового программного управления: учеб. пособие / А.В. Кузьмин, А.Г. Схиртладзе. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 239 с

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

45. Перспективные промышленные технологии лазерной обработки; Инфра-Инженерия, 2023.- Режим доступа: [https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els\\_samgtu|iprbooks|133064](https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu|iprbooks|133064)

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

47. Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ: учеб.пособие / Под ред.О.В. Таратынова. - 2-е изд.,доп.и перераб. - М. : МГИУ, 2006. - 378 с.

48. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3 т. Т.1: Проектирование станков; Т.2: Расчет и конструирование узлов и элементов станков; Т.3: Проектирование станочных систем / Под общей ред. А.С. Проникова – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, Т.1, 1994; Т.2, 1995; Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Изд-во «Станкин», Т. 3, 2000. – 3 т.

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

50. Проектирование участков и цехов машиностроительных производств: учеб.пособие / А.Г. Схиртладзе, В.П. Вороненко, В.В. Морозов и др. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 451 с

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

52. Процессы формообразования и инструментальная техника: учеб. пособие / С.Н. Григорьев [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 327 с.

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

54. Расчет, моделирование и конструирование приводов металлорежущих станков: учебное пособие/Самар.гос.техн.ун-т, Технология машиностроения, станки и инструменты; сост. А.Ф.Денисенко.- Самара, 2019.-182 с- Режим доступа: [https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els\\_samgtu|elib|3716](https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu|elib|3716)

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

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

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

58. Режущие инструменты учеб.пособие / В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, А.Г. Схиртладзе и др. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 384 с.

58. Режущий инструмент: учеб.пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич, М.И. Михайлов. - М. : Новое знание, 2007

59. Ремонт технологического оборудования: Уч. / А.Г. Схиртладзе - М.:КУРС,НИЦ ИНФРА-М,2022 - 352 с.

60. Рыжкин А.А. Обработка материалов резанием: учебное пособие / А.А. Рыжкин, К.Г. Шучев, М.М. Климов. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 411 с.
61. Серебrenицкий, П.П. Современные электроэрозионные технологии и оборудование : учеб.пособие / П.П. Серебrenицкий .- 2-е изд., доп. и перераб..- СПб, Лань, 2013.- 352 с.
62. Синопальников В.А Надежность и диагностика технологических систем: Учеб. для студентов вузов/ В.А. Синопальников, С.Н. Григорьев.- М.: Станкин, 2003 - 331 с.
63. Синтез и анализ компоновок металлорежущих станков [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проектированию по дисциплинам «Металлорежущие станки» и «Проектирование станочного оборудования»/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 22 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17697>.— ЭБС «IPRbooks»
64. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: справ. / А.И. Ящура. - М. : НЦ ЭНАС, 2006. - 355 с.
64. Скуратов Д.Л., Трусов В.Н., Андрюхина Т.Н. Формообразование поверхностей деталей. Обработка материалов резанием: учебное пособие: Самара. СамГТУ, 2011-175 с.
65. Скуратов Д.Л., Трусов В.Н. Резание и режущий инструмент. Лабораторный практикум. – Самара, СамГТУ, 2012. – 175 с.
66. Солоненко В.Г. Резание материалов и режущий инструмент: учебн. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – М.: Высш. Шк., 2007. – 414 с.
67. Сотников, В.И. Станочное оборудование машиностроительных производств: учеб.: в 2 ч. / В.И. Сотников, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ. Ч.1. - 2015. - 415 с.
68. Сотников, В.И. Станочное оборудование машиностроительных производств: учеб.: в 2 ч. / В.И. Сотников, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ. Ч.2. - 2015. - 407 с.
69. Справочник конструктора-инструментальщика / Под ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2006. – 542 с.
70. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / А.М. Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова – М.: Машиностроение, 2001. – 2 т.
71. Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.И. Аверченков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 216 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7009>.— ЭБС «IPRbooks»
72. Станочные приспособления: Учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Д. Новиков. – М.: Высш. школа, 2001. – 110 с.
73. Схиртладзе, А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств [Текст] : учеб.пособие / А.Г. Схиртладзе, Т.Н. Иванова, В.П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2007. - 706с.
74. Схиртладзе А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: Учебное пособие для студентов вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков; под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Высшая школа, 2003.- 406с.
75. Схиртладзе, А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: отрезные агрегатные ГПМ, ГПС. Ал. Эксплуатация и обслуж. станков: учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, Т. Н. Иванова, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 183 с.
76. Схиртладзе, А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: станки для обраб. резанием и электрофизикохим. обраб.: учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе, Т.И. Иванова, В.П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2016.
77. Теория резания / П.И. Ящерицын, М.А. Корниевич, Е.Э. Фельдштейн. – М.: Высш. школа, 2005. – 512 с.
78. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учеб. / В.П. Иванов. -Минск : Техноперспектива, 2007. - 458 с.
79. Технология и оборудование лазерной обработки. Часть 2; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014.- Режим доступа: [https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els\\_samgtu||iprbooks||31648](https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||31648)
80. Технология производства режущего инструмента: Учеб. пособие/ Ю.С. Звягольский,

В.Г. Солоненко, А.Г. Схиртладзе. – М.: Высш. шк., 2010. – 334 с.: ил.

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

82. Управление станками и станочными комплексами: учеб. / Б.М. Бржовский [и др.] ; под ред. проф. В.В. Мартынова. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 387 с.

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

84. Фещенко В.Н. Справочник конструктора. Книга 1. Машины и механизмы [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Фещенко В.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2015.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40250>.— ЭБС «IPRbooks»

84. Фещенко В.Н. Справочник конструктора. Книга 2. Проектирование машин и их деталей [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Фещенко В.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2015.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40251>.— ЭБС «IPRbooks»

85. Формообразование и режущие инструменты: учеб. пособие / А.Н. Овсеенко [и др.]. -М. : ФОРУМ, 2010. - 415 с.

86. Худобин Л.В. Технологии и техника применения смазочно-охлаждающих жидкостей при механической обработке [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Худобин Л.В., Булыжев Е.М.— Электрон. текстовые данные.— Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2013.— 232 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21543>.— ЭБС «IPRbooks»

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

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

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

90. Чёсов Ю.С. Кинематический расчет привода главного движения металлорежущих станков [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чёсов Ю.С.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45098>.— ЭБС «IPRbooks»

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

92. Юркевич, В.В. Жизненный цикл металлорежущих станков: мониторинг состояния : моногр. / В.В. Юркевич, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин.- Старый Оскол, ТНТ, 2014,- 551с

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