



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

96



ПРОГРАММЫ
СПЕЦИАЛЬНЫХ
УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

Методическое пособие
для самостоятельной работы студентов
заочной формы обучения
машиностроительных специальностей

Минск 2003

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

Методическое пособие
для самостоятельной работы студентов
заочной формы обучения
машиностроительных специальностей

Под редакцией А.И. Кочергина и В.И. Глубокого

Минск 2003

УДК 621.002 (075.8)

ББК 34.4. я 7

П 78

Авторы:

В.И. Глубокий, А.И. Бачанцев, А.И. Белицкая, Э.М. Дечко,
С.С. Довнар, М.А. Корниевич, В.А. Сидоренко, С.И. Романюк

Рецензент – д-р техн. наук, профессор А.Ф. Присевок

Глубокий В.И.

П 78 Программы специальных учебных дисциплин: Метод. пособие для самостоятельной работы студ. заочной формы обучения машиностроительных спец. / В.И. Глубокий, А.И. Бачанцев, А.И. Белицкая и др.; Под ред. А.И. Кочергина и В.И. Глубокого. – М.: БНТУ, 2003. – 40 с.

ISBN 985-479-031-2.

В пособии приведены программы специальных учебных дисциплин «Гидропривод и гидropневмоавтоматика», «Теория резания», «Тепловые процессы в технологических системах», «Режущий инструмент», «Станочное оборудование», «Конструирование и расчет станков», «Теория автоматического управления» и «Системы управления станков».

Программы предназначены для самостоятельной работы студентов заочного обучения машиностроительных специальностей при изучении теоретических курсов указанных дисциплин.

УДК 621.002 (075.8)

ББК 34.4. я 7

ISBN 985-479-031-2

© Глубокий В.И., Бачанцев А.И.,
Белицкая А.И. и др., 2003

Введение

В методическом пособии приведены программы по специальным учебным дисциплинам для самостоятельной работы студентов в порядке их изучения на соответствующих курсах: «Гидропривод и гидропневмоавтоматика», «Теория резания», «Тепловые процессы в технологических системах», «Режущий инструмент», «Станочное оборудование», «Конструирование и расчет станков», «Теория автоматического управления» и «Системы управления станков». Настоящее методическое пособие подготовлено с целью оказать помощь студентам заочной формы обучения организовать свою самостоятельную работу при изучении теоретических курсов по соответствующим учебным дисциплинам. В программах приводится подробная тематика содержания специальных учебных дисциплин и дается список рекомендуемой литературы по каждой из них. Текст программы последовательно сопровождается ссылками на литературу по каждой теме с указанием нескольких литературных источников и номеров страниц в каждом из них по данной теме.

Данное методическое пособие может быть использовано студентами машиностроительных специальностей 1 – 36 01 01 «Технология машиностроения», 1 – 36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

1. ГИДРОПРИВОД И ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА

Общие сведения о гидроприводе (ГП) [2, с. 47–50; 1, с. 379–382].

Принцип действия, структура, классификация, основные параметры ГП [2, с. 160–163; 1, с. 379–384].

Свойства рабочих жидкостей (РЖ) [2, с. 7–12; 1, с. 8–15; 6, с. 258–260].

Требования, предъявляемые к РЖ станочных ГП [2, с. 47–50; 6, с. 260].

Выбор РЖ и правила ее эксплуатации [2, с. 54–55].

РЖ, применяемые в гидроприводе [2, с. 52–55].

Функции РЖ в гидросистеме [2, с. 52].

Минеральные (нефтяные) масла, применяемые в ГП [2, с. 52–53].

Влияние температуры и давления на основные свойства РЖ [1, с. 13–14].

Основные понятия гидравлики (давление, расход, рабочая среда) [2, с. 4–7].

Основной закон гидростатики, его применение в гидростатических машинах [2, с. 12–16; 10, с. 30–32].

Уравнение неразрывности движения жидкости [2, с. 21–23].

Удельная энергия потока жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости [2, с. 26–28; 1, с. 37–42; 10, с. 75–76].

Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Потери напора по длине трубопровода [1, с. 44–51; 2, с. 28–29; 10, с. 78–83].

Режимы течения. Ламинарный и турбулентный [2, с. 30–34; 1, с. 62–64; 10, с. 86–87].

Потери напоров давления в гидроприводе. Формулы Дарси, Пуазейля, Вейсбаха [2, с. 34–39; 1, с. 72, 93–105; 10, с. 81–83].

Назначение, принцип действия и основные параметры насосов [1, с. 272–275, 2, с. 56–63; 10, с. 215–219; 5, с. 243–244].

Объёмные насосы, классификация, типы, КПД насосов [1, с. 372–375; 2, с. 56–63; 10, с. 257–268; 6, с. 262–267].

Шестеренные насосы (наружного и внутреннего зацепления), роторные насосы [1, с. 340–347; 2, с. 63–66; 10, с. 270–274].

Пластинчатые (шиберные) насосы однократного и двукратного действия, регулируемые и нерегулируемые [2, с. 66–70; 1, с. 333–340; 10, с. 278–280].

Роторно-поршневые насосы (аксиально-, радиально-поршневые) [2, с. 70–84; 1, с. 308–325; 10, с. 275–278; 5, с. 246].

Кулачковые поршневые насосы [2, с. 74–76].

Характеристики насосов [1, с. 302–306; 2, с. 57–58].

Совместная параллельная и последовательная работа насосов [8, с. 78–81].

Гидродвигатели, их назначение и классификация [2, с. 84–90; 7, с. 44–68].

Гидроцилиндры, их разновидности и основные параметры, определяющие их работу [2, с. 84–90; 7, с. 44–46; 5, с. 248–249].

Поршневые гидроцилиндры, основные зависимости [1, с. 350–355; 2, с. 84–90].

Гидроцилиндры одностороннего действия [2, с. 84–90; 1, с. 351].

- Гидроцилиндры двухстороннего действия [2, с. 84–90; 1, с. 352].
- Плунжерные гидроцилиндры [2, с. 88–89].
- Мембранные гидроцилиндры [1, с. 355].
- Сильфонные цилиндры [1, с. 355].
- Поворотные гидродвигатели, их назначение и основные типы [2, с. 90–93].
- Пластинчатые (шиберные) поворотные гидродвигатели [2, с. 90–91; 1, с. 355–356].
- Поворотные гидродвигатели с преобразующим механизмом [2, с. 93].
- Гидродвигатели вращательного действия (гидромоторы) [2, с. 70–84; 1, с. 307–325].
- Дифференциальные гидроцилиндры. Дифференциальная схема включения гидроцилиндров, варианты подключения и основные зависимости [5, с. 248–249; 6, с. 268–269].
- Объемное (машинное) регулирование скорости [2, с. 170–175; 1, с. 386–390; 6, с. 279–283].
- Объемное регулирование скорости за счет насоса [2, с. 170–172; 1, с. 386–388].
- Объемное регулирование скорости за счет гидромотора [2, с. 172–174; 1, с. 388–390].
- Дроссельное регулирование: сущность и способы [2, с. 163; 1, с. 391–400; 6, с. 283–285].
- Регулирование скорости при последовательном включении дросселя (на входе и на выходе) и основные показатели [2, с. 164–168; 1, с. 396–398; 6, с. 283–285].
- Регулирование скорости при параллельном включении дросселя [2, с. 168–170; 1, с. 396–398; 6, с. 283–285].
- Ступенчатое регулирование скорости с помощью насосов и дросселей [8, с. 78–79; 11, с. 13–15].
- Стабилизация скорости рабочего органа при дроссельном регулировании (установка регулятора на входе и на выходе и в параллель) [2, с. 115–117; 7, с. 128–136; 1, с. 400].
- Стабилизация скорости на входе (за счет 2- и 3- линейного регулятора) [7, с. 128–136].
- Сравнение способов регулирования и их показатели [1, с. 398–400; 6, с. 2383–285].

Независимое регулирование скорости прямого и обратного хода [11, с. 18–19].

Дифференциальное дроссельное регулирование скорости [6, с. 283–285].

Синхронизация движений рабочих органов (делители потоков) [2, с. 117–118; 7, с. 141–143; 1, с. 401].

Аппаратура, классификация, основные параметры [2, с. 95–97].

Аппаратура для регулирования скорости рабочего органа [2, с. 113–123; 1, с. 375–379].

Дроссели линейные и квадратичные. Общая характеристика, схемы включения [2, с. 113–115; 1, с. 375–379, 391–398; 5, с. 237–240].

Аппаратура для стабилизации скорости рабочего органа [2, с. 115–117; 1, с. 400–401; 5, с. 239–240].

Аппаратура для регулирования давления [2, с. 106–113; 1, с. 365–375; 5, с. 237].

Гидроклапаны давления (прямого действия, дифференциального включения) [2, с. 106–107; 7, с. 106–118; 1, с. 365–374].

Предохранительный клапан непрямого действия [2, с. 109–110; 7, с. 118–121; 5, с. 237].

Редукционный клапан. Назначение и схемы включения [2, с. 111–113; 7, с. 121–126].

Гидравлические распределители. Классификация, назначение, схемы подключения [2, с. 99–104; 1, с. 356–365; 7, с. 68–98; 5, с. 240].

Трубопроводы, их виды, основные параметры, способы монтажа [2, с. 135–137; 7, с. 306–321; 1, с. 410; 5, с. 243].

Гидравлические баки [2, с. 132–133; 1, с. 410–411; 5, с. 242].

Кондиционеры рабочей жидкости [2, с. 125–132; 7, с. 264–280].

Фильтрация РЖ, фильтры и схемы их установки [2, с. 125–131; 7, с. 264–280; 1, с. 414–417; 5, с. 241–242].

Технические характеристики гидроаппаратов, способы их монтажа [2, с. 97, 156–157].

Аппаратура модульного монтажа [2, с. 156–157; 7, с. 143–160].

Уплотнения в гидроприводе. Уплотнения подвижных соединений [2, с. 138–144; 7, с. 288–305; 1, с. 396–398].

Насосные агрегаты, установки и гидростанции [2, с. 158–159; 5, с. 242–243].

Принцип действия простейшего гидравлического следящего привода [9, с. 7–9; 1, с. 402–408].

Погрешность воспроизведения, нечувствительность и устойчивость привода [9, с. 9–13; 1, с. 408–409].

Основные понятия следящего привода и его структурная схема [9, с. 9–13].

Гидравлические следящие приводы с четырехщелевым золотником [9, с. 27–30].

Гидравлические следящие приводы с двухщелевым золотником [9, с. 31–33].

Гидравлические следящие приводы с однощелевым золотником [9, с. 33–37].

Гидроусилитель момента с поворотным золотником [9, с. 67–69].

Гидроусилитель золотникового типа [9, с. 87–89].

Получение сжатого воздуха [8, с. 196–200].

Система подготовки сжатого воздуха и ее составляющие [8, с. 200–209].

Пневмодвигатели [8, с. 212–217].

Пневмоаппаратура [8, с. 217–230].

Л и т е р а т у р а

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы /Под ред. Т.М.Башты. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.

2. Х о л и н К. М., Н и к и т и н О. Ф. Основы гидравлики и объемные гидроприводы. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.

3. Гидроприводы и гидропневмоавтоматика станков /Под ред. В.А.Федорцева. – Киев: Вища школа, 1987. – 374 с.

4. Машиностроительный гидропривод /Под ред. В.Н.Прокофьева. – М.: Машиностроение, 1978. – 454 с.

5. Металлорежущие станки и автоматы /Под ред. А.С.Проникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.

6. Металлорежущие станки /Под ред. А.С.Пуша. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.

7. Спешников В.К. Станочные гидроприводы. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1995. – 448 с.
8. Стюлов Л. С. и др. Основы гидравлики и гидропривод станков. – М.: Машиностроение, 1988. – 255 с.
9. Лещенко В. А. Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением. – М.: Машиностроение, 1975.
10. Медведев В. Ф. Гидравлика и гидравлические машины: Учеб. пособие. – Мн.: Выш. школа, 1998. – 311 с.
11. Глубокий В. И. и др. Гидравлические приводы станочного оборудования. – Мн.: БГПА, 1994. – 68 с.

2. ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ

Определение рабочих поверхностей инструмента. Понятие о базовых поверхностях и плоскостях. Статические и кинематические геометрические параметры рабочей части инструмента [1, с. 9–21; 2, с. 31–52; 3, с. 10–37].

Виды обработки резанием: свободное и несвободное, прямоугольное и косоугольное, непрерывное и прерывистое, нестационарное [1, с. 21–26; 2, с. 31–49; 3, с. 29–40].

Элементы сечения среза и режимов резания при точении, сверлении и фрезеровании [1, с. 21–23; 184, 2, с. 49–60; 66–77; 3, с. 29–37].

Материалы, применяемые для рабочей части инструментов. Основные требования к инструментальным материалам, состав, основные марки и назначение. Повышение износостойкости инструментальных материалов [1, с. 27–54; 2, с. 11–31; 3, с. 42–54].

Процесс стружкообразования. Схемы процесса стружкообразования и типы стружек [1, с. 36–43; 2, с. 85–105; 3, с. 59–73].

Характеристики деформаций металла при резании. Влияние различных факторов на характеристики деформаций [1, с. 48–53; 2, с. 113–118; 3, с. 79–85].

Наростообразование при резании материалов. Влияние различных факторов на процесс наростообразования. Технологические аспекты наростообразования [1, с. 43–48; 2, с. 105–118; 3, с. 93–105].

Система сил в условиях свободного резания. Методы определения сил резания. Влияние различных факторов на составляющие сил резания [1, с. 53–74; 2, с. 187–217; 3, с. 106–134].

Колебания в процессе резания. Причины возникновения различных колебаний. Методы гашения колебаний [2, с. 247–251; 3, с. 136–145].

Источники теплоты в зоне резания. Уравнение теплового баланса. Распределение тепловых потоков в системе резания [1, с. 74–84; 2, с. 142–163; 3, с. 147–168].

Методы измерения температур резания. Влияние различных факторов на уровень температур в зоне резания [1, с. 74–84; 2, с. 142–163; 3, с. 184].

Износ режущих инструментов и критерии затупления. Период стойкости инструмента, зависимость стойкости инструмента от различных факторов [1, с. 91–98; 2, с. 163–187, 260–280; 3, с. 207–223].

Физическая природа изнашивания режущих инструментов из различных материалов [1, с. 95–96; 2, с. 168–176; 3, с. 200–207].

Основные принципы назначения режимов резания. Особенности расчетов режимов резания для станков с ЧПУ [1, с. 134–148; 2, с. 313–324; 3, с. 458–467, 427–440].

Оптимизация режимов резания. Критерии оптимизации [1, с. 155–164; 2, с. 331–334; 3, с. 450–458].

Обрабатываемость материалов резанием. Основные характеристики обрабатываемости [2, с. 280–293; 3, с. 349–412].

Смазывающе-охлаждающие среды. Влияние СОС на процесс резания [1, с. 86–91; 2, с. 293–301; 3, с. 262–275].

Особенности процесса резания при сверлении. Расчет режимов резания при сверлении. Назначение процессов зенкерования и развертывания [1, с. 183–199, 212–221; 2, с. 52–60, 221–225, 301–313].

Особенности процесса резания при фрезеровании. Виды фрезерования, элементы сечения среза и режимы резания [1, с. 240–254; 2, с. 66–77].

Особенности процессов абразивной обработки. Абразивные материалы и связки абразивных кругов. Виды шлифования, элементы режима резания [1, с. 528–535; 3, с. 283–337].

Л и т е р а т у р а

1. Ящерицын П. И., Еременко М. Л., Жигалко Н. И. Основы резания материалов и режущий инструмент: Учеб. для маш. спец. – Мн.: Выш. школа, 1981.

2. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.

3. Ящерицын П. И., Еременко М. Л., Фельдштейн Е. Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учебн. для вузов. – Мн.: Выш. школа, 1990. – 512 с.

3. ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Технологические системы, их основные особенности, источники теплоты в системах [1, с. 3–11; 6, с. 147–148].

Основные понятия и определения (теплопередача, тепловой источник, сток, тепловой поток, плотность теплового потока) [1, с. 18–33; 4, с. 104–114; 5, с. 170–177].

Основные виды теплообмена в технологических системах: теплопроводность, конвективный теплообмен, теплообмен излучением [1, с. 6–8; 3, с. 268–285; 4, с. 104–107; 5, с. 170–178; 6, с. 147–156].

Виды температурных полей в твердом теле и технологические условия, обуславливающие их возникновение в практике металлообработки [1, с. 12–18; 5, с. 203–216].

Основной закон теплопроводности. Температурный градиент и коэффициент теплопроводности и их физический смысл. Изотермические поверхности [1, с. 18–27; 2, с. 17–21; 3, с. 268–296; 6, с. 148–151].

Эквивалентный коэффициент теплопроводности для многокомпонентных структур (твердые сплавы, шлифовальные круги и т.д.) [1, с. 27–28].

Теплопроводность плоской (цельной и составной) и цилиндрической стенки. Примеры из инженерной практики [1, с. 19–22; 3, с. 340–360; 4, с. 114–122, 234–243].

Дифференциальные уравнения теплопроводности. Коэффициент температуропроводности и его физический смысл [1, с. 28–32; 3, с. 288–290; 4, с. 123–126; 5, с. 220–231; 6, с. 151–154].

Схематизация геометрической формы тел, участвующих в теплообмене [1, с. 34–38; 2, с. 19–21; 4, с. 126–142; 6, с. 154–155].

Классификация источников и стоков теплоты, функционирующих в технологических системах. Их форма, расположение, законы распределения интенсивности тепловых потоков, скорость перемещения и время функционирования [1, с. 38–46; 2, с. 5–13].

Начальные и граничные условия теплообмена, их разновидности и характеристики [1, с. 44–46; 2, с. 21–26].

Основные группы методов решения дифференциальных уравнений теплопроводности [1, с. 51–106; 2, с. 26–41; 4, с. 110–149; 5, с. 232–252].

Методы интегрирования дифференциального уравнения теплопроводности и его интегрального преобразования [1, с. 51–53].

Численные методы решения дифференциального уравнения теплопроводности и их использование для описания температурных полей в инструментах и заготовках (методы конечных разностей, конечных элементов, граничных элементов) [1, с. 75–89; 2, с. 52–55; 5, с. 242–247].

Физическое моделирование процессов теплопроводности, основные критерии (инварианты) подобия [1, с. 89–100; 2, с. 55–58].

Математическое моделирование (метод аналогий), устройства для моделирования, примеры температурных полей, полученных при моделировании в режущем инструменте и детали [1, с. 89–100; 2, с. 58–66; 5, с. 248–252].

Основной закон конвективного теплообмена, коэффициент теплоотдачи и его физический смысл, критериальные уравнения для решения задач конвективного теплообмена в технологических системах [1, с. 106–116; 3, с. 481–498; 4, с. 150–207].

Теплоотдача при естественной и вынужденной конвекции [1, с. 110–116; 3, с. 501–514; 4, с. 150–207; 5, с. 311–338].

Особенности теплообмена при изменении агрегатного состояния жидкости. Их использование при конструировании тепловых труб [1, с. 117–129; 3, с. 515–533; 4, с. 150–249; 5, с. 358–381].

Теплообмен излучением, характеристика основных законов, особенности лучистого теплообмена между телами [1, с. 130–137; 3, с. 534–554; 4, с. 208–230; 5, с. 400–427].

Классификация методов измерения температур. Контактные методы измерения и основные виды используемых датчиков [1, с. 138–155; 2, с. 162; 6, с. 168–177].

Термопары и сущность физического эффекта, лежащего в основе их действия [1, с. 141–155; 2, с. 162–162].

Искусственные и полусинтетические термопары, их виды (прижимные, приваренные, закладные, скользящие, перерезаемые), использование при обработке резанием [1, с. 141–149; 2, с. 170–178].

Естественные термопары и их использование при обработке резанием [1, с. 149–155; 2, с. 163–170].

Методы градуирования термопар [1, с. 149–155; 2, с. 163–166].

Бесконтактные методы измерения температур [1, с. 156–158; 2, с. 178–180].

Источники теплообразования при резании, их интенсивность и зависимость от технологических условий резания [1, с. 161–195; 2, с. 5–15].

Распределение температур на контактных поверхностях инструмента, температурные поля в резце, заготовке и стружке [1, с. 195–204; 6, с. 157–167].

Теплообмен при неустановившемся процессе и прерывистом резании [1, с. 209–213; 2, с. 212–224].

Основные пути управления тепловыми процессами при резании [1, с. 206–231; 2, с. 188–198].

Введение в зону резания дополнительных видов энергии (механической и тепловой) с целью управления теплообменом между компонентами технологической системы [1, с. 216–226; 2, с. 233–239].

Особенности теплообмена при шлифовании материалов. Связь контактных температур с качеством поверхностного слоя обработанных деталей [1, с. 232–241; 2, с. 112–127].

Пути управления тепловыми явлениями при абразивной обработке [1, с. 242–252; 2, с. 231–252].

Теплообразование в системах, узлах и механизмах металлорежущих станков [1, с. 261–272; 6, с. 184–193].

Основные пути снижения тепловых деформаций и смещений компонентов станочных систем [1, с. 273–277; 2, с. 239–246].

Л и т е р а т у р а

1. Р е з н и к о в А. Н., Р е з н и к о в Л. А. Тепловые процессы в технологических системах: Учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.

2. Р е з н и к о в А. Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.

3. Теплотехника: Учеб. для вузов / В.Н.Луканин, М.Г.Шатров, Г.М.Калифер и др.; Под ред. В.Н.Луканина. – М.: Высш. школа, 1999. – 677 с.

4. Б о н д а р е в В. А., П р о ц к и й А. Е., Г р и н к е в и ч Р. Н. Теплотехника. – Мн.: Высш. школа, 1976. – 384 с.

5. Ю д а е в Б. Н. Техническая термодинамика. Теплопередача: Учебн. для неэнергетич. спец. вузов. – М.: Высш. школа, 1988. – 479 с.

6. Я щ е р и ц ы н П. И., Е р е м е н к о М. Л., Ф е л ь д ш т е й н Е. Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учеб. для вузов. – Мн.: Высш. школа, 1990. – 512 с.

4. РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Значение инструментов в обеспечении процесса обработки материалов резанием [2, с. 5–7; 3, с. 5–10].

Требования к режущим инструментам, в том числе и для станков с ЧПУ [3, с. 15–30].

Инструментальная оснастка и предъявляемые к ней требования [2, с. 266–267].

Современные быстрорежущие стали и металлокерамические твердые сплавы [1, с. 26–32].

Минералокерамические и сверхтвердые материалы (СТМ) [1, с. 33–35, с. 135–138].

Основные части инструмента (на примерах нескольких инструментов) [1, с. 9–10].

Конструктивные элементы режущей части инструмента [1, с. 63–66, с. 102–103].

Соединительная и крепежная части инструмента. Расчет державки резца [1, с. 63–66, 102–103].

Выбор конструкции инструмента [1, с. 20–22, с. 45].

Последовательность проектирования режущих инструментов [1, с. 23–26].

Основные технические характеристики абразивных инструментов и способы их крепления [1, с. 138–148, 161–162].

Балансировка кругов [1, с. 146–148].

Способы и инструменты для правки кругов [1, с. 157–161].

Хонинговальные головки (принцип работы, конструкции и т.д.) [1, с. 153–155].

Классификация резцов [1, с. 43–45].

Типы резцов общего назначения (расточные, строгальные, долбежные) [1, с. 45–47].

Геометрические параметры резцов [1, с. 44–45].

Резцы с механическим креплением твердого сплава [1, с. 50–52].

Требования к креплению пластин. Методы крепления МНП [1, с. 16–17, с. 51–53].

Устройства для завивания и ломания стружки [1, с. 48–49].

Типы и конструкции фасонных резцов [1, с. 55–57].

Конструктивные элементы и геометрические параметры радиальных фасонных резцов [1, с. 57–59].

Коррекционный расчет дискового фасонного резца [1, с. 59–60].

Особенности конструкции, работы и геометрии тангенциальных фасонных резцов [1, с. 55–56].

Резцы специальных конструкций (тангенциальные, ротационные, безвершинные) [1].

Конструктивные элементы и геометрические параметры спирального сверла [1, с. 102–104].

Причины и тенденции изменения задних углов сверла по длине режущей кромки [1, с. 105–106].

Подточки сверла (типы, формы и т.д.) [1, с. 107–108].

Сверла, оснащенные твердым сплавом [1, с. 109–117].

Сверла для глубокого сверления [1, с. 113–117].

Типы и конструктивные особенности зенкеров [1, с. 117–122].

Конструктивные элементы и геометрические параметры спирального зенкера [1, с. 119–122].

Разновидности конструкций зенкеров [1, с. 122–125].

Элементы конструкции и геометрия развертки [1, с. 126–129].

Диаметр развертки и его допуски [1, с. 128–129].

Конструкции высокопроизводительных разверток [1, с. 128–129].

Определение и назначение протяжек. Преимущества метода протягивания. Технологические возможности [1, с. 60–62].

Конструктивные элементы и геометрические параметры круглых протяжек [1, с. 63–66].

Схемы резания при протягивании. Их преимущества и недостатки. Применение схем резания для конкретных конструкций протяжек [1].

Наружные протяжки. Типы, конструкции. Особенности назначения геометрических параметров [1, с. 77–79].

Протяжки для глубоких отверстий и твердосплавные протяжки [1, с. 75–77].

Определение, классификация и типы фрез. Назначение и технологические возможности [1, с. 80–83].

Формы зубьев острозаточенных фрез. Преимущество фрез с острозаточенными зубьями [1, с. 82–86].

Конструктивные элементы и геометрические параметры цилиндрических и дисковых фрез [1, с. 86–90].

Конструктивные элементы и геометрические параметры концевых и торцевых фрез. Технологические возможности [1, с. 89–90].

Фрезы сборных конструкций. Методы крепления пластин, в том числе быстросменных. Преимущества сборных фрез [1, с. 91–93].

Затылованные фрезы. Назначение. Преимущества и недостатки по сравнению с острозаточенными [1, с. 95–98].

Выбор конструктивных и геометрических параметров затылованных фрез [1, с. 97–100].

Типы инструментов для обработки резьб. Назначение. Технологические возможности [1, с. 164–166].

Типы, конструкции и геометрия, область применения резьбонарезных резцов, гребенок [1, с. 166–168].

Типы, конструкции, геометрия и область применения плашек [1, с. 177–178].

Резьбонарезные головки. Типы, особенности конструкций, технологические возможности [1, с. 180–183].

Конструкции и геометрические параметры круглых гребенок к головкам. Особенности их крепления в головке [1, с. 181–182].

Типы, конструктивные элементы и геометрические параметры метчиков [1, с. 169–176].

Область применения, классы точности метчиков. Допуски на резьбу метчика [1, с. 172–175].

Резьбонакатные инструменты. Область применения, преимущества [1, с. 183–187].

Методы нарезания зубчатых колес и шлицевых валов. Особенности процесса [1, с. 188–190, 254–256, 270–273].

Типы и конструкции инструментов для обработки зубчатых колес, работающих по методу копирования [1, с. 192–197].

Область применения и технологические возможности пальцевых и дисковых зуборезных фрез, зубодолбежных головок, протяжек [1, с. 194–197].

Типы червячных фрез, их преимущества. Конструкция и геометрия. Технологические возможности [1, с. 216–228].

Конструктивные особенности и типы долбяков. Геометрические параметры. Технологические возможности долбяков [1, с. 206–216].

Типы, конструкции, методы шевингования и технологические возможности шеверов [1, с. 234–244].

Конструкции инструментов для обработки конических колес и их технологические возможности [1, с. 245–254].

Требования и состав инструментальной оснастки для автоматизированного оборудования [2, с. 345–347].

Размерная стойкость инструмента и точность обработки [2, с. 347–349].

Инструментальная оснастка, обеспечивающая автоматическую подналадку инструмента [2, с. 350–353].

Быстросменный инструмент, настраиваемый на размер [2, с. 351–355].

Приспособления для настройки инструментов на размер [2, с. 356–366].

Инструментальная оснастка, сигнализирующая о предельном износе и поломках инструмента [2, с. 367–375].

Автоматическая замена изношенного инструмента [2, с. 375–382].

Механизмы автоматической смены инструментов [2, с. 382–387].

Системы инструментального обеспечения автоматизированных производств [2, с. 387–397].

Л и т е р а т у р а

1. Металлорежущие инструменты /Г.Н.Сахаров, О.Б.Арбузов, Ю.Л.Боровой и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

2. Режущий инструмент и инструментальное обеспечение автоматизированного производства /Под ред. Е.Э.Фельдштейна. – М.: Выш.школа, 1993. – 424 с.

3. Семенченко И. К., М а т ю ш и н В. М., Са х а р о в Г. Н. Проектирование металлорежущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1962. – 949 с.

5. СТАНОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Структура металлорежущего станка [1, с. 6–8].

Подсистемы обработки, управления, контроля и манипулирования металлорежущего станка [1, с. 6–8].

Классификация станков по назначению и видам обработки и их обозначение [1, с. 9–11, 15–17].

Классификация станков по универсальности [1, с. 8–9; 9, с. 15–17].

Классификация станков по точности [1, с. 3–5].

Классификация станков по массе [1, с.12; 9, с. 15–17].

Жесткость станков; факторы, влияющие на жесткость, и основные пути ее повышения [1, с.21–22; 3, с. 31–34; 4, с. 240–269].

Эффективность станков [1, с. 12–13; 3, с. 21].

Показатели производительности станков и основные направления ее повышения [1, с. 13–16].

Вибрации в технологической станочной системе [1, с. 13–16; 4, с. 242–249].

Гибкость станочного оборудования [1, с. 19–20].

Точность станков и основные пути ее повышения [1, с. 21–24; 3, с. 28–30; 4, с. 227–236].

Надежность станочного оборудования, ее показатели и основные пути обеспечения надежности [1, с. 16–19; 3, с. 24–28; 4, с. 130].

Производящие линии поверхности и формообразующие движения [1, с. 24–26; 9, с. 8–10].

Методы образования производящих линий при обработке резанием [1, с. 26–27; 9, с. 8–10].

Методы образования поверхностей [1, с. 27–28; 8, с. 7–9; 9, с. 8–10].

Особенности образования поверхностей на станках с ЧПУ [9, с. 8–10].

Классификация движений станка по функциональному назначению; параметры исполнительных движений [1, с. 29–30; 3, с. 69–72; 8, с. 9–10].

Кинематическая группа [1, с. 30–31; 3, с. 72–75].

Внешние и внутренние кинематические связи в группах [1, с. 31–32; 3, с. 72–75].

Простые и сложные кинематические группы [1, с. 30–33; 3, с. 72–73].

Кинематические структуры станков [1, с. 33–35; 3, с. 79–85].

Методика кинематической настройки станков. Конечные звенья, расчетные перемещения и уравнения кинематического баланса цепи [1, с. 35–42; 9, с. 13–15].

Механизмы приводов главного движения со ступенчатым регулированием скорости [2, с. 28–31, 35–38; 3, с. 87–93].

Механизмы приводов главного движения с бесступенчатым регулированием скорости [3, с. 100–109].

Механизмы приводов подачи с бесступенчатым регулированием подачи [2, с. 24–28].

Реверсивные механизмы [3, с. 93–95].

Механизмы для осуществления прерывистых движений [2, с. 26–27; 3, с. 98–99].

Механизмы для осуществления прямолинейного движения [3, с. 96–98].

Суммирующие механизмы [2, с. 28–31].

Предохранительные устройства [3, с. 102–104].

Функции систем управления станками [1, с. 433–438; 6, с. 10–16].

Схемы и параметры механизмов с плоским и цилиндрическим кулачком [1, с. 438–441; 6, с. 66–70].

Структуры систем автоматического управления с распределительным валом [6, с. 70–72].

Схемы систем автоматического управления с упорами [1, с. 443–444; 6, с. 10–16].

Схемы копировальных систем управления [1, с. 441–443].

Структуры систем числового программного управления и классификация по видам программноносителей, по способу кодирования и ввода информации [1, с. 452–460; 6, с. 10–16].

Токарные станки общего назначения: компоновки, основные узлы, исполнительные движения, основной параметр, назначение. Применяемые приспособления. Кинематическая схема токарно-винторезного станка мод.16К20 [1, с. 63–76; 3, с. 4–29].

Токарные станки с числовым программным управлением: компоновки, основные узлы, оси координат, структуры приводов главного движения и подачи, применяемые приспособления. Кинематические схемы токарных станков с ЧПУ: патронно-центрового мод. 16К20Ф3, патронного мод. 1А734Ф3. Направление развития токарных станков с ЧПУ [1, с. 76–77; 3, с. 29–53; 6, с. 93–95].

Токарно-револьверные станки: компоновки станков с горизонтальной, вертикальной и наклонной осью револьверной головки и их основные узлы. Приспособление для нарезания резьбы. Кинематическая схема токарно-револьверного станка мод.1А341 [3, с. 81–89; 8, с. 40–50].

Карусельные станки: компоновки, основные узлы, основной параметр, применяемые приспособления. Кинематическая схема станка мод.1512. Особенности карусельных станков с ЧПУ [3, с. 156–174; 8, с. 46–50].

Одношпиндельные токарные автоматы: назначение, компоновка. Основные узлы, системы управления, применяемые приспособления. Кинематическая схема токарно-револьверного автомата мод.1Б140 [3, с. 111–122; 6, с. 77–80].

Технология обработки на токарно-револьверном автомате [6, с. 66–76; 8, с. 228–237].

Проектирование наладки одношпиндельных токарно-револьверных автоматов [6, с. 166–169; 8, с. 222–237].

Автоматы фасонно-продольного точения: технология обработки на автоматах, компоновка, основные узлы, применяемые приспособления, система управления, кинематическая схема автомата мод. 1Д25В [3, с. 95–111; 6, с. 66–80].

Фасонно-отрезные автоматы: технология обработки деталей, компоновка, основные узлы, система управления. Кинематическая схема автомата мод. 1Б032 [3, с. 92–95; 6, с. 66–80].

Многошпиндельные горизонтальные токарные автоматы: компоновка, основные узлы, система управления, применяемые приспособления. Технология обработки на автомате. Кинематическая схема автомата мод. 1265–4 [3, с. 122–138; 6, с. 80–83; 8, с. 213–218].

Многошпиндельные вертикальные токарные полуавтоматы прерывистого (последовательного) действия: компоновка, основные узлы, исполнительные движения, применяемые приспособления. Структура рабочего цикла. Кинематическая схема станка мод. 1286–6 [3, 147–155; 8, с. 218–222; 9, с. 209–212].

Многошпиндельные вертикальные токарные полуавтоматы непрерывного (параллельного) действия: компоновка, основные узлы, исполнительные движения, применяемые приспособления. Структура рабочего цикла. Кинематическая схема станка мод. 1285 [3, с. 144–147; 8, с. 218–222].

Гидрокопировальные токарные полуавтоматы: компоновки, основные узлы, применяемые приспособления. Способы копирования. Схемы копировальных систем [6, с. 96–100].

Вертикально-сверлильные станки общего назначения: основной параметр, компоновка, основные узлы, исполнительные движения, структуры приводов, применяемые приспособления. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка мод. 2Н150 [3, с. 211–221; 6, с. 151–157; 8, с. 51–53].

Радиально-сверлильные станки общего назначения: компоновки, основные узлы, исполнительные движения, технология обработки деталей [3, с. 226–236; 6, с. 151–157; 8, 53–55].

Вертикально-сверлильные станки с числовым программным управлением: компоновка, основные узлы, исполнительные движения, применяемые приспособления. Кинематическая схема станка с ЧПУ мод. 2P135Ф2 [3, с. 222–224; 6, с. 151–157; 8, с. 51–55].

Горизонтально-расточные станки общего назначения. Компоновка, основные узлы, исполнительные движения. Кинематическая схема станка мод. 2625 [3, с. 237–250; 8, с. 55–57].

Координатно-расточные станки с ЧПУ: компоновка, основные узлы, исполнительные движения, применяемые приспособления. Кинематическая схема станка мод. 2Д450АСФ2 [2, с.40–42; 8, с. 57–59].

Алмазно-расточные станки: компоновки, основные узлы, исполнительные движения, структуры приводов, применяемые приспособления. Кинематика алмазно-расточного станка мод. 2А78 [3, с. 260–271; 8, с. 59–60].

Консольно-фрезерные станки общего назначения: компоновки, основные узлы, исполнительные движения, назначение станков, применяемые приспособления, кинематическая схема станка мод. 6P13 [1, с. 78–88; 3, с. 175–183; 9, с. 60–63, 71–72].

Бесконсольно-фрезерные станки общего назначения: компоновки, основные узлы, исполнительные движения, назначение станков, применяемые приспособления, кинематическая схема станка мод. 6А561 [1, с. 88–90; 3, с. 183–185; 9, с. 60–63, 71–72].

Продольно-фрезерные станки. Основной параметр, компоновки, основные узлы, исполнительные движения, применяемые приспособления [3, с. 185–186; 9, с. 60–63, 71, 72].

Карусельно-фрезерные станки: компоновки, основные узлы, исполнительные движения, применяемые приспособления [9, с. 60–63, 71, 72].

Барабанно-фрезерные станки: компоновки, основные узлы, исполнительные движения, применяемые приспособления [9, с. 60–63, 71, 72].

Фрезерные станки с числовым программным управлением: компоновки, основные узлы, исполнительные движения, структуры приводов, применяемые приспособления. Кинематическая схема фрезерного станка мод. 6P13Ф3 [1, с. 86–90; 9, с. 60–63, 71, 72].

Зубодолбежные станки: схемы нарезания зубчатых колес внешнего и внутреннего зацепления, исполнительные движения, основные узлы. Кинематическая схема станка мод. 5140. Методика кинематической настройки станка [1, с. 46–49; 2, с. 52–53, 57–59; 7, с. 21–25].

Зубофрезерные станки: схемы нарезания цилиндрических и червячных зубчатых колес, исполнительные движения, основные узлы. Кинематическая схема станка мод. 53А30. Методика кинематической настройки станка [1, с. 49–53; 2, с. 53–57; 7, с. 19–25].

Зубошлифовальные станки. Способы шлифования и шевингования цилиндрических зубчатых колес. Кинематическая схема станка мод. 5В833 [1, с. 53–56; 2, с. 59–62; 3, с. 447–456].

Станки для обработки конических зубчатых колес с прямым зубом: формообразование, исполнительное движение, понятие о плоском и плосковершинном производящем колесе. Кинематическая схема станка мод. 5П23Б, 5230. Методика кинематической настройки станка [1, с. 56–63; 2, с. 63–72; 3, с. 457–470, 476–485; 9, с. 166–169].

Станок для обработки конических зубчатых колес с круговым зубом: формообразование, исполнительные движения, понятие о плоском и плосковершинном производящем колесе. Кинематическая схема станка мод. 5С26В. Методика кинематической настройки станка [1, с. 56–63; 2, с. 72–75; 3, с. 457–476, 486–495; 9, с. 166–169].

Многоцелевые станки: назначение и классификация [1, с. 90–104; 3, с. 53–76, 191–194; 6, 159–173].

Устройства для смены заготовок на многоцелевых станках [1, с. 90–104; 6, с. 159–173].

Типы инструментальных магазинов и их расположение на станках [1, с. 90–104; 6, с. 159–173].

Способы передачи инструментов из магазинов к шпинделю станка [1, с. 90–104; 6, с. 159–173].

Способы кодирования гнезд и инструментальных оправок [6, с. 159–173].

Схемы автооператоров многоцелевых станков [1, с. 100–101; 6, с. 159–173].

Устройства для закрепления инструментов в шпинделях многоцелевых станков [1, с. 85–86; 6, с. 159–173].

Фрезерно-сверлильно-расточные многоцелевые станки: выполняемые операции, основные узлы, структуры приводов. Кинематическая схема станка мод. 2623ПМФ4 [1, с. 102–104; 3, с. 195–210; 6, с. 159–173].

Токарные многоцелевые станки: выполняемые операции, исполнительные движения, компоновки, основные узлы, структуры приводов. Кинематическая схема токарного многоцелевого станка мод. ТМЦ–200 [1; 3; 6].

Плоскошлифовальные станки: схемы обработки на станках, исполнительные движения, компоновки, основные узлы, применяемые приспособления. Кинематическая схема плоскошлифовального станка мод. 3Г71 [1, с. 114–117].

Круглошлифовальные станки: схемы обработки на станках, исполнительные движения, компоновки, основные узлы, применяемые приспособления. Кинематическая схема круглошлифовального станка мод. 3М151 [1, с. 104–110; 3, с. 381–388; 8, с. 92–96].

Устройства для автоматической балансировки шлифовального круга [3, с. 367–373; 5, с. 314–324].

Внутришлифовальные станки: схемы обработки на станках, исполнительные движения, компоновки, основные узлы, применяемые приспособления. Кинематическая схема станка мод. 3А228 [1, с. 113–114; 3, с. 396–402; 5, с. 314–324; 8, с. 98–101].

Бесцентровошлифовальные станки: схемы обработки на станках, исполнительные движения, компоновки, основные узлы, применяемые приспособления. Кинематическая схема станка мод. 3М182 [1, с. 110–113; 3, с. 388–396; 5, с. 314–324; 8, с. 96–98].

Принцип агрегатирования металлорежущих станков [3, с. 539–540; 8, с. 238–239].

Силовые столы агрегатных станков [3, с. 547–549; 5, с. 83–86].

Силовые головки агрегатных станков [3, с. 416–435; 5, с. 86–88; 6, с. 83–94; 8, с. 239–245].

Поворотные делительные столы агрегатных станков [3, с. 550–552; 5, с. 416–435; 6, с. 83–94].

Шпиндельные коробки агрегатных станков [3, с. 245–246; 5, с. 416–435; 6, с. 83–94].

Компоновки агрегатных станков, основные узлы [3, с. 540–542; 5, с. 416–435; 6, с. 83–94].

Автоматические линии: назначение, оборудование, приспособления [1, с. 129–147; 3, с. 553–555; 5, с. 490–551; 6, с. 186–223].

Классификация автоматических линий: по типу оборудования, по типу связей между станками, по способу транспортирования деталей, по расположению оборудования [1, 129–147; 3, с. 555–556; 5, с. 490–551; 6, с. 186–223].

Транспортные системы автоматических линий с жесткой связью [5, с. 490–551; 6, с. 186–223].

Транспортные системы автоматических линий с гибкой связью [5, с. 490–551; 6, с. 186–223].

Устройства для удаления стружки [5, с. 490–551; 6, с. 186–223].

Автоматические линии для обработки корпусных деталей [1, с. 131–137; 3, с. 557–560; 5, с. 490–551; 6, с. 186–223].

Автоматические линии для обработки валов [1, с. 137–141; 3, с. 560–564; 5, с. 480–551; 6, с. 186–223].

Гибкие производственные системы (ГПС): принцип построения, подсистемы ГПС и классификация [1, с. 120–128; 3, с. 568–570; 6, с. 242–250].

Станочный модуль как элемент ГПС [1, с. 117–120; 3, с. 573–578; 6, с. 242–250].

Модули токарного типа, особенности конструкции станка, транспортно-накопительная система, измерительная система, пример токарного модуля [1, с. 120; 6, с. 242–250].

Фрезерно-сверлильно-расточные модули: особенности конструкции станка, компоновки модулей, способы смены обрабатываемых деталей, примеры модулей [1, с. 110–120; 3, с. 575–576; 6, с. 242–250].

Гибкие автоматизированные участки (ГАУ): классификация ГАУ по назначению, компоновке; оборудование, транспортно-накопительные системы ГАУ [1, с. 124–128; 3, с. 578–579; 6, с. 242–250].

Гибкие автоматизированные линии (ГАЛ): классификация, оборудование, компоновки ГАЛ [3, с. 580–583; 6, с. 242–250].

Гибкие автоматизированные производства (ГАП): оборудование, организация работы, примеры ГАП [6, с. 242–250].

Л и т е р а т у р а

1. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов /Под ред. В.Э.Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 575 с.
2. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных вузов /Под ред. А.С.Проникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
3. Станочное оборудование автоматизированного производства. В 2т. /Под ред. В.В.Бушуева. – М.: Станкин. – Т.1. – 1993. – 584 с.; Т.2. – 1994. – 656с.
4. Бушуев В.В. Основы конструирования станков. – М.: Станкин, 1992.
5. Кочергин А.И., Пикус М.Ю., Шагун В.И. Металлообрабатывающие станки, линии и инструменты. – Мн.: Выш.школа, 1979. – 576 с.
6. Кочергин А.И. Автоматы и автоматические линии. – Мн.: Выш. школа, 1980. – 288 с.
7. Лабораторный практикум по металлорежущим станкам/А.И.Кочергин, Е.С.Яцура, В.И.Туромша и др. – Мн.: Выш. школа, 1986. – 134 с.
8. Металлорежущие станки: Учеб. пособие для вузов /Н.С.Колев, Л.В.Красниченко, Н.С.Никулин и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.
9. Металлорежущие станки /Под ред. В.К.Тепинкичиева. – М.: Машиностроение, 1973.

6. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТАНКОВ

Основные этапы проектирования станков [2, с. 171–174; 3, с. 82–85].

Основные технические характеристики станков [2, с. 193–194; 6, с. 338–345; 7, с. 89].

Расчет предельных значений частот вращения шпинделя и диапазона регулирования [2, с. 191–192; 7, с. 90].

Определение знаменателей геометрического ряда частот и принцип стандартизации его значений [2, с. 197–198; 3, с. 97–98; 7, с. 91].

Определение промежуточных частот вращения и числа ступеней [2, с. 196–197; 7, с. 91].

Суть конструктивного и кинематического варианта множительных структур и структурные формулы [2, с. 200; 6, с. 348–350; 7, с. 112].

Оптимизация структуры и параметров привода [6, с. 353–354; 7, с. 116–120].

Диапазоны регулирования групповых передач и передаточные отношения, их определение и ограничение их значений [2, с. 201; 7, с. 113].

Кинематический расчет главных приводов со ступенчатым регулированием и графики частот, их применение и принципы построения [3, с. 38–101; 7, с. 114–116].

Кинематический расчет главных приводов при электромеханическом бесступенчатом регулировании и их графики частот вращения [1, с. 127–133; 2, с. 202–205; 7, с. 129–130].

Определение чисел зубьев зубчатых колес приводов [3, с. 101–104; 6, с. 366–368].

Кинематический расчет приводов со сложными структурами [1, с. 94; 6, с. 356–360; 7, с. 131–138].

Кинематический расчет приводов с многоскоростными асинхронными электродвигателями [1, с. 95–97; 6, с. 364–365; 7, с. 127–129].

Кинематический расчет приводов со сменными колесами [1, с. 97; 6, с. 360].

Построение структурных сеток и графиков частот приводов главного движения с асинхронными двигателями для числа ступеней привода 6, 8, 9, 12, 16, 18 и с регулируемым двигателями постоянного тока для числа диапазонов регулирования привода 2, 3, 4 [1–7].

Расчет мощности главного привода, эффективной мощности резания, мощности рабочего и холостого хода [1, с. 102–106; 6, с. 344; 7, с. 99–101].

Типовые схемы главных приводов [1, с. 127–129].

Конструкции механизмов переключения скоростей [1, с. 111–118; 6, с. 276].

Особенности расчета момента на шпинделе и на валах главного привода [1, с. 133–135].

Основные требования к шпиндельным узлам и типы подшипников шпиндельных опор [1, с. 136; 2, с. 208–210].

Структура шпиндельных узлов и их структурные схемы [1, с. 167–169; 2, с. 214].

Типовые конструкции переднего конца шпинделя различных станков [1, с. 130–143; 2, с. 210–211].

Основные конструктивные параметры шпиндельных узлов и их расчет [1, с. 187–189; 2, с. 225].

Суть расчета шпиндельных узлов на жесткость [1, с. 179–180; 2, с. 225–228].

Расчетные схемы шпиндельных узлов и их примеры для токарных и фрезерных станков [1, с. 179; 2, с. 225; 6, с. 445].

Методы смазывания опор шпиндельных узлов с подшипниками качения [1, с. 150–164].

Регулировка шпиндельных опор и методы создания предварительного натяга [1, с. 187; 3, с. 115–116].

Гидростатические подшипники шпиндельных опор и их расчет [1, с. 194–201].

Гидродинамические подшипники шпиндельных опор и их расчет [1, с. 202–208].

Особенности и назначение приводов подачи [6, с. 389–390].

Типовые структурно-кинематические схемы приводов подач [1, с. 258].

Типовые схемы приводов подач станков с ЧПУ с бесступенчатым регулированием и особенности их элементов [1, с. 237–246].

Виды тяговых механизмов подач и устройств микроперемещений [3, с. 131].

Особенности кинематического расчета привода подач [1, с. 259–261; 6, с. 390].

Расчет мощности привода подач [7, с. 100–101].

Расчет крутящих моментов на валах приводов подач со ступенчатым и бесступенчатым регулированием [1, с. 261; 6, с. 402].

Расчет тяговых усилий приводов подач [1, с. 290; 2, с. 355; 6, с. 402].

Расчет механизма винт-гайка скольжения [6, с. 411–414].

Конструкции и расчет передачи винт-гайка качения [1, с. 222–229].

Условия выбора высокомоментного двигателя по частотам вращения для привода подач [1, с. 246–247; 2, с. 229–230].

Условия выбора высокомоментного двигателя привода подач по приведенным моментам [1, с. 252–253].

Расчет требуемых частот вращения и крутящих моментов высокомоментных двигателей привода подач при различных режимах работы [1, с. 248–253].

Назначение и классификация направляющих, основные требования [1, с. 264; 2, с. 337; 7, с. 179–187].

Виды направляющих скольжения и способы регулирования зазора [1, с. 265–268, 271–273; 3, с. 125–126; 6, с. 433–434].

Материалы направляющих скольжения и способы повышения износостойкости [1, с. 268–271; 2, с. 339–340].

Расчет направляющих скольжения на износостойкость [1, с. 276–278; 2, с. 341–344; 6, с. 434–437].

Виды направляющих качения, их расчет и способы создания предварительного натяга [1, с. 285–289; 2, с. 354–355].

Гидростатические и гидродинамические направляющие и их конструкции [1, с. 278–281; 2, с. 345–347].

Аэростатические направляющие и их особенности [2, с. 350–351; 7, с. 186].

Расчет сил сопротивления при различных направляющих скольжения и качения [1, с. 290; 2, с. 355–356; 6, с. 402–403; 7, с. 101].

Виды защиты направляющих станков [1, с. 273–274; 7, с. 179–189].

Назначение и виды базовых деталей и предъявляемые требования [2, с. 319–320; 6, с. 420–423].

Виды поперечных сечений базовых деталей станков [2, с. 320–323; 3, с. 123–124; 6, с. 423].

Расчетные схемы базовых деталей и последовательность расчета [2, с. 325–330; 3, с. 123–125; 6, с. 423–428].

Проектирование и расчет револьверных головок и инструментальных магазинов [1, с. 326–329].

Режимы движения, проектирование и расчет автооператоров и манипуляторов [2, с. 309–318].

Виды колебаний при работе приводов станка [3, с. 92–93].

Структурная и расчетная схема динамической системы станка [2, с. 357–631].

Основные понятия систем управления и их элементов [3, с. 369–371; 8, с. 10–11].

Классификация систем управления станочного оборудования [3, с. 372–374; 8, с. 11–14].

Виды аналоговых систем управления и их особенности [2, с. 432–444; 3, с. 374–377, 387–391].

Адаптивные системы предельного управления, их особенности и принцип работы [3, с. 416–418; 8, с. 173–178].

Адаптивные системы оптимального управления и их особенности [3, с. 418–420; 8, с. 178–183].

Системы ЧПУ и их классификация [3, с. 397–401; 8, с. 109–117].

Представление программ в коде ISO и адреса команд [2, с. 447–450; 8, с. 117–124].

Классификация и устройство измерительных преобразователей [3, с. 409–411].

Системы ЧПУ аппаратного типа, их особенности и принцип работы [2, с. 471–475; 3, с. 391–396].

Основные понятия микропроцессорного управления [2, с. 485–486].

Структура микропроцессорного управления [2, с. 486–490].

Аппаратная основа микропроцессорных устройств ЧПУ [2, с. 495–501].

Виды микропроцессорных систем управления и их особенности [2, с. 490–495].

Л и т е р а т у р а

1. Кочергин А. И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. – Мн.: Выш. школа, 1991. – 382 с.

2. Металлорежущие станки /Под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 575 с.

3. Металлорежущие станки и автоматы /Под ред. А.С.Проникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.

4. Станочное оборудование автоматизированного производства. В 2 т./Под ред. В.В.Бушуева. – М.: Станкин. – Т.1. – 1993. – 584 с.; Т.2. – 1994. – 656 с.

5. Бушуев В. В. Основы конструирования станков. – М.: Станкин, 1992.

6. Металлорежущие станки /Н.С.Колев, Л.В.Красниченко, Н.С.Никулин и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.

7. Тарзиманов Г.А. Проектирование металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1980. – 288 с.

8. К о ч е р г и н А. И. Автоматы и автоматические линии. – Мн.: Выш.школа, 1990. – 288 с.

9. Программное управление станками /Под ред. В.П.Сосонкина. – М.: Машиностроение, 1986. – 298 с.

10. Тихомиров Э.Л. Принципы построения и структура устройств ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1984.

7. ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Понятие управления, объекта управления, рабочих операций, операций управления и устройства управления [1, с. 13–16; 3, с. 10–13].

Принцип разомкнутого управления [1, с. 16–22; 2, с. 15–21].

Принцип компенсации [1, с. 16–22; 2, с. 15–21].

Принцип обратной связи [1, с. 16–22; 2, с. 15–21].

Виды управления [1, с. 22–31; 2, с. 43–50].

Автоматическое регулирование как вариант автоматического управления [1, с. 21; 2, с. 27–31].

Понятие «регулятор» [1, с. 20–22; 2, с. 27–31].

Виды обратных связей [1, с. 20–22, 240–241].

Понятие передаточной функции [1, с. 41–44; 2, с. 135–136, 199–208].

Структурные схемы [1, с. 63–71; 2, с. 175–190].

Прямая, обратная, разомкнутая и замкнутая цепи [1, с. 66–71; 2, с. 175–190; 3, с. 26–27].

Правила перестановки звеньев, узлов и сумматоров [1, с. 63–71; 2, с. 175–190; 3, с. 30–31].

Нахождение передаточной функции последовательной и параллельной цепей [1, с. 67–71; 2, с. 175–190].

Передаточная функция замкнутого контура [1, с. 63–71; 2, с. 193–196].

Принцип нахождения выходного сигнала в многовходовом контуре [1, с. 63–71; 2, с. 199–208].

Преобразование неединичной обратной связи в единичную [1, с. 63–71; 2, с. 199–208].

Основные законы регулирования [1, с. 31–32; 2, с. 31–49].

- Пропорциональный закон регулирования [1, с. 31–32; 2, с. 30–36].
- Интегральный закон регулирования [1, с. 31–32; 2, с. 158–161].
- Пропорционально-интегральный закон регулирования [1, с. 31–32; 2, с. 36–49, 584–594].
- Понятие «изодром» [2, с. 81–83, 584–594].
- Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования [1, с. 31–32].
- Статизм по входному сигналу [1, с. 23–24; 2, с. 27–31].
- Статизм по нагрузке [1, с. 23–24; 2, с. 27–31].
- Определение порядка астатизма [1, с. 250–254; 2, с. 27–31].
- Важность и проблематичность повышения порядка астатизма системы автоматического регулирования (САР) [1, с. 250–254; 2, с. 27–31].
- Методы повышения порядка астатизма по входному сигналу [2, с. 36–40, 585–588].
- Методы повышения порядка астатизма по нагрузке [2, с. 36–40, 585–588].
- Виды передаточной функции [1, с. 41–43, 44–49].
- Амплитудно-фазовые частотные характеристики (АФЧХ) [1, с. 44–49; 2, с. 138–143].
- Математический и натурный способы получения АФЧХ [1, с. 44–49; 2, с. 138–143].
- Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), коэффициент динамичности, полоса пропускания, частота среза [1, с. 187–188].
- Логарифмические амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ) [1, с. 45–46; 2, с. 167–175].
- Единицы измерения для частотных характеристик [1, с. 45–46; 2, с. 138–143].
- Правила построения ЛАЧХ и ЛФЧХ многозвенных цепей [1, с. 78–81; 2, с. 196–199].
- Пропорциональное звено [1, с. 52–64; 2, с. 147–149].
- Интегрирующее звено [1, с. 52–64; 2, с. 158–161].
- Дифференцирующее звено [1, с. 52–64; 2, с. 161–164].
- Инерционное звено [1, с. 52–64; 2, с. 147–151].
- Колебательное звено [1, с. 52–64; 2, с. 151–158].
- Демпфирование, резонанс, собственная частота в колебательном звене [1, с. 59–61; 2, с. 151–158].
- Форсирующее звено 1-го порядка [1, с. 52–64; 2, с. 164–166].

- Форсирующее звено 2-го порядка [1, с. 52–64; 2, с. 164–166].
- Запаздывающее звено [1, с. 167–176; 2, с. 166–167, 248–250].
- Единичный ступенчатый и единичный импульсный сигналы [1, с. 49–50; 2, с. 143–146].
- Понятие о переходной функции [1, с. 49–52; 2, с. 137].
- Понятие о весовой функции [1, с. 49–52; 3, с. 47–48].
- Связь переходной и весовой функций [1, с. 49–52].
- Связь передаточной функции с переходной и весовой функциями [1, с. 49–52].
- Виды и параметры переходных процессов [1, с. 185–187; 3, с. 82–85].
- Постановка задачи устойчивости для САР [1, с. 114–121; 2, с. 209–215].
- Теорема Ляпунова [1, с. 119–128; 2, с. 209–215].
- Необходимые условия устойчивости [1, с. 134; 2, с. 225–230].
- Характеристический многочлен и его отношение к устойчивости САР [1, с. 123–128; 2, с. 209–215].
- Критерий устойчивости Рауса [1, с. 128–131; 2, с. 223–225].
- Критерий устойчивости Гурвица [1, с. 131–135; 2, с. 225–230].
- Критерий Михайлова [1, с. 139–145; 2, с. 240–245].
- Критерий устойчивости Найквиста [1, с. 145–153; 2, с. 138–142, 230–240].
- Запасы устойчивости по фазе и амплитуде [1, с. 152–155; 2, с. 250–252].
- Анализ устойчивости контура с помощью ЛАЧХ и ЛФЧХ [1, с. 153–154; 2, с. 245–248].
- Пути повышения запасов устойчивости САР [1, с. 236–264; 2, с. 274–292; 3, с. 88–95].
- Виды коррекции САР [1, с. 236–264; 2, с. 359–382; 3, с. 88–95].

Л и т е р а т у р а

1. Теория автоматического управления / Под ред. Ю.М.Соломенцева. – М.: Высш. школа, 2000.
2. Теория автоматического управления. В 2 ч. Ч.1/ Под ред. А.А.Воронова. – М.:Высш. школа, 1986.

3. Егоров К.В. Основы теории автоматического регулирования. – М.: Энергия, 1971.

4. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования. – М.: Машиностроение, 1985.

5. Основы автоматизации управления производством / Под ред. И.И.Макарова. – М.: Высш. школа, 1983.

6. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления / Под ред. В.А.Бесекерского. – М.: Наука, 1978.

7. Первозванный А.А. Курс теории автоматического управления. – М.: Наука, 1986.

8. Ключев А.С. Автоматическое регулирование. – М.: Высш. школа, 1986.

9. Яшугин Е.А. Теория линейных непрерывных систем автоматического управления в вопросах и ответах: Справ. пособие. – Мн.: Выш. школа, 1986.

8. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКОВ

Основные понятия и этапы управления металлорежущими станками [1, с. 369; 2, с. 365; 5, с. 10–11].

Устройства цифровой индикации и управления (УЦИУ), их функциональное назначение и классификация, общая схема управления станком с помощью УЦИУ [2, с. 365–366].

Системы автоматического управления (САУ), их классификация по виду начальной информации, по характеру информационных потоков и управляющих сигналов [1, с. 369–374; 2, с. 365–369; 5, с. 16–19].

Системы управления с распределительным валом (РВ), их принципиальная схема управления и три группы систем управления с РВ в зависимости от характера холостого хода [1, с. 374–379; 2, с. 369–370; 5, с. 12, 66–72].

Следящие копировальные механические, электрические и гидравлические системы управления, их структурные схемы, переходный процесс и точность [1, с. 387–391; 2, с. 370–371; 5, с. 12–13, 94–95].

Системы циклового программного управления (ЦПУ), их назначение и структурная схема. Устройства задания и ввода программы, устройства задания и контроля перемещений [1, с. 380–383; 2, с. 371–372; 5, с. 102–107].

Системы числового программного управления (СЧПУ), их назначение и области эффективного применения [1, с. 391; 5, с. 108–117; 6, с. 3–4].

Процесс преобразования информации в системах ЧПУ, управляющая программа, устройство ЧПУ (УЧПУ), исполнительные приводы рабочих органов и датчики обратной связи. Типовые блоки УЧПУ и их назначение: устройство ввода информации, блок памяти, блок интерполяции, блок управления приводами подач, блок скоростей подач, блок коррекции программ, блок технологических команд [1, с. 391–396, 401–405; 5, с. 109–110].

Классификация систем ЧПУ: позиционные, контурные и комбинированные; разомкнутые и замкнутые; аппаратные и программируемые; системы класса NC, HNC, CNC, DNC и PCNC [1, с. 396–401; 2, с. 372–375; 5, с. 110–117; 6, с. 8–12; 7, с. 9–14; 10, с. 18–21].

Адаптивные (самоприспосабливающиеся) системы предельного и оптимального управления, их блок-схемы, регулируемые и контролируемые параметры [1, с. 416–420; 5, с. 173–185].

Геометрическая, логическая, терминальная и технологическая задачи ЧПУ и их общая характеристика [3, с. 154–155; 11, с. 39–41].

Подготовка, кодирование, расчет и запись управляющей программы. Интерполяция методами оценочной функции, цифровых дифференциальных анализаторов, прогноза и коррекции, сплайн-функций; линейная и круговая интерполяция. Современные требования к интерпретаторам и интерполяторам [2, с. 383–389; 4, с. 13–86; 6, с. 106–156; 12, с. 9–15; 19, с. 477–480].

Система цикловой электроавтоматики, понятие о циклах и операциях на примере работы револьверной головки токарного станка с ЧПУ. Варианты структурных схем и современные тенденции решения логической задачи [4, с. 37–54; 13, с. 3–7].

Терминальная задача ЧПУ и ее аппаратное обеспечение. Взаимодействие устройства ЧПУ с окружающей средой. Варианты диалога оператора с устройством ЧПУ [4, с. 54–78; 14, с. 2–8].

Технологическая задача ЧПУ: управление качеством обработки по результатам статической и динамической настройки и эффективностью обработки посредством адаптивного управления [4, с. 78–86].

Шаговый привод подач, его структурная схема, достоинства и недостатки, области применения. Принципиальная схема работы, виды и технические ограничения шаговых двигателей [1, с. 405–407; 5, с. 130–134; 7, с. 107–118].

Регулируемый привод, его применение, структурная схема и требования. Особенности регулируемых приводов главного движения [7, с. 118–120, 159–162].

Следящий привод подачи, его структурная схема, достоинства и недостатки, области применения. Исполнительные электродвигатели следящего электропривода и принципиальная схема работы вентильного двигателя [1, с. 407–408; 5, с. 134–136; 7, с. 145–150, 154–158].

Круговые и линейные датчики обратной связи, вращающиеся трансформаторы, линейные и круговые индуктосины, фотоэлектрический преобразователь и их принципы работы [1, с. 409–411; 5, с. 138–144; 7, с. 150–154; 20, с. 18–31].

Персональный компьютер (ПК), его структурная схема. Назначение и характеристика основных блоков ПК: микропроцессора, генератора тактовых импульсов, таймера, шин, основной и внешней памяти, внешних устройств, сопроцессора математического и ввода-вывода, контроллеров прерываний и прямого доступа к памяти [18, с. 129–140, 149–161; 19, с. 495–501].

Микропроцессор, его обобщенная структура и функции арифметико-логического устройства и устройства управления. Внешний и внутренний интерфейс, передача данных между микропроцессором и памятью, взаимодействие центрального микропроцессора и сопроцессора и организация работы таймера [3, с. 161–173; 4, с. 207–223; 18, с. 141–149].

Объектно-независимые и объектно-зависимые модули устройства ЧПУ. Универсальные контроллеры ввода-вывода. Объектно-зависимые контроллеры ввода-вывода, структура их связи с приводами подач, электроавтоматикой станка, панелью оператора [3, с. 173–175, 185–189; 4, с. 223–225, 239–246, 292–312; 8, с. 95].

Программируемые контроллеры, их конструктивное оформление, циклы работы и основные модули [4, с. 292–312].

Микропроцессорные СЧПУ, состав и взаимосвязи аппаратных средств. Микропроцессорное управление с разделяемым и выделяемым вычислителями. Мультипроцессорная архитектура с сосре-

доточенной и распределенной структурой [3, с. 155–161; 4, с. 14–16, 255–258; 11, с. 39–41].

Организация связи модулей в однопроцессорных и мультипроцессорных УЧПУ. Магистральные интерфейсы Q-bus и Multibus, их структура и принципы передачи информации [3, с. 173–185; 4, с. 223–239].

Системная и прикладная платформы в современных системах ЧПУ типа PCNC: их структура и основные модули [15, с. 35–39; 16, с. 7–15].

Организация связей в системах ЧПУ типа PCNC: связь между компьютером и периферийными устройствами, между компьютером и интеллектуальными контроллерами, между контроллерами и следящими приводами [17].

Локальная вычислительная сеть (ЛВС), ее назначение, особенности организации и топологии. Элементы ЛВС: концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, серверы, клиенты, мосты, шлюзы, физическая передающая среда. Методы доступа к передающей среде [18, с. 226–234].

Организация и назначение сетей DNC. Использование моноканала и доступ к нему. Типовое строение цеховой локальной сети. Контроллерная ЛВС [4, с. 115–120, 303–304, 420–440; 8, с. 86–98].

Л и т е р а т у р а

1. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. А.С.Проникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.

2. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3 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.

3. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3 т. Т.2; Ч.2: 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. – 320 с.

4. Сосонкин В.Л. Программное управление технологическим оборудованием : Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1991. – 512 с.
5. Кочергин А.И. Автоматы и автоматические линии. – Мн.: Выш. школа, 1980. – 288 с.
6. Каштальян И.А., Клевзович В.И. Обработка на станках с числовым программным управлением: Справ. пособие. – Мн.: Выш. школа, 1989. – 271 с.
7. Программное управление станками: Учебник для машиностроительных вузов / В.Л.Сосонкин, О.П.Михайлов, Ю.А.Павлов и др.; Под ред. В.Л.Сосонкина. – М.: Машиностроение, 1980. – 398 с.
8. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ : Справочник. – Л.: Машиностроение; Ленингр. отд-ние, 1990. – 588 с.
9. Сосонкин В.Л. Концепция системы ЧПУ на основе персонального компьютера (PCNC) // Станки и инструмент. – 1990. – № 11. – С.9 – 14.
10. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Принципы построения системы ЧПУ с открытой архитектурой // Приборы и системы управления. – 1996. – № 8. – С.18 – 21.
11. Сосонкин В.Л. Задачи числового программного управления и их архитектурная реализация в устройствах ЧПУ // Станки и инструмент. – 1988. – № 10. – С. 39 – 41.
12. Мартинов Г.М., Сосонкин В.Л. Концепция числового программного управления мехатронными системами: реализация геометрической задачи // Мехатроника. – 2001. – № 1. – С. 9 – 15.
13. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Концепция числового программного управления мехатронными системами: реализация логической задачи управления // Мехатроника. – 2001. – № 2. – С. 3–7.
14. Мартинов Г.М., Сосонкин В.Л. Концепция числового программного управления мехатронными системами: реализация терминальной задачи // Мехатроника. – 2001. – № 4. – С. 2 – 8.
15. Сосонкин В.Л. Современное представление об архитектуре систем ЧПУ типа PCNC // Автоматизация проектирования. – 1998. – № 3. – С. 35 – 39.

16. Сосонкин В. Л., Мартинов Г. М. Концепция одно-компьютерной системы ЧПУ типа PCNC // Информатика-машиностроение. – 1999. – № 4. – С. 7 – 15.

17. Сосонкин В. Л., Митин Г. П. Организация связей в системе ЧПУ // Мир компьютерной автоматизации. – 1999. – № 4.

18. Информатика: Учебник. – 3-е изд., перераб./ Под ред. проф. Н. В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 768 с.

19. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. В. Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.

20. Гусев И. Т., Елисеев В. Г., Маслов А. А. Устройства числового программного управления: Учеб. пособие для техн. вузов. – М.: Высш. школа, 1986. – 296 с.

Содержание

Введение.....	3
1. Гидропривод и гидропневмоавтоматика.....	3
2. Теория резания.....	8
3. Тепловые процессы в технологических системах.....	10
4. Режущий инструмент.....	13
5. Станочное оборудование.....	17
6. Конструирование и расчет станков.....	25
7. Теория автоматического управления.....	30
8. Системы управления станков.....	33