

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра проектирования технологических машин

“УТВЕРЖДАЮ”

Зав. отделом подготовки кадров
высшей квалификации

д.т.н., Драгунов В. П.



2024 г.

ПРОГРАММА

Кандидатского экзамена по специальности

2.5.5 –Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

по техническим наукам

Новосибирск, 2024

Программа обсуждена на заседании кафедры ПТМ , протокол заседания кафедры № 7
от 30.08.2024

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 9 от
23.10.2024

Программу разработал:

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Янпольский В.В.



Ответственный за образовательную программу:

доцент, д.т.н. Иванцовский В.В.



Основная программа

Введение

Программа разработана в соответствии с Паспортом научной специальности 2.5.5. «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». В основу данной программы положены следующие дисциплины: металлорежущие станки и инструменты, оборудование машиностроительного производства, управление процессами и объектами машиностроения, технология машиностроения, расчет и конструирование станков, теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки.

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

1.1 Содержание специальности, проблемы стоящие перед технологией и оборудованием современного машиностроения.

1.2. Основные задачи, решаемые механическими и физико-техническими методами, их удельный вес в общей трудоемкости изделий в машиностроении и направления развития.

1.3 Обработка материалов резанием и физико-техническими методами – основной элемент технологии современного машиностроения.

1.4 Фондообразующая роль станкостроения в машиностроительной отрасли. Значение станков для производства машин.

1.5 Основные направления развития станкостроения и инструментальной промышленности по показателям технического уровня.

1.6 Современные тенденции и пути обеспечения конкурентоспособности станочного оборудования и инструментов. Международная динамика рынка станков и инструментов.

2. Обработка резанием

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

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

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

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

2.5 Технологические среды и их действие. Обработка с ограниченным использованием СОЖ.

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

2.7 Понятие о стойкости инструмента; формы износа рабочих поверхностей инструмента при резании, его зависимость от вида обрабатываемого материала, режимов резания; понятия о кривых износа и периоде стойкости.

2.8 Критерии затупления инструмента; их назначение в зависимости от вида операции и типа инструмента. Понятие размерного износа различных видов инструмента.

2.9 Оптимизация режима резания, ее методы и критерии. Физические и экономические требования к оптимизации.

2.10 Связь режимов обработки с качеством поверхностного слоя. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием.

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

2.12. Силы резания, их методика расчета.

3. Режущий инструмент

3.1 Роль и значение режущих инструментов в металлообработке.

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

3.3 Назначение конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания. Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки.

3.4 Методы крепления и базирования режущих элементов сборных инструментов. Требования к конструкции крепежно-присоединительной (корпусной) части инструментов при скоростной и сверхскоростной обработке.

3.5 Стандартизация и сертификация режущих инструментов.

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

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

3.8 Настройка инструмента на размер на станке и вне станка. Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента.

3.9 Инструментальное обеспечение различных производств.

4. Интенсификация процессов механической обработки

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

4.2 Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки – ротационное (бреющее) и вибрационное резание, в т.ч. ультразвуковое и иглофрезерование.

4.3 Комбинированные методы обработки резанием, совмещающее воздействие на материал снимаемого слоя нескольких физических и химических явлений. Перспективы развития.

4.4 Резание в специальных технологических средах, с опережающим пластическим деформированием (ОПД), нагревом (терморезание), электромеханические методы лезвийного резания и химико-механические методы абразивной обработки.

5. Физико-технические методы обработки

5.1 Понятие физико-химической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов в т.ч. механических, тепловых, электрических и химических в специальных технологических средах.

5.2 Физико-химический механизм обработки, как средство снятия с заготовки слоя материала в виде продуктов анодного растворения (электромеханическая обработка), эрозионного разрушения (электроэрозионная обработка), а также плавление и испарение металла (лазерная и электроннолучевая обработка).

5.3 Классификация существующих методов физико-химической обработки и теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования совокупности использования известных физических, химических и других явлений.

6. Типы металлорежущих станков и их классификация

6.1 Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажи и каталоги металлорежущих станков.

6.2 Особенности конструкций станков основных групп.

6.3 Методика формирования цены на станки с учетом их качества.

6.4 Международная стандартизация и сертификация станков и их комплектующих. Конкурентоспособность металлорежущих станков.

7. Кинематика станков

7.1 Формообразование поверхностей на обрабатываемых деталях. Методы получения производящих линий.

7.2 Классификация движений в станках. Настройка параметров движений.

7.3. Кинематические связи в станках. Структурный анализ станков.

8. Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов

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

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

8.3 Особенности построения технологического процесса обработки на металлорежущих станках различных типов.

9. Основные показатели качества и этапы проектирования станочного оборудования

- 9.1 Основные показатели качества металлообрабатывающего оборудования.
- 9.2 Точность станочного оборудования. Причины возникновения различных видов погрешностей (геометрических, кинематических, упругих, температурных, динамических).
- 9.3 Надежность станков. Общие понятия. Виды отказов оборудования. Резервирование.
- 9.4 Производительность станков. Факторы, влияющие на производительность.
- 9.5 Показатели качества, характеризующие гибкость станочных систем.
- 9.6 Технологичности конструкций станков, пути ее повышения.
- 9.7 Составление технического задания на разработку станка на основе технологической подготовки проектирования.
- 9.8 Определение основных конструктивных и технологических параметров станков. Методы формирования показателей и критериев оценки технического уровня станка по его выходным характеристикам.
- 9.9 Формирование компоновочного решения и несущей системы станков. Определение конструктивных параметров.
- 9.10 Разработка кинематической схемы, выбор типа управления и системы диагностирования.
- 9.11 САПР станков. Многокритериальная оптимизация в задачах проектирования станков. Формирование требований к основным системам станка.
- 9.12 Понятия о сквозном методе проектирования и изготовления изделий CAD-CAM-CAE. Параметрические твердотельные модели.
- 9.13 Разработка математических моделей конструкций и процессов, происходящих в станках.
- 9.14 Методы оценки качества технологического оборудования на этапах проектирования и сборки.

10. Основные системы станка и их проектирование и расчет

- 10.1 Принципы конструирования мехатронных узлов. Основные преимущества их использования в станках.
- 10.2 Направляющие прямолинейного и кругового движения. Конструирование и расчет направляющих смешанного трения, гидростатических, гидродинамических и качения.
- 10.3 Конструирование и расчет коробок скоростей и подач.
- 10.4 Шпиндельные узлы с подшипниками качения и скольжения, гидростатическими и гидродинамическими. Особенности конструирования высокоскоростных шпинделей.
- 10.5 Механизмы для осуществления прямолинейных движений. Механизмы для осуществления периодических движений. Механизмы для микроперемещений.
- 10.6 Механизмы подачи. Механизмы фиксации. Механизмы автоматической смены инструментов. Магазины инструментов и заготовок (компоновки). Зажимные приспособления металлорежущих станков.
- 10.7 Несущая система станка. Требования, предъявляемые к элементам несущей системы.
- 10.8 Способы смазывания, подшипников, зубчатых передач и муфт.

10.9 Экспериментальные исследования металлорежущих станков, методики проведения и обработки результатов.

11. Электрооборудование станков

11.1 Устройство и основные характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока. Высокмоментные двигатели постоянного тока; двигатели для вентильного привода; шаговые двигатели; линейные двигатели.

11.2 Механические характеристики двигателей: разгон, торможение и регулирование скорости.

11.3 Системы регулируемого электропривода станков. Построение электроприводов на базе микропроцессоров и микроЭВМ.

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

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

11.6 Аппаратура и схема электрического управления металлорежущими станками:

12. Гидравлический привод станков

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

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

12.3 Схемы и конструкции основных элементов гидропривода:

- насосы и гидромоторы;
- цилиндры;
- контрольно-регулирующая аппаратура;
- распределительная аппаратура;
- фильтры.

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

12.5 Электрогидравлические приводы станков с ЧПУ:

- следящие золотники;
- гидроусилители крутящего момента;
- насосные установки

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

13. Автоматизация станков. Программное управление станками.

Автоматические станочные системы

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

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

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

13.4 Классификация систем программного управления. Системы: контурные, позиционные, прямоугольные, универсальные. Системы управления многооперационными станками. Области применения станков с программным управлением.

13.5 Структура систем программного управления. Понятие об основных узлах устройств ЧПУ (интерполяторы, устройства управления приводом и др.). Системы группового числового управления станками. Датчики перемещения в станках с ЧПУ.

13.6 Процесс программирования. Программоносители и устройства для ввода программы.

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

13.8 Роботы и манипуляторы.

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

13.10 Гибкие автоматизированные производственные системы (ГПС). Основные понятия. Область применения.

13.11 Стратегии создания автоматических заводов (АЗ).

13.12 Моделирование станочных систем.

14. Особенности станков для физико-технических методов обработки

14.1 Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки, их место среди других методов размерной обработки материалов и общие вопросы построения станков.

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

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

14.4 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.

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

14.6 Ультразвуковые станки, физические основы их работы, кинематика обрабатывающей системы, в т.ч. магнитострикционные и ультразвуковые преобразователи. Технологические характеристики размерной ультразвуковой обработки.

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

14.8 Станки для электрохимических методов обработки. Основные виды обработки: непрерывная, импульсная, циклическая. Выбор их оптимальной последовательности и параметров, закономерности анодного растворения, электролиты, конструкции катодов.

14.9 Установки для электрохимической обработки типовых деталей. Средства интенсификации процесса обработки. Автоматизация электрохимического оборудования.

14.10 Станки для лучевых методов обработки: электроннолучевая обработка и лазерная обработка, принципы действия и физические схемы, установки, области применения. Применение для изделий приборостроения.

14.11 Станки для комбинированных методов обработки, их классификация. Станки для электроконтактных и анодно-механических методов обработки; физические схемы, технологические установки, области применения.

15. Эксплуатация станков и станочных систем

15.1 Установка станков на фундамент, их выверка и крепление.

15.2 Испытание станков на холостом ходу и при резании.

15.3 Диагностика станков, инструментов и механизмов смены и загрузки инструмента.

15.4 Особенности эксплуатации станочных автоматических линий.

15.5 Особенности эксплуатации станков с ЧПУ и ГПС.

15.6 Системы технического обслуживания и ремонта.

15.7 Проблемы модернизации станков.

Литература

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

2. Баранчиков В.И. и др. Справочник конструктора-инструментальщика. М.: Машиностроение, 1994.

3. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. М.: Машиностроение, 2000.

4. Вороничев Н.М., Тартаковский Ж.Э., Генин В.Б. Автоматические линии из агрегатных станков. М.: Машиностроение, 1979.

5. Гжиров Р.И., Гречишников В.А. и др. Инструментальные системы автоматизированного производства. Учебник для вузов. С.-Пб., Политехника, 1993.

6. Гибкие производственные комплексы. /Под ред. Беянина П.Н. и. Лещенко В.А. М.: Машиностроение, 1984.

7. Гибкое автоматическое производство. /Под ред. Майорова С.А. и Орловского Г.В. Л.: Машиностроение, 1983.
8. Дальский А.М. и др. Механическая обработка материалов. Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1981.
9. Иванцовский В.В. Гибридное металлообрабатывающее оборудование. Технологические аспекты интеграции операций поверхностной закалки и абразивного шлифования : монография / В.В. Иванцовский, В.Ю. Скиба. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 348 с.
10. Иноземцев Г.Г. Проектирование режущего инструмента. Учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1984.
11. Качество машин. Справочник в 2-х томах. /Под ред. Сулова А.Г. М.: Машиностроение, 1995.
12. Комплексная оценка качества конструкций технологического оборудования : учеб.-метод. пособие / Е.А. Зверев, Н.В. Вахрушев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 64 с.
13. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. М.: Машиностроение, 1990.
14. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1982.
15. Машиностроение. Энциклопедия. Технология изготовления деталей машин. Т. 111-3. /Под ред. Сулова А.Г., 1999.
16. Машиностроение. Энциклопедия. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование. Т.IV-7. /Под ред. Черпакова Б.И. М.: Машиностроение, 1999.
17. Моделирование несущих систем технологических машин / Ю.И. Подгорный, В.Ю. Скиба, А.В. Кириллов, В.Н. Пушкин, И.А. Ерохин, Д.Ю. Корнев // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. - 2014. - № 2 (63). - С. 91-99.
18. Остафьев В.А. Расчет динамической прочности режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1979.
19. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. М.: Машиностроение, 1977.
20. Проектирование металлорежущего оборудования : учеб. Пособие / Ю.С. Чёсов, С.В. Птицын. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 104 с.
21. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем. /Под ред. Проникова А.С., Т.1, 2 (в 2-х частях), 3, М.: Машиностроение, МГТУ им. Баумана, 1994-1995 гг.
22. Проников А.С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1978.
23. Пуш В.Э. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1986.
24. Расчет и конструирование металлорежущих станков : учеб. пособие / В.Ю. Скиба, С.В. Птицын, В.В. Иванцовский, Е.А. Зверев. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2023. – 236 с.
25. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах. – М.: Машиностроение, 1990.
26. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1986.
27. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. Учебник для вузов. Киев: Высшая школа, 1990.
28. Сахаров Г.Н. и др. Металлорежущие инструменты. Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1989.

29. Свешников В.К. Станочные гидроприводы (Справочник, 3-е издание), М.: Машиностроение, 1995.
30. Скиба В.Ю. Оборудование машиностроительного производства. Металлорежущие станки : учеб. пособие / В.Ю. Скиба, В.В. Иванцовский. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. – 144 с.
31. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов. М.: Машиностроение, 1979.
32. Сосонкин В.Л. Программное управление станками. М.: Машиностроение, 1981.
33. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. Дальского А.М. и др. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2001.
34. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. М.: Машиностроение, 1989.
35. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000.
36. Таратынов О.В. и др. Проектирование и расчет режущих инструментов на ЭВМ. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1990.
37. Трент Е.М. Резание металлов. М.: Машиностроение, 1980.
38. Участки для электроэрозионной обработки рабочих деталей вырубных штампов и пресс-форм. М.: ОНТИ, ЭНИМС, 1983.
39. Черпаков Б.И. Эксплуатация автоматических линий. М.: Машиностроение, 1990.
40. Электроэрозионная и электрохимическая обработка, часть I и II. М.: НИИИМАШ, 1980.
41. Этин А.О., Юхвид М.В. Кинематический анализ и выбор эффективных методов обработки лезвийным инструментом. М.: АО ЭНИМС, 1994.
42. Юркевич В.В., Схиртладзе А.Г. Надежность и диагностика технологических систем : учебник. – М.: Академия, 2011. – 304 с.
43. Якобс Г.Ю., Кохан Д. Оптимизация резания. М.: Машиностроение, 1981.
44. Ящерицын П.И. и др. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах. М.: Высшая школа, 1990.

Дополнительная программа

1. Технологии и оборудование физико-технических методов обработки

1.1 Физические основы работы лазеров. Твердотельные лазеры, их классификация, состав, назначение, работа основных устройств. Газовые лазеры, их классификация, состав, назначение, работа основных устройств. Фокусировка излучения, оптические формирующие системы, требования к оптическим материалам.

1.2 Технологические лазерные комплексы. Лазерная и газолазерная резка металлических и неметаллических материалов. Производительность и качество реза. Лазерная сварка металлов и сплавов, основные технологические характеристики. Влияние пространственных, временных и спектральных характеристик лазерного луча на точность отверстий.

1.3 Лазерная гравировка и маркировка, технологические схемы, предельное разрешение.

1.4 Устройство установок электронно-лучевой обработки, состав и назначение основных узлов. Электронные пушки для размерной обработки и сварки. Электронно-лучевая размерная обработка.

1.5 Устройство дуговых электроплазменных установок, состав и назначение основных узлов. Классификация плазмотронов. Методы стабилизации дуги плазмотрона. Плазменная резка материалов. Производительность и качество реза. Технологические установки для плазменной резки металлов и сплавов.

1.6 Методы генерации ультразвуковых колебаний (УЗК). Типы преобразователей. Генераторы УЗК. Схемы размерной ультразвуковой обработки (УЗО). Типы ультразвуковых концентраторов.

1.7 Материалы для изготовления ультразвукового инструмента и его износ. Абразивные материалы и абразивные суспензии для размерной УЗО. Технологические характеристики и основные закономерности размерной УЗО. Основные характеристики промышленного оборудования для размерной УЗО.

1.8 Основы электрохимической обработки (ЭХО). Растворы электролитов, характеристики и требования к ним. Электрические параметры процессов ЭХО и обрабатываемость материалов. Схемы и условия формообразования поверхностей деталей катод инструментами. Требования к катоду инструменту, способы его изготовления.

1.9 Схемы струйной электрохимической обработки. Способы интенсификации процессов ЭХО. Основы разработки технологического процесса ЭХО. Электрохимические станки и вспомогательное оборудование.

1.10 Высокоэнергетический нагрев токами высокой частоты (ВЭН ТВЧ). Физические основы, область промышленного применения. Схемы обработки, виды индукторов, основные технологические факторы процесса.

Правила аттестации:

Оценка знаний аспиранта осуществляется в виде кандидатского экзамена по билетам. В билеты включаются вопросы из основной и дополнительной частей программы кандидатского экзамена по специальности. По результатам ответа на вопросы по билету и при необходимости на дополнительные вопросы аспирант может получить следующие оценки:

Отлично – на все вопросы в билете даны правильные ответы, полностью раскрывающие суть вопросов, и на дополнительные вопросы, заданные комиссией аспирант ответил правильно и полностью.

Хорошо – на вопросы даны правильные, но не полные ответы. Раскрыта суть рассматриваемого процесса, но не приведены примеры. На дополнительные вопросы, заданные комиссией аспирант ответил правильно и полностью.

Удовлетворительно – только на часть из вопросов дан правильный ответ, но на дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

Неудовлетворительно – на вопросы по билету аспирант ответил не правильно.

Основная литература

1. Технология обработки концентрированными потоками энергии : учебное пособие / С.Н. Григорьев, Е.В. Смоленцев, М.А. Волосова. Старый Оскол : ТНТ , 2009 г. – 278 с. ил.
2. Технология машиностроения: учебник для вузов / А.Н. Ковшов. СПб. и др.: Лань , 2008 г. – 318 с.
3. Технология конструкционных материалов : учебник для машиностроительных вузов / А.М. Дальский [и др.] ; под общ. ред. А.М. Дальского . М. : Машиностроение , 2005 г. – 592 с. ил., схемы
4. Справочник инструментальщика / Г.Б. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. М. : Машиностроение , 2007 г. – 463 с. ил., табл.
5. Автоматическое управление процессами резания : учебное пособие / Ю.В. Петраков, О.И. Драчёв. Старый Оскол : ТНТ , 2011 г. , 407 с. ил.,
6. Технические средства автоматизации: учебник / Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. М. : Академия , 2010 г. – 360 с. ил., 2-е изд.
7. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. М.: Академия , 2007 г. – 363 с. ил.
8. Обработка деталей на станках с ЧПУ : учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. М. ; Минск : Новое знание , 2008 г. – 298 с. ил.
9. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учебное / А.Н. Ковшов и др. М. : Академия , 2007 г. – 303 с.
10. Проектирование и расчёт приспособлений: учебник для вузов / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол : ТНТ , 2009 г. – 301 с.
11. Технологическая оснастка машиностроительных производств . Т. 1 : учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ , 2008 г. – 547 с.
12. Технологическая оснастка машиностроительных производств . Т. 2 : учебное по-

собие / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ , 2008 г. – 518 с.

13. Технологическая оснастка машиностроительных производств . Т. 3 : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ , 2009 г. – 536 с.

14. Резание металлов и режущие инструменты: учебное пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – М.: Высшая школа , 2007 г. – 413, [1] с. ил.

15. Металлорежущие инструменты : учебное пособие / В.И. Шагун. – М. : Высшая школа , 2007 г. – 422 с.

16. Теория и практика повышения эффективности шлифования материалов : учебное пособие / Ю.М. Зубарев, А.В. Приемышев. – СПб : Лань, 2010 г., 303 с.

17. Проектирование режущих инструментов: учебное пособие / В.А. Гречишников и др. – Старый Оскол : ТНТ , 2009 г. – 299 с.

18. Головин Г.Ф. Высокочастотная термическая обработка: Вопросы металловедения и технологии / Г.Ф. Головин, М.М. Замятнин. – Л.: Машиностроение, 1990. – 239 с.

Дополнительная литература

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием : СОТС : справочник / Л.В. Худобин и др. ; под общ. ред. Л.В. Худобина. М.: Машиностроение , 2006 г. – 543 с.

2. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков и др. ; под общ. ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова. М. : Машиностроение , 2006 г. – 541 с..

3. Металлорежущие станки: учебник для вузов / В. Д. Ефремов и др. ; под общ. ред. П.И. Ящерицына. М. : Глобус , 2005 г. – 553 с.

4. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов / П. Н. Белкин. – М.: Мир , 2005 г. – 335 с.