

**Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины**  
**Донбасская государственная машиностроительная академия**

# **ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ И СБОРКИ МАШИН**

**Методические указания к изучению курса  
и выполнению контрольной работы**

Краматорск 2011

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины  
Донбасская государственная машиностроительная академия

# **ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ И СБОРКИ МАШИН**

Методические указания к изучению курса  
и выполнению контрольной работы

Утверждено  
на заседании  
ученого совета  
Протокол № 9 от 23.06.2011

Краматорск 2011

УДК 621.91.002

Технология обработки типовых деталей и сборки машин. Методические указания к изучению курса и выполнению контрольной работы / сост. С. В. Ковалевский, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко. – Краматорск: ДГМА, 2011. – 32 с.

Содержат методические указания к изучению дисциплины «Технология обработки типовых деталей и сборки машин», содержание и порядок выполнения контрольной работы студентами заочной формы обучения, а также перечень рекомендованной литературы.

Составители:	КОВАЛЕВСКИЙ Сергей Вадимович, проф., ОНИЩУК Сергей Григорьевич, доц., БОРИСЕНКО Юрий Борисович, ст. препод.
Отв. за выпуск	КОВАЛЕВСКИЙ Сергей Вадимович, зав.каф.

Редактор	Шнурік С.П.
Комп'ютерна верстка	Ордіна О.П.

/2011. Підп. до друку . Формат 60 x 84/16.  
Папір офсетний. Ум. друк. арк. . Обл.-вид. арк. .  
Тираж прим. Зам. №

Видавець і виготівник  
«Донбаська державна машинобудівна академія»  
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.  
Свідectво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного  
реєстру  
серія ДК №1633 від 24.12.03.

# **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

## **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Цель преподавания – дать основные сведения о методах разработки технологических процессов изготовления типовых деталей машин и производственных процессов сборки машин.

## **1.2 Задачи изучения дисциплины**

В результате изучения дисциплины студенты должны уметь:

- анализировать существующие и проектировать новые технологические процессы обработки заготовок и сборки машин традиционными и автоматизированными методами проектирования с применением ЭВМ; проектировать технологические процессы сборки изделий и обработки заготовок на отдельных станках, автоматических линиях и автоматизированных участках, управляемых ЭВМ;
- проводить исследования по совершенствованию технологических процессов механической обработки и сборки, с целью повышения качества изделий, производительности труда и снижения себестоимости;
- разрабатывать технические задания на проектирование и модернизацию технологического оборудования, приспособлений и инструментов, автоматических линий, средств автоматизации, роботов-манипуляторов для автоматизации механической обработки, сборочных и контрольных операций, транспортировки и складирования, комплексной автоматизации технологических линий, участков и цехов на базе применения оборудования с ЧПУ, ЭВМ и промышленных роботов.

## **1.3 Рекомендации к изучению дисциплины**

Методологической основой дисциплины являются дисциплины «Технологические основы машиностроения», «Оборудование и транспорт механообрабатывающих цехов», «Режущие инструменты», «Теоретические основы технологии изготовления деталей и сборки машин». Дисциплина обеспечивает дисциплины «Технологическая оснастка», «Технология обработки типовых деталей и сборки машин» (курсовой проект), «САПР технологических процессов».

## 1.4 Состав модулей дисциплины

*Таблица 1.1 – Состав модулей дисциплины «Технология обработки типовых деталей и сборки машин», распределение времени на их усвоение, сроки контроля*

№ пп	Краткое со- держание	Три- местр	Об- щее коли- чество часов	Кре- диты ECTS	Кол во ауд. ча- сов	Формы и методы контроля	Неде- ля про- веде- ния
М1	Технология обработки типовых деталей и сборки ма- шин	14	108	3	32	1) КР 2) ПР.3 №1,2	9 9

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Модуль 1 Технология обработки типовых деталей и сборки машин

#### 2.1 Технология изготовления базовых деталей

Служебное назначение и классификация базовых деталей. Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок базовых деталей. Методы повышения износостойкости направляющих. Принципы построения технологии изготовления базовых деталей. Естественное и искусственное старение. Принципы базирования станин и других базовых деталей, выбор баз на первой операции.

Черновая обработка базовых деталей. Способы обработки и их технологические возможности: строгание, повышение производительности за счет одновременного использования суппортов и полной длины хода стола, строгание широкими резцами; фрезерование цилиндрическими и торцовыми фрезами, высокопроизводительные способы фрезерования; одновременное фрезерование нескольких поверхностей, последовательное фрезерование нескольких заготовок; шлифование; протягивание.

Технологическое оснащение: технологическое оборудование, технологическая оснастка, средства механизации и автоматизации.

Чистовая обработка базовых деталей. Базирование, способы обработки и их технологические возможности: строгание широкими резцами; фрезерование, обработка больших поверхностей торцовыми фрезерными

головками и однозубыми фрезами (щабрящее фрезерование); протягивание; шлифование торцом и периферией круга. Технологическое оснащение. Пути снижения деформаций базовых деталей от собственного веса; правила расположения опор, применение дополнительных опор. Обработки смазочных и крепежных отверстий.

Отделочная обработка направляющих. Базирование. Способы обработки: строгание, фрезерование, шлифование, доводка, шабрение, накатывание. Комбинированные методы обработки.

Методы и средства контроля базовых деталей.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Основные принципы классификации базовых деталей.
- 2 Виды и способы получения заготовок базовых деталей.
- 3 Основные принципы построения технологии изготовления базовых деталей.
- 4 Методы черновой обработки основных поверхностей базовых деталей, технологическое оснащение.
- 5 Чистовая обработка основных поверхностей, методы и технологическое оснащение.
- 6 Отделочная обработка основных поверхностей, способы обработки, технологическое оснащение.
- 7 Характерные особенности проектирования технологии изготовления базовых деталей на станках с ЧПУ.
- 8 Методы и средства контроля базовых деталей.

Литература [1, с.74–130]

## **2.2 Технология изготовления корпусных деталей**

Служебное назначение и классификация корпусных деталей. Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Принципы построения технологических процессов изготовления корпусных деталей. Выбор технологических баз; типовые маршрутные технологические процессы изготовления корпусных деталей.

Способы обработки плоских поверхностей и их технологические возможности: строгание, фрезерование, параллельно-последовательный способ обработки заготовок на многоместных приспособлениях, маятниковое фрезерование, непрерывное фрезерование, протягивание, точение, шлифование. Технологическое оснащение.

Обработка основных отверстий: базирование заготовок, классификация отверстий. Способы черновой обработки и их технологические возможности. Способы отделочной обработки основных отверстий: тонкое растачивание, внутреннее планетарное шлифование, хонингование, раскатывание, притирка, алмазное выглаживание. Технологическое оснащение.

Обработка корпусных деталей на станках с ЧПУ: специфика технологической подготовки, типовые технологические процессы, обработка на станках типа «обрабатывающий центр». Групповая обработка корпусных деталей.

Особенности построения технологических процессов изготовления корпусных деталей в массовом производстве. Контроль корпусных деталей: методы контроля и средства технологического оснащения.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Материалы и способы получения заготовок корпусных деталей.
- 2 Технические требования и технологические задачи, решаемые при проектировании техпроцессов.
- 3 Обработка плоских поверхностей в зависимости от типа производства и объема выпуска.
- 4 Методы и схемы обработки основных отверстий, контроль точности.
- 5 Особенности обработки корпусных деталей на станках с ЧПУ.
- 6 Сущность и особенности групповой обработки корпусных деталей.
- 7 Контроль точности и качества обработки корпусных деталей, методы и средства контроля.

Литература [1, с.132–250; 2, с.94–109; 3, с.388–403; 4, с.94–141; 5, с.17–31].

## **2.3 Технология изготовления валов**

Служебное назначение и классификация валов. Технология изготовления ступенчатых валов. Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Принципы построения технологических процессов изготовления ступенчатых валов. Выбор технологических баз и типовые маршрутные технологические процессы изготовления ступенчатых валов.

Способы обработки наружных поверхностей вращения и их технологические возможности: точение; фрезерование; протягивание; шлифование; круглое наружное с продольной подачей, врезанием, уступами, глубинное; бесцентровое шлифование; алмазное и эльборное шлифование; шлифование эластичными инструментами – лентами и кругами; наружное хонингование; суперфиниширование; полирование; обработка поверхностным пластическим деформированием – накатыванием шариками и роликами, виброобкатывание, выглаживание твердосплавными, алмазными и эльборными инструментами. Технологическое оснащение.

Способы обработки шлицев и шпоночных пазов и их технологические возможности: фрезерование, шлицестрогание, шлицепротягивание, холодное накатывание. Технологическое оснащение.

Способы нарезания резьб и их технологические возможности: способы образования однозаходной и многозаходной резьб резцами, гребенками, плашками, метчиками, резьбонарезными головками; «вихревое» нарезание резьбы; фрезерование резьбы дисковыми и цилиндрическими фрезами; накатывание резьбы плашками и роликами с поперечной и осевой подачами; шлифование резьбы дисковыми односторонними и многосторонними кругами; шлифование резьбы на бесцентрово-шлифовальном станке; чистовое шлифование точных резьб дисковыми кругами. Технологическое оснащение.

Технология изготовления шпинделей. Служебное назначение, технические условия и нормы точности. Материалы и способы изготовления шпинделей; методы и средства обеспечения заданной точности расположения наружных и внутренних поверхностей.

Типовые маршрутные технологические процессы.

Способы обработки внутренних поверхностей шпинделей и их технологические возможности: сверление, глубокое сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, шлифование и др. Технологическое оснащение.

Технология изготовления коленчатых валов. Служебное назначение, технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Типовые технологические процессы изготовления коленчатых валов при различной серийности производства: методы обработки, базирование, средства технологического оснащения, пути повышения производительности обработки и качества изделий. Балансировка коленчатых валов. Отделочная обработка шеек коленчатых валов: шлифование, хонингование, суперфиниширование, полирование. Методы повышения усталостной прочности коленчатых валов.

Технология изготовления ходовых винтов. Служебное назначение, технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Типовые технологические процессы изготовления ходовых винтов нормальной точности. Особенности изготовления прецизионных ходовых винтов. Особенности изготовления составных ходовых винтов. Технологическое оснащение.

Особенности технологии изготовления валов в мелкосерийном и единичном производстве. Обработка валов на станках с ЧПУ. Требования к заготовкам. Технические возможности станков с ЧПУ для обработки валов. Технологические операции обработки валов на токарных и шлифовальных станках с ЧПУ.

Особенности изготовления валов в крупносерийном и массовом производстве. Обработка валов на автоматических линиях.

Контроль ступенчатых валов, шпинделей, коленчатых валов, ходовых винтов и других валов: методы контроля и средства технологического оснащения.



- 1 Основные принципы конструкторско-технологической классификации валов.
- 2 Основные виды и способы получения заготовок валов.
- 3 Содержание технических требований и технологические задачи, решаемые при построении техпроцессов.
- 4 Принципы построения и характерные особенности технологии изготовления валов.
- 5 Методы обработки основных поверхностей, их технологические возможности.
- 6 Особенности обработки валов на станках с ЧПУ.
- 7 Сущность комплексной автоматизации технологических процессов обработки валов.
- 8 Методы и средства контроля параметров основных поверхностей валов.

Литература [1, с.254–323; 2. с.5–64; 3, с.353–364; 4, с.208–232; 5, с.36–45].

## **2.4 Технология изготовления деталей зубчатых передач**

Служебное назначение и классификация зубчатых колес. Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок.

Технология изготовления цилиндрических и конических зубчатых колес. Выбор технологических баз и типовые маршрутные технологические процессы изготовления цилиндрических и конических зубчатых колес при различной серийности производства. Способы обработки отверстий в заготовках и их технологические возможности: обработка отверстий сверлением в сплошном материале и рассверливанием в предварительно отлитых или прошитых отверстиях; погрешности обработки и способы их уменьшения; зенкерование, развертывание и протягивание отверстий; растачивание отверстий резцом при вращающейся заготовке и при вращающейся расточной оправке; тонкое (алмазное) растачивание; шлифование отверстий при вращающейся и неподвижной заготовке; особенности шлифования отверстий малого диаметра; хонингование и доводка отверстий; обработка поверхностным пластическим деформированием – раскатывание шариками и роликами, прошивание отверстий шариками и дорнование, выглаживание; электрофизические и электрохимические методы обработки отверстий. Технологическое оснащение.

Способы образования зубьев цилиндрических зубчатых колес: обработка методом копирования – фрезерование зубьев модульной и фасонной концевой фрезой, протягивание зубьев протяжкой, шлифование профильным кругом; обработка методом обкатки – фрезерование червячными фре-

зами с осевой, тангенциальной и радиальной подачами, встречное и попутное зубофрезерование однозаходными и многозаходными червячными фрезами, зубострогание долбяками и гребенками, зуботочение. Способы образования зубьев конических зубчатых колес и их технологические возможности: обработка методом копирования – фрезерование модульными фрезами, протягивание; обработка методом обкатки – зубострогание двумя резцами, зубофрезерование двумя коническими дисковыми фрезами. Накатка зубьев цилиндрических зубчатых колес в холодном и горячем состоянии. Технология отделочной обработки зубьев шевингованием, шлифованием, хонингованием, притиркой и другими способами. Зубозакругление. Технологическое оснащение.

Технология изготовления червячных колес. Типовые маршрутные технологические процессы изготовления червячных колес.

Способы образования зубьев. Технологическое оснащение.

Технология изготовления червяков. Типовые маршрутные технологические процессы. Способы образования и обработки винтовых поверхностей червяков и их технологические возможности: резцом с прямолинейным прямым и обратным профилем, фрезерование дисковой или червячной фрезой, шлифование; нарезание червяков круглым долбяком; «вихревое» нарезание червяков; нарезание червяков одновременно двумя дисковыми фрезами; способы отделочной обработки; шлифование, обкатка роликами, притирка, приработка. Технологическое оснащение.

Контроль цилиндрических, конических и червячных зубчатых колес и червяков. Методы и средства контроля.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Конструкторско-технологическая классификация зубчатых колес.
- 2 Служебное назначение, технические требования и задачи, решаемые при проектировании техпроцессов.
- 3 Выбор и обоснование схем базирования зубчатых колес при обработке.
- 4 Черновая и чистовая обработка основных поверхностей зубчатых колес.
- 5 Методы нарезания зубьев цилиндрических колес.
- 6 Методы нарезания зубьев конических колес.
- 7 Методы нарезания червяков и червячных колес.
- 8 Отделочные виды обработки зубчатых колес, применяемое оборудование, технологические возможности.
- 9 Контроль зубчатых колес и червяков, методы и средства контроля.

Литература [1, с.331-408; 2. с.111-131; 4, с.260-287; 5, с.48-60].

## **2.5 Технология изготовления рычагов, вилок и шатунов**

Служебное назначение, технические условия и классификация деталей. Материалы и способы получения заготовок. Технология механической обработки рычагов, вилок и шатунов: принципы построения технологических процессов, базирование, технологическое оснащение. Концентрация операций и переходов. Групповая обработка. Контроль качества изготовления шатунов, рычагов и вилок.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Классификация деталей типа рычагов, вилок и шатунов.
- 2 Служебное назначение, технические требования и задачи, решаемые при построении техпроцессов.
- 3 Материалы и способы получения заготовок.
- 4 Выбор баз и способов крепления заготовок при обработке.
- 5 Методы обработки шатунов, применяемое оборудование и инструмент.

Литература [ 2, с. 417-471; 3, с. 423-439; 4, с.351-357; 12, с. 202-206]

## **2.6 Технология изготовления деталей, имеющих фасонные поверхности**

Служебное назначение и классификация деталей, имеющих фасонные поверхности (кулачки, турбинные лопатки и т.д.). Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Принципы построения технологических процессов изготовления кулачков и турбинных лопаток. Выбор технологических баз и типовые маршрутные технологические процессы изготовления кулачков и турбинных лопаток.

Способы обработки фасонных поверхностей и их технологические возможности: обработка копированием и огибанием; обработка ступенчатых и плоских фасонных поверхностей на токарном, фрезерном, шлифовальном, строгальном и специальных станках по копиру и фасонным инструментом; обработка фасонных поверхностей на станках с ЧПУ. Отделочная обработка фасонных поверхностей ленточным шлифованием и полированием.

Контроль деталей, имеющих фасонные поверхности: методы контроля и средства технологического оснащения.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Технические требования и задачи, решаемые при разработке технологических процессов.
- 2 Служебное назначение, материалы и способы получения заготовок.

- 3 Характерные особенности построения техпроцессов, выбор баз.
- 4 Особенности токарно-копировальной обработки, технологическое оснащение.
- 5 Обработка фасонных поверхностей на станках с ЧПУ.
- 6 Отделочная обработка фасонных поверхностей, технологическое оснащение, возможности обработки.
- 7 Контроль основных поверхностей, методы и средства контроля.

Литература [1, с.417-471; 2, с.132-139; 3, с.371-387, 404-424]

## **2.7 Электрофизические и электрохимические методы обработки деталей**

Классификация электрофизических методов обработки и их характеристики.

Электроэрозионная обработка: электроискровая, электроимпульсная, электроконтактная, лазерная и электроннолучевая. Классификация электрохимических методов обработки. Электрохимическая, анодно-механическая и ультразвуковая обработка.

Технологические возможности и область применения различных методов обработки.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Классификация электрофизических и электрохимических методов обработки.
- 2 Электроискровая обработка: сущность процесса, схема, область применения.
- 3 Электроимпульсная обработка: сущность процесса, схема, область применения.
- 4 Электроконтактная обработка: сущность процесса, схема, область применения.
- 5 Электрохимические способы обработки: сущность процесса, схема, область применения.

Литература [18, с.290-307].

## **2.8 Технологический процесс сборки и его структура**

Изделие и его составные части. Значение и объем сборочных работ. Соединения деталей и способы их выполнения.

Технологические виды и организационные формы сборки изделий: стационарная и подвижная сборка и их разновидности; бригадный метод; поточная сборка; конвейерная сборка. Преимущества, недостатки и область применений различных форм сборки.

Установление типа производства и выбор организационной формы сборки.

*Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Машина, ее разновидности и составные части.
- 2 Соединения деталей, их классификация.
- 3 Виды и организационные формы сборки, классификация, область применения.
- 4 Технологический процесс сборки и его структура.
- 5 Виды сборочных работ, их назначение и область применения.
- 6 Непоточная сборка, ее разновидности, характерные особенности и область применения.
- 7 Поточная сборка, ее разновидности, характерные особенности и область применения.

Литература [12, с. 471-494].

## **2.9 Точность сборки машин и методы ее достижения**

Понятия точности сборки и основные ее показатели. Этапы и принципы размерного анализа машин. Расчет сборочных размерных цепей при размерном анализе машин. Особенности применения вероятностного метода расчета сборочных размерных цепей в условиях мелкосерийного производства. Нормирование точности при сборке. Обеспечение точности при сборке. Виды сборки по методу достижения требуемой точности замыкающего звена: сущность, примеры, область применения.

*Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Каким образом достигается требуемая точность сборки?
- 2 Расчет размерных цепей методом максимума-минимума.
- 3 Особенности расчета размерных цепей вероятностным методом.
- 4 Метод полной взаимозаменяемости, его особенности и область применения.
- 5 Характерные особенности метода неполной взаимозаменяемости, область применения.
- 6 Метод групповой взаимозаменяемости, особенности и область применения.
- 7 Методы пригонки и регулирования, их особенности и область применения.

Литература [1, с. 14-24].

## **2.10 Основы разработки технологических процессов сборки машин**

Исходные данные для проектирования техпроцесса сборки машин. Базовая, руководящая и справочная информация. Последовательность разработки техпроцесса сборки. Анализ служебного назначения и его связь с параметрами размерной точности. Виды связей в машине и их значение. Отработка конструкции изделия на технологичность: задачи, состав и содержание требований. Выбор вида сборки по методу достижения точности замыкающего звена. Разработка последовательности и построение схем сборки: правила разбивки на сборочные единицы, общие правила выбора последовательности сборки, разработка схем сборки. Выбор и разработка технологического оборудования и оснастки. Установление норм времени на выполнение сборочных операций. Построение циклограмм сборки машин. Разработка технологической документации.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Исходные материалы для разработки технологического процесса сборки.
- 2 Порядок и последовательность проектирования технологического процесса сборки.
- 3 Технологические схемы общей и узловой сборки, их назначение и построение.
- 4 Состав нормы времени на сборочные операции.
- 5 Разновидности циклограмм, их назначение и построение.
- 6 Установление вида сборки по методу достижения точности замыкающего звена.
- 7 Методы уменьшения трудоемкости сборки изделий.

Литература [1, с.5-24; 12, с. 471-488; 5, с.89-94]

## **2.11 Подготовка деталей к сборке**

Слесарно-пригоночные работы при сборке: опилование, зачистка, притирка, полирование, шабрение, сверление, развертывание, гибка.

Механизация слесарно-пригоночных работ.

Комплектование деталей. Маркировка и клеймение изделий. Очистка и мойка изделий.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Слесарно-пригоночные работы, назначение, объем и область применения.
- 2 Механизация слесарно-сборочных работ.

- 3 Маркировка и клеймение изделий, механизация работ.
- 4 Очистка и мойка изделий, назначение, разновидность и область применения.
- 5 Оборудование, применяемое для мойки изделий.

Литература [12, с.471-472]

## **2. 12 Сборка неподвижных разъемных соединений**

Классификация неподвижных разъемных соединений, область применения. Сборка резьбовых соединений. Структура операций. Постановка шпилек. Сборка болтовых и винтовых соединений: навинчивание, затяжка, стопорение. Методы стопорения и контроля усилия затяжки. Механизация и автоматизация процесса сборки: виды и характеристика устройств для механизированной сборки разъемных соединений. Сборка шпоночных, шлицевых, конических соединений и соединений с пластмассовыми компенсаторами.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Виды неподвижных разъемных соединений, их характеристика и область применения.
- 2 Основные требования, предъявляемые к сборке резьбовых соединений.
- 3 Методы и средства контроля, усилия затяжки резьбовых соединений.
- 4 Методы стопорения резьбовых соединений.
- 5 Механизация процесса сборки резьбовых соединений, характеристика оборудования.
- 6 Основные погрешности, возникающие при сборке шпилечных соединений, пути их устранения.

Литература [5, с. 94-99, 12, с. 495-500].

## **2.13 Сборка неподвижных неразъемных соединений**

Классификация и область применения соединений. Сборка соединений с гарантированным натягом (продольно-прессовых и поперечно-прессовых).

Технические требования, предъявляемые к прессовым соединениям. Факторы, определяющие прочность и долговечность соединений. Механическая сборка прессовых соединений; оборудование и область применения.

Сборка с предварительным нагревом. Сущность, область применения, определение температуры нагрева, оборудование, в том числе установки ТВЧ. Сборка с предварительным охлаждением, преимущества,

применяемые хладагенты и оборудование. Сборка с подачей масла под давлением в зону сопряжения.

Сборка соединений сваркой, пайкой, склеиванием; сборка заклепочных соединений.

#### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

1 Классификация и область применения неподвижных неразъемных соединений.

2 Прессовые соединения, их разновидность и характерные особенности.

3 Область применения, последовательность и особенности сборки с предварительным нагревом.

4 Сборка соединений с предварительным охлаждением, преимущества, оборудование и область применения.

5 Гидропрессовый метод сборки, особенности и область применения.

Литература [1, с. 47-55; 5, с. 99-104; 12, с. 473-477].

### **2.14 Балансировка деталей и сборочных единиц при изготовлении изделий машиностроения**

Причины появления неуравновешенности вращающихся частей. Значение операции балансировки и ее место в техпроцессе изготовления изделия. Основные понятия, термины и определения.

Методы определения дисбаланса при статической балансировке (стенды с параллельными призмами, роликовые и дисковые приспособления, балансировка подвешиванием на сферической опоре, на устройствах типа УСБ, на устройствах типа весов).

Методы корректировки неуравновешенной массы. Статическая балансировка в динамическом режиме: сущность, принципиальная схема, технологические возможности, оборудование и область применения. Динамическая балансировка: принципиальные основные схемы станков, оборудование и область применения.

Автоматизация процессов балансировки.

#### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

1 Причины возникновения неуравновешенности вращающихся деталей и механизмов.

2 Виды неуравновешенности и место балансировки в технологическом процессе изготовления изделия.

3 Статическая балансировка деталей и сборочных единиц: сущность, приспособления и оборудование, область применения.

4 Динамическая балансировка деталей и сборочных единиц: сущ-



ность, оборудование и область применения.

5 Весовая балансировка деталей и сборочных единиц: сущность, оборудование и область применения.

Литература [12, с. 506-514].

## **2.15 Особенности проектирования техпроцессов автоматизированной сборки**

Преимущества, задачи и условия автоматизации сборочных процессов.

Исходные данные для проектирования процессов автоматизированной сборки. Анализ технологичности и собираемости узлов, выбор баз и разработка операционного техпроцесса сборки.

Построение циклограмм. Определение технико-экономических показателей линии. Особенности проектирования групповых автоматических и автоматизированных линий сборки.

Типизация техпроцессов и их разработка с помощью ЭВМ. Автоматизация процессов сборки в зависимости от серийности. Сборочные автоматы и полуавтоматы. Условия собираемости соединений. Применение промышленных роботов и манипуляторов при сборке.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

1 Исходные данные для проектирования процессов автоматизированной сборки.

2 Основные положения анализа технологичности и собираемости узлов.

3 Характерные особенности проектирования групповых автоматизированных и автоматических линий сборки.

4 Характерные особенности автоматизированной сборки типовых технологических процессов.

5 Применение ЭВМ для проектирования автоматизированной сборки.

6 Сборочные автоматы и полуавтоматы, их характеристика и область применения.

7 Промышленные роботы и манипуляторы, как средство автоматизации сборочных работ.

Литература [1, с. 62-68; 12, с. 495-506].

## **2.16 Сборка подшипниковых узлов**

Технические требования к сборке. Разновидность подшипников скольжения. Методы установки подшипников-втулок в корпус. Учет усад-

ки при запрессовке.

Установка подшипников-вкладышей. Методы контроля соосности отверстий в подшипниковых узлах скольжения. Особенности сборки тонкостенных и толстостенных вкладышей. Регулировка и контроль осевого зазора. Приработка и испытание подшипниковых узлов.

Методы установки подшипников качения на валу. Контроль сопрягаемых деталей.

Особенности индукционного нагрева подшипников. Контроль и регулирование зазоров в подшипниках. Особенности и порядок сборки подшипниковых узлов с разъемными кольцами.

Методы создания предварительного натяга в прецизионных подшипниковых узлах. Особенности установки крупных подшипников гидропрессовым методом. Контроль качества сборки подшипниковых узлов.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Технические требования к сборке узлов с подшипниками качения и скольжения.
- 2 Сборка подшипниковых узлов с температурным воздействием.
- 3 Сборка подшипниковых узлов гидропрессовым методом.
- 4 Контроль и регулировка зазоров в подшипниках.
- 5 Контроль качества сборки подшипниковых узлов, методы и средства контроля.

Литература [1, с. 47-55; 5, с.103-107; 12, с. 495-500].

## **2.17 Сборка зубчатых и червячных передач**

Технические требования, предъявляемые к изготовлению зубчатых передач и редукторов (цилиндрических, конических или червячных) и сборочные размерные цепи.

Основные этапы сборки зубчатых и червячных передач. Методы установки колес на валу и области их применения. Методы достижения точности сборки передач по основным параметрам. Особенности сборки крупных редукторов. Применение компенсаторов и регулирования. Основные контрольные операции при сборке редукторов. Контрольные средства и область применения.

Методы регулирования осевого положения валов.

Основные методы организации по сборке редукторов.

### *Контрольные вопросы и рекомендуемая литература*

- 1 Классификация зубчатых передач, основные технические требования.
- 2 Сборка цилиндрических зубчатых передач, методы и средства кон-

троля основных параметров.

3 Сборка конических зубчатых передач, методы и средства контроля основных параметров.

4 Сборка червячных передач, методы и средства контроля основных параметров.

5 Методы регулирования осевого положения вала в редукторе.

6 Применение компенсаторов и метода регулирования для достижения заданной точности.

Литература [1, с. 47-55; 5, с. 110-115; 12, с. 495-500].

### **3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

Модули	Темы лабораторных работ и практических занятий
Модуль 1	Лабораторная работа №1 Проектирование технологических процессов обработки деталей на токарном станке с ЧПУ. Лабораторная работа №2 Разработка технологического процесса сборки редуктора (насоса) Практическое занятие №1 Разработка технологического процесса изготовления валов Практическое занятие №2 Разработка технологического процесса изготовления деталей зубчатых передач

### **4 КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

Выполнение контрольной работы предполагает изучение области использования станков с ЧПУ, разработку операционной технологии обработки на станке с ЧПУ, разработку расчетно-технологической карты (РТК), технико-экономическое обоснование применения станков с ЧПУ (Приложение А).

#### **4.1 Область применения, преимущества и недостатки станков с ЧПУ**

При выполнении данного раздела необходимо показать область рационального применения станков с ЧПУ, технологические возможности данных станков, преимущества и недостатки.

## **4.2 Разработка операционной технологии (на одну операцию) обработки детали на станке с ЧПУ**

В контрольной работе для разрабатываемой операции обработки детали на станке с ЧПУ необходимо выбрать оборудование, технологическое оснащение (станочные приспособления, режущие и измерительные инструменты) и определить структуру операции по переходам.

Выбор технологического оборудования основан на анализе расходов на реализацию технологического процесса, загрузки оборудования, массы, габаритов и точности деталей, которые подлежат обработке. Выбор модели станка, прежде всего, определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество обрабатываемых поверхностей. Конкретную модель выбирают, исходя из следующих соображений [15]:

- соответствия основных размеров станка габаритам обрабатываемой детали;
- соответствия производительности станка заданному типу производства;
- возможности обработки на оптимальных режимах резания;
- соответствия станка по мощности;
- возможности механизации и автоматизации обработки;
- наименьшей себестоимости операции.

Выбор технологической оснастки в значительной степени определяется типом производства, принятым станочным оборудованием.

Выбор типоразмера инструмента, инструментального материала и геометрических параметров режущей кромки проводят с учетом формы обрабатываемой поверхности, ее размера, точности, шероховатости, конструктивных особенностей, твердости и прочности [15].

Выбор контрольно-измерительных средств выполняется в соответствии с правилами, изложенными в ГОСТ 14.306-85. Контрольно-измерительный прибор должен обеспечивать необходимую точность измерения, производительность измерения должна отвечать производительности технологического процесса. Измерительный прибор должен быть простым и удобным в процессе эксплуатации.

Разработка структуры операции предполагает определение количества и содержания технологических переходов, выполняемых в технологической операции обработки детали на станке с ЧПУ.

## **4.3 Расчет режимов резания и норм времени на указанную операцию**

Порядок выбора режимов резания следующий:

- а) уточняется марка инструментального материала;
- б) в соответствии с установленным припуском на данный переход, жесткостью детали и условиями резания назначается глубина резания  $t$  (в миллиметрах) и количество рабочих ходов  $i$ . Следует назначать макси-

мальную глубину резания при обеспечении заданной точности на операцию. В ряде случаев, например при обдирке, черновой обработке или обработке нежесткой детали, снятие припуска осуществляется за два или несколько рабочих ходов;

в) с учетом шероховатости обрабатываемой поверхности детали по справочным таблицам выбирается величина подачи  $S$ ;

г) по установленным величинам  $t$  и  $S$  для данного материала детали, режущего инструмента и принятой величиной стойкости резца определяется скорость резания с учетом поправочных коэффициентов, приведенных в справочнике [15];

д) по найденной скорости резания  $V$  рассчитывается частота вращения детали (инструмента), а потом по паспорту станка подбираются ближайшая подача и частота вращения;

е) по выбранной частоте вращения рассчитывается действительная скорость резания;

ж) для наиболее напряженного перехода с учетом принятых режимов резания ( $t$ ,  $S$ ,  $V$ ) определяется эффективная мощность резания  $N_e$  и проверяется соответствие модели станка по мощности привода [15].

Мощность электродвигателя станка должно быть больше потребной.

После назначения режимов обработки необходимо провести расчет штучно-калькуляционного времени на каждую операцию. Норма времени является одним из основных определяющих факторов технологического процесса и определяется из условий более полного использования технологических возможностей оборудования и инструмента в соответствии с требованиями относительно обработки детали.

Норма штучного времени [18]:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех.обсл} + T_{орг.обсл} + T_{отд},$$

где  $T_o$  – основное (машинное) время, мин.;

$T_v$  – вспомогательное время, мин.;

$T_{тех.обсл}$  – время на техническое обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{орг.обсл}$  – время на организационное обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{отд}$  – время на отдых и естественные потребности, мин.

Для упрощения подсчета нормы штучного времени применяют следующую формулу

$$T_{шт} = (T_o + T_v) \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right),$$

где  $K$  – суммарное количество процентов для всех видов расходов на обслуживание и отдых,  $K = 6...12\%$ .

В серийном производстве необходимо еще учитывать подготовительно-заключительное время  $T_{п-з}$ , что рассчитывается на партию деталей

*n*. Норму времени на операцию в условиях серийного производства называют штучно-калькуляционной нормой времени и определяют по формуле

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-3}}{n}.$$

#### **4.4 Разработка расчетно-технологической карты (РТК) обработки заготовки на станке с ЧПУ**

РТК разрабатываются на основании операционной карты, схемы движения инструментов, карты наладки и содержат проект обработки детали на станке с ЧПУ в виде графического изображения траектории перемещения инструмента с необходимыми данными.

Деталь вычеркивается в прямоугольной системе координат станка с указанием всех параметров, необходимых для программирования. Необходимо показать: наладочные и операционные размеры с допусками, которые получаются на данной операции; шероховатость обрабатываемых поверхностей; траекторию движения подачи режущего инструмента или заготовки в процессе обработки. Обрабатываемые поверхности изображаются линиями в 2-3 раза толще, чем остальные линии карты-наладки. Траектории движений обозначают стрелками.

В РТК вносится следующая информация: модель станка, тип системы ПУ, номер программы; номер базовой и опорной точек, или приращение и импульсы; подача, частота вращения и направление вращения шпинделя для каждого участка перемещения инструмента.

Эскизы обработки на картах наладок и РТК выполняются в произвольном масштабе, но с соблюдением размерных пропорций.

Пример выполнения РТК представлен в приложении Б.

#### **4.5 Технико-экономическая эффективность механической обработки заготовок на станках с ЧПУ**

Технологическая себестоимость:

$$C_m = C_z + C_o + C_c + C_u,$$

где  $C_z$  – зарплата производственных рабочих при выполнении данной операции (основная и дополнительная с отчислениями на соцстрахование);

$C_o$  – эксплуатационные расходы на содержания оборудования и оснащения, которые приходятся на выполнение данной операции;

$C_c$  – расходы на содержания производственного помещения, которые приходятся на выполнение данной операции;

$C_u$  – другие цеховые расходы.

Составляющие технологической себестоимости методом прямого счета рассчитываются в такой последовательности.

*Зарплата производственных рабочих при выполнении данной операции:*

$$C_3 = \frac{t_{ум} l_{ч} K_{дон}}{60},$$

где  $t_{ум}$  – норма времени на операцию (для серийного и единичного типа производства это штучно-калькуляционное время, для массового – штучное время операции), мин;

$l_{ч}$  – часовая ставка рабочего, принятая по тарифной сетке, грн./ч;

$K_{дон}$  – коэффициент, который учитывает дополнительную зарплату и отчисление на социальное страхование,  $K_{дон} = 1,2–1,5$ .

*Эксплуатационные затраты на содержание оборудования и оснащения:*

$$C_э = C_a + C_{эл} + C_{осн},$$

где  $C_a$  – расходы на амортизацию оборудования;

$C_{эл}$  – затраты на электроэнергию, которая используется для работы станка при выполнении данной операции;

$C_{осн}$  – расходы на технологическое оснащение.

*Затраты на амортизацию оборудования:*

$$C_a = \frac{a \Pi_{об} \eta}{100 N_z},$$

где  $a$  – норма амортизационных отчислений в процентах ( $a = 7–20\%$ );

$\Pi_{об}$  – балансовая стоимость оборудования, грн.;

$\eta$  – средний коэффициент загрузки оборудования;

$N_z$  – годовая программа запуска деталей, шт.

$$\eta = \frac{t_{ум} N_z}{60 F},$$

где  $F$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования (для двусменной работы  $F = 4015$  ч), ч.

*Затраты на электроэнергию:*

$$C_{эл} = \frac{N_{сум} t_{ум} K_{зв} K_{зм} \Pi_{эл}}{60},$$

где  $N_{\text{сум}}$  – суммарная мощность электродвигателей оборудования, кВт;

$K_{\text{зв}}, K_{\text{зм}}$  – коэффициенты загрузки оборудования по времени и по мощности [6];

$\Pi_{\text{эл}}$  – стоимость 1кВт/ч электроэнергии, грн.

*Затраты на технологическое оснащение:*

$$C_{\text{осн}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{ри}},$$

где  $C_{\text{пр}}$  – расходы на содержание приспособлений;

$C_{\text{ри}}$  – расходы на режущий инструмент и малоценный инвентарь.

*Затраты на содержание приспособлений:*

$$C_{\text{пр}} = \frac{\Pi_{\text{пр}} t_{\text{шт}}}{60 T_{\text{э}} N_{\text{э}}}$$

где  $\Pi_{\text{пр}}$  – цена используемых приспособлений, грн.;

$T_{\text{э}}$  – эксплуатационный срок использования приспособлений, лет.

*Затраты на режущий инструмент и малоценный инвентарь:*

$$C_{\text{ри}} = \left( \frac{\Pi_{\text{ри}}}{n T_{\text{ри}}} + \frac{\Pi_{\text{ми}} \mu}{60 T_{\text{ми}}} \right) t_{\text{шт}},$$

где  $\Pi_{\text{ри}}$  – цена режущего инструмента, грн.;

$n$  – количество режущих кромок режущей пластины инструмента с механическим креплением пластин;

$T_{\text{ри}}$  – стойкость режущего инструмента, мин;

$\Pi_{\text{ми}}$  – цена малоценного инвентаря (оправки), грн.;

$\mu$  – коэффициент, который учитывает стоимость ремонта инвентарю за весь срок использования  $\mu = 1, 1-1,4$ ;

$T_{\text{ми}}$  – срок использования инвентаря до полной непригодности, лет.

$$K_{\text{м}} = 1 + \frac{t_{\text{м}}}{t_{\text{с}}},$$

где  $t_{\text{м}}$  – машинное (основное) время, мин.;

$t_{\text{с}}$  – вспомогательное время, мин.



*Затраты на содержание производственного помещения:*

$$C_y = \frac{S\eta C_c}{N_z},$$

где  $S$  – площадь помещения, на которой выполняется операция, м<sup>2</sup>;  
 $C_c$  – годовые расходы на содержание 1 м<sup>2</sup> площади помещения.

*Другие цеховые затраты*

Другие цеховые расходы – расходы, которые не могут быть рассчитаны прямым методом, а именно: зарплата ИТР, вспомогательного персонала, учеников станочников и т.п. Эти расходы рассчитываются пропорционально зарплате основных рабочих:

$$C_{\text{ц}} = C_z K_{\text{ц}},$$

где  $K_{\text{ц}}$  – коэффициент, учитывающий другие цеховые расходы  
 $K_{\text{ц}} = 1,5$ .

## ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

- 1 Технология машиностроения (специальная часть): учебник / А. А. Гусев, Е. Р. Ковальчук, И. М. Колесов и др. – М : Машиностроение, 1986. – 480 с.
- 2 Технология машиностроения: в 2 кн. Кн.2 Производство деталей машин: учебн. пособие / Под ред. С. Л. Мурашкина. – М. : Высш. шк., 2003. – 295 с.
- 3 Технология машиностроения. В 2 т. Т.2: Производство машин / Под ред. Г.Н. Мельникова. – М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2001. – 640 с.
- 4 Проектирование технологии автоматизированного машиностроения: учебник / Под ред. Ю. М. Соломенцева – 2-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 1999. – 340 с.
- 5 **Ковалевский, С. В.** Типовые технологические процессы в тяжелом машиностроении : монография / С. В. Ковалевский [и др.] – Краматорск : ДГМА, 2009. – 120 с.
- 6 Конспект лекций по дисциплине: “Технология производства типовых деталей и сборки машин” (для студентов специальности 7.090202) / сост. С. В. Ковалевский, А. Г. Косенко, С. Г. Онищук. – Краматорск, ДГМА, 2003. – 71 с. (Перезатверджено протокол №25 від 09.04.08).
- 7 Методические указания по изучению дисциплины: “Технология производства типовых деталей и сборки машин” и выполнению контрольных работ (для студентов специальности 7.090202) / сост. С. В. Ковалевский, А. Г. Косенко, Н. Г. Ямпонец – Краматорск, ДГМА, 2003. – 44 с. (Перезатверджено протокол №25 від 09.04.08).
- 8 Технология обработки типовых деталей и сборки машин: метод. указания к самостоятельной работе студентов специальности «Технология машиностроения» / сост. С. В. Ковалевский, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко, А. Г. Косенко. – Краматорск: ДГМА, 2008. – 40 с.
- 9 Технология обработки типовых деталей и сборки машин : учебное пособие к практическим занятиям и курсовому проектированию / С. В. Ковалевский, А. Г. Косенко, С. Г. Онищук [и др.] – Краматорск : ДГМА, 2010. – 92 с.
- 10 **Руденко, П. А.** Проектирование технологических процессов в машиностроении / П. А. Руденко. – К. : Вищ. школа, 1985. – 255 с.
- 11 **Ковшов, А. Н.** Технология машиностроения. – М. : Машиностроение, 1987. – 320с.
- 12 **Егоров, М. Е.** Технология машиностроения: учебник / М. Е. Егоров, В. Л. Дмитриев, В. И. Дементьев; под ред. М. Е. Егорова. – М. : Высш. шк., 1976. – 536 с.
- 13 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. 1: Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлиль-

ные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 16 с.

14 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. 2: Зубо-резные, горизонтально-расточные, резьбонакатные и отрезные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

15 Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – Т.2. – 496 с.

16 **Дерябин, А. Л.** Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ / А. Л. Дерябин. – М: Машиностроение, 1984. – 224 с.

17 **Новиков, Н.П.** Основы технологии сборки машин и механизмов / Н. П. Новиков. – М. : Машиностроение, 1980. – 592 с.

18 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для нормирования станочных работ. Серийное производство. – М. : Машиностроение, 1974. – 421 с.

Приложение А  
Задание на контрольную работу

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины  
Донбасская государственная машиностроительная академия  
Кафедра технологии и управления производством

**Контрольная работа**  
по дисциплине «Технология обработки типовых деталей  
и сборки машин»

Студ. \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_  
*Исходные данные*                      *Серийное производство*

\_\_\_\_\_  
название детали и номер чертежа

- 1 Область применения, преимущества и недостатки станков с ЧПУ.
- 2 Разработка операционной технологии (на одну операцию) обработки детали на станке с ЧПУ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 3 Расчет режимов резания и норм времени на указанную операцию.
- 4 Разработка РТК (расчетно-технологической карты) обработки заготовки на станке с ЧПУ (на 2 установа с началом координат, координатами опорных точек, траекторией движения рабочих органов станка, стола или инструмента, таблицей опорных точек, режимов резания и норм времени).
- 5 Технико-экономическая эффективность механической обработки заготовок на станках с ЧПУ.

Даты \_\_\_\_\_  
выдачи

\_\_\_\_\_   
окончания

Подписи \_\_\_\_\_  
студент

\_\_\_\_\_   
преподаватель

Приложение Б  
Образец выполнения расчетно-технологической карты

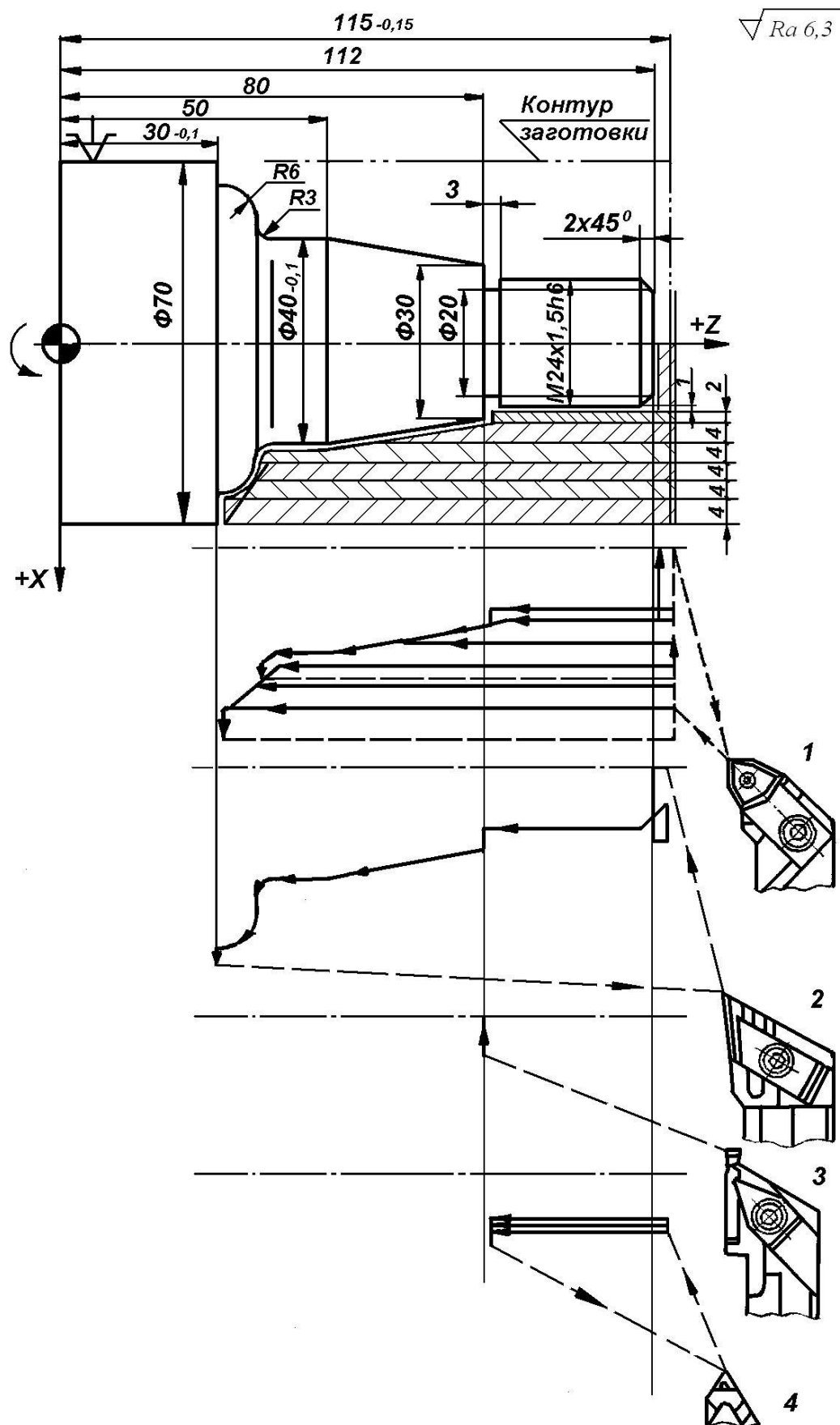


Рисунок Б.1 – Пример выполнения карты наладки на станке с ЧПУ

Продолжение приложения Б									
Содержание перехода	Инструмент	Но- мера точек	Координаты то-		Режимы резания				То, мин
			x	z	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, мин <sup>-1</sup>	
Подрезать торец (L = 114); точить поверхность Ø24 , конус 40/30, Ø40, округле- ние R6, торец до Ø80 пред- варительно	Резец про- ходной упорный T5K10 (1)	0	100	125	4	0,54	83	372	5,7
		1	62	117					
		2	62	31					
		3	46	117					
		4	46	39,5					
		...	...	...					
		0	100	125					
Подрезать торец (L = 112); точить фаску 2х45; точить поверхность Ø24, конус 40/30, Ø40, скругление R6, торец до Ø80 окончательно	Резец кон- турный T15K6 (2)	0	100	125	1	0,2	132	600	1,6
		1	0	114					
		2	0	112					
		...	...	...					
		0	100	125					

Продолжение приложения Б									
Содержание перехода	Инструмент	Но- мера точек	Координаты то-		Режимы резания				То, мин
			x	z	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, мин <sup>-1</sup>	
Проточить канавку $b = 3$ мм до Ø22 в р-р 80 мм	Резец про- резной T5K10 (3)	0	100	125	3	0,2	132	600	0,4
		1	64	80					
		2	20	80					
		3	64	80					
		0	100	125					
Нарезать резьбу M24x1,5 на длину 29 мм	Резец резь- бовой T15K6 (4)	0	100	125	-	-	-	-	3,5
		1	23,4	119	0,4	1,5	118	1563	
		2	23,4	81,5					
		0	100	125	-	-	-	-	

Приложение В  
Контролируемая часть дисциплины "ТОТДСМ"

**Модуль №1**

**Контрольная работа по модулю №1**

Область применения, преимущества и недостатки станков с ЧПУ. Разработка операционной технологии (на одну операцию) обработки детали на станке с ЧПУ. Расчет режимов резания и норм времени на указанную операцию. Разработка РТК (расчетно-технологической карты) обработки заготовки на станке с ЧПУ (на 2 установа с началом координат, координатами опорных точек, траекторией движения рабочих органов станка, стола или инструмента, таблицей опорных точек, режимов резания и норм времени). Техничко-экономическая эффективность механической обработки заготовок на станках с ЧПУ.

**Лабораторные работы в составе модуля №1**

Л. р. №1 Проектирование технологических процессов обработки деталей на токарном станке с ЧПУ.

Л. р. №2 Разработка технологического процесса сборки редуктора (насоса).

**Практические занятия в составе модуля №1**

Пр.з. №1 Разработка технологического процесса изготовления валов

Пр.з. №2 Разработка технологического процесса изготовления деталей зубчатых передач.

**Критерии оценивания**

В соответствии с «Положением о кредитно-модульной системе в ДГМА», контрольные работы, практические и лабораторные работы по дисциплине «Технология обработки типовых деталей и сборки машин» оцениваются в 40 баллов максимум, 25 баллов минимум.

**Контрольная работа**

Выполнение и защита контрольной работы оценивается в **20 баллов максимум и 13 баллов минимум**.

Выполнена в полном объеме без ошибок, при защите получены правильные ответы (20 баллов).

Выполнена в полном объеме, допущены некоторые неточности в расчетах при выполнении задания, при защите есть не больше 3-х ошибок в ответах (17 баллов).

Допущены незначительные ошибки при выполнении задания, при защите есть больше 3-х ошибок в ответах (13 баллов).

Контрольная работа не отвечает заданию (0 баллов).



### **Лабораторные работы**

Выполнение и защита лабораторных работ (всех) оценивается в **10 баллов максимум и 6 баллов минимум**.

Полный ответ на вопрос при защите работ (10 баллов).

При ответе на вопрос при защите работ допущены не больше 3-х ошибок (8 баллов).

При ответе на вопрос при защите работ допущены больше 3-х ошибок (6 баллов).

Нет ответов на вопрос (0 баллов).

### **Практические занятия**

Выполнение практических занятий (всех) оценивается в **10 баллов максимум и 6 баллов минимум**.

Задания выполнены в полном объеме без ошибок (10 баллов).

Задания выполнены в полном объеме, допущены не больше 3-х ошибок в расчетах (8 баллов).

При выполнении заданий допущены больше 3-х ошибок (6 баллов)

Задания не выполнены (0 баллов).

### **Экзамен**

Включает в себя 15 вопросов, каждый из которых оценивается в количество баллов, отмеченное в скобках после номера вопроса.

Полный ответ (5 или 1 баллы (в зависимости от вопроса)) - это полное соответствие эталонному ответу на тест, или полное раскрытие сути поставленного вопроса.

Не полный ответ (2,5 или 0,5 баллы (в зависимости от вопроса)) - отдельные элементы ответа отсутствуют.

Неудовлетворительный ответ (0 баллов) - нет ответа на поставленный вопрос.

Таким образом, в результате студент может получить **60 баллов максимум** или **30 баллов минимум**.