

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра “Технология машиностроения”

## **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

### **Методические указания**

к выполнению *курсовой работы* для студентов  
специальностей 120100 - Технология машиностроения,  
120200 – Металлообрабатывающие станки и комплексы

Курган 2004

Кафедра технологии машиностроения

Дисциплина “Основы технологии машиностроения”  
(направление подготовки дипломированного специалиста  
657800, специальности 120100, 120200)

Составили: доцент, канд.техн.наук Давыдова М.В.  
(*подразделы 3.6.1., 3.6.3., 3.6.4.*);  
профессор, канд.техн.наук Моисеев Ю.И.  
(*подразделы 3.1., 3.2., 3.6.2.*);  
профессор, канд.техн.наук Мосталыгин Г.П.  
(*разделы 1, 2; Приложение 1*);  
профессор, канд.техн.наук Орлов В.Н.  
(*общая редакция, подразделы 3.3, 3.4, 3.5; Приложения 2-4*)

Методические указания составлены на основе переработанных и дополненных методических указаний к выполнению курсовой работы по дисциплине “Основы технологии производства машин” для студентов направления 552900 / Г.П. Мосталыгин, В.Н. Орлов, Ю.И. Моисеев, М.В. Давыдова. – Курган: Изд-во КМИ, 1995.

Утверждены на заседании кафедры  
“   1   ” апреля 2004 года

Рекомендованы методическим советом университета  
“        ” апреля 2004 года

# 1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

## 1.1. Цель курсовой работы

Курсовая работа обобщает и систематизирует положения, изложенные при изучении дисциплины "Основы технологии машиностроения". Выполнение курсовой работы позволяет студентам приобрести практические навыки решения конкретных задач, связанных с деятельностью технолога в условиях производства.

Для успешного выполнения курсовой работы студенты должны использовать знания, полученные ими по начертательной геометрии и инженерной графике, материаловедению, технологическим процессам машиностроительного производства, метрологии, стандартизации и сертификации, деталям машин и основам конструирования, резанию металлов, металлорежущим станкам, режущему инструменту.

Своевременное и качественное выполнение курсовой работы в значительной степени зависит от умения студентов работать с научно-технической и справочной литературой, стандартами.

## 1.2. Исходные данные для проектирования и объем курсовой работы

Для выполнения курсовой работы студенту предлагается сборочный чертеж изделия (узла) с указанием типа производства.

Курсовая работа оформляется в виде *расчетно-пояснительной записки* объемом **25...30 листов** формата А4.

После выполнения курсовая работа проверяется руководителем, и студент допускается к защите перед комиссией кафедры.

## 1.3. Задачи, решаемые в процессе выполнения курсовой работы

- **Анализируется заданный сборочный чертеж.**
- Для определенной части сборочного чертежа **выявляется размерная цепь** и решается прямая задача.
- По сборочному чертежу **составляется схема сборки.**
- **Разрабатывается рабочий чертеж одной из деталей**, входящей в сборочный чертеж изделия (узла).

- Разрабатывается эскиз заготовки с обоснованием метода ее получения (припуски устанавливаются по справочникам).
- Проектируется маршрутный технологический процесс изготовления заданной детали.
- Проектируется операционная технология выполнения одной из операций (по рекомендации руководителя) с указанием последовательности переходов, средств технологического оснащения, режимов обработки и нормы времени. Дается обоснование выбора технологических баз, указывается выполнение принципов единства баз.
- Оформляется на специальных картах операционный технологический процесс.
- Производится расчет погрешности установки (при выполнении одной-двух операций).

## 2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ

Структура расчетно-пояснительной записки (РПЗ) включает следующие основные части:

- аннотация;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- библиографический список;
- содержание.

**Титульный лист** РПЗ оформляется на уплотненной бумаге в соответствии с приложением 1. После титульного листа располагается сборочный чертеж, выданный руководителем курсового проектирования. На титульном листе *нумерация не ставится*.

**В аннотации** в краткой форме раскрывается содержание курсовой работы, подчеркивается новизна материала, даются сведения о наличии таблиц, схем, графиков, указывается объем расчетно-пояснительной записки. Аннотация *не нумеруется*, помещается перед введением и ее объем *не превышает одной страницы*.

**Во введении** отражаются цель и задачи курсового проектирования. Введение, как и аннотация, *не нумеруется*, а объем его *не должен превышать двух страниц*.

**В основной части РПЗ** приводятся пояснения, обоснования и расчеты к решению поставленных задач. Основная часть подразделяется на разделы, подразделы, пункты и подпункты, которые посвящены рассмотрению отдельных вопросов. Излагаемый материал необходимо

пояснять эскизами, схемами, графиками, облегчающими восприятие текста. **Текст** пояснительной записки должен быть написан четко и аккуратно, **полными словами, без сокращений, за исключением общепринятых.** В тексте должны быть ссылки на использованные источники, которые указываются в косых скобках. *Нумерация* листов производится в *правом верхнем углу* арабскими цифрами *без точки.* **Оформление РПЗ** должно соответствовать **ГОСТ 2.105-95** и требованиям руководящего материала / 21 /.

При выполнении инженерных расчетов следует пользоваться международной системой единиц (ГОСТ 8.417-81).

**В заключении** отражаются основные **выводы** по работе.

Графическая часть помещается в приложении и содержит: рабочий чертеж детали, эскиз заготовки, операционный эскиз на одну из технологических операций, схему сборки. **Графические разработки** выполняются на **листах уплотненной бумаги**, которые очерчиваются рамкой размерами от краев 5x5x5x20; в *правом нижнем углу* каждого листа помещается основная подпись – *угловой штамп.*

Маршрутный технологический процесс описывается на обычных листах писчей бумаги без использования специальных форм. **Операционная технология** оформляется на *специальных картах* в соответствии с ГОСТ 3.1404-86 / 13 /.

**В приложениях,** по усмотрению студента и руководителя, могут приводиться *дополнительные материалы.*

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

#### **3.1. Анализ служебного назначения изделия и расчет размерных цепей**

Каждое изделие (машина, механизм, узел) предназначено для выполнения определенных функций. *Под служебным назначением машины понимают четко сформулированную конкретную задачу, для решения которой предназначена машина / 8 /.* При формулировании служебного назначения машины следует конкретизировать ее функции и условия работы, правильно определить значения показателей и допусков, ограничивающих их отклонения. Ошибки в выявлении и уточнении служебного назначения могут привести к созданию недостаточно качественной машины, излишнему ужесточению допусков, дополнительным затратам на изготовление и эксплуатацию машины.

*При выполнении курсовой работы студент должен сформулировать служебное назначение заданного изделия, отразив:*

- а) данные о производимой изделием (машиной) продукции (виде, качестве, количестве) или требования к параметрам, определяющим функциональное назначение узла в изделии (например, точность исполнительных поверхностей);
- б) перечень условий, в которых должно функционировать изделие (температура, влажность, запыленность окружающей среды, наличие активных химических веществ и т.д.);
- в) требования к производительности, надежности, долговечности, стоимости, экономической эффективности изделия;
- г) дополнительные сведения при проектировании и изготовлении (требуемый уровень механизации и автоматизации, безопасность работы, удобство управления и обслуживания, уровень шума, коэффициент полезного действия, требования к внешнему виду и т.п.).

Пример формулирования служебного назначения изделия (металлообрабатывающего станка) приведен в литературе / 8, 20 /.

Первостепенной задачей технолога является обоснованный переход от показателей служебного назначения к техническим требованиям и нормам точности на изготовление отдельных деталей и сборочных единиц. В наиболее простых случаях такая связь является непосредственной (например, между точностью детали и металлообрабатывающего станка для ее обработки). Во многих других случаях взаимосвязь более сложна, требует не только аналитического расчета, но и экспериментальной оценки. Так, повышение мощности и топливной экономичности двигателя внутреннего сгорания достигается рациональным ужесточением требований по точности и качеству обработки его основных деталей.

Установлению правильной взаимосвязи между показателями технологического процесса изготовления машины и характеристиками ее служебного назначения способствует размерный анализ. Кроме этого, размерные цепи, выявленные при анализе служебного назначения машины, позволяют выбрать оптимальный метод достижения требуемой точности сборки.

Сборочная размерная цепь устанавливает взаимосвязь размеров отдельных деталей, входящих в сборочную единицу. Замыкающим и составляющими звеньями цепи могут быть размеры (длина, толщина, диаметр детали; расстояние между осями отверстий, плоскостью и осью отверстия), а также отклонения расположения (отклонения от соосности, параллельности, перпендикулярности и т.п.).

Основные соотношения теории размерных цепей:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \xi_i \cdot A_i \quad (1)$$

$$T_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} / \xi_i / \cdot T_i \quad (2)$$

$$\Delta_{o\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \xi_i \cdot \Delta_{oi} \quad (3)$$

где  $A_{\Delta}$ ,  $A_i$  - номинальные размеры замыкающего и  $i$  – того составляющего звеньев;

$T_{\Delta}$ ,  $T_i$  - допуски замыкающего и  $i$  – того составляющего звеньев;

$\Delta_{o\Delta}$ ,  $\Delta_{oi}$  - координаты середин полей допусков замыкающего и  $i$  – того составляющего звеньев;

$\xi_i$  - передаточное отношение  $i$  – того составляющего звена, показывающее степень его влияния на величину замыкающего звена (для плоских размерных цепей с параллельными звеньями  $\xi_i = \pm 1$ , где знак «+» относится к увеличивающим, знак «-» - к уменьшающим звеньям);

$m$  - число звеньев размерной цепи, включая замыкающее.

Из формулы (2) можно найти средний допуск составляющего звена для плоской размерной цепи с параллельными звеньями:

$$T_{срi} = \frac{T_{\Delta}}{m - 1} \quad (4)$$

Зная величину  $T_{срi}$ , можно обоснованно выбрать метод достижения точности замыкающего звена при сборке в определенных производственных условиях:

- а) *метод полной взаимозаменяемости* – при широких допусках  $T_{срi}$  по 9...12 квалитетам;
- б) *метод неполной взаимозаменяемости* – при небольшом числе звеньев размерной цепи ( $m \leq 4$ ) и допусках  $T_{срi}$  по 8...10 квалитетам;
- в) *метод групповой взаимозаменяемости* – при  $m \leq 3$ ; допусках  $T_{срi}$  по 5...7 квалитетам и повышенном объеме выпуска изделий, соответствующем крупносерийному и массовому производству;
- г) *метод пригонки* – при допусках  $T_{срi}$  по 5...7 квалитетам, числе звеньев цепи  $m \geq 4$  и малом объеме выпуска изделий, соответствующем единичному и мелкосерийному производству;

д) *метод регулирования* – при  $T_{срi}$  по 6...8 квалитетам,  $m \geq 4$  в условиях серийного и массового производства.

Вышеприведенные рекомендации следует считать ориентировочными, поскольку выбор метода достижения точности при сборке является сложной технико-экономической задачей, при решении которой учитываются конструктивные особенности сборочных единиц, качество сборочных работ, форма и размеры сопрягаемых деталей, тип производства и многие другие факторы.

*При выполнении курсовой работы* студенту необходимо *решить прямую задачу теории размерных цепей*: по заданным сборочным чертежом значениям  $A_{\Delta}$  и  $T_{\Delta}$  найти соответствующие значения параметров составляющих звеньев. Поскольку прямая задача представляет систему уравнений со многими неизвестными, то для ее решения можно воспользоваться одним из трех способов: попыток, равного допуска, одного квалитета. Выбор способа производится студентом с учетом величины звеньев, входящих в размерную цепь, и требований по точности их выполнения. В заключение следует оценить с качественной точки зрения экономичность изготовления сопрягаемых деталей сборочной единицы и выбрать метод достижения точности сборки.

Подробные методики выявления сборочных размерных цепей и их расчета приведены в учебном пособии / 31 /.

### **3.2. Разработка технологической схемы сборки**

После изучения конструкции и служебного назначения машины (механизма, узла) разрабатываются технологические схемы сборки, которые определяют взаимную связь элементов изделия и позволяют установить последовательность их комплектования. Схемы, являясь первым этапом проектирования технологических процессов изготовления машин, наглядно отражают маршрут сборки изделия и его составных частей.

Технологические схемы сборки составляются отдельно для общей сборки изделия и для сборки каждого узла (сборочной единицы). Для простой конструкции изделия может разрабатываться единая схема сборки. Расчленение изделия на отдельные сборочные единицы и детали зависит от конструктивных особенностей и производится на основе следующих рекомендаций:

1. Выделение какого-либо соединения в сборочную единицу должно быть целесообразным как в конструктивном, так и в технологическом отношении.



2. Вхождение большинства деталей в те или иные сборочные единицы с целью сокращения количества отдельных деталей, непосредственно подаваемых на общую сборку.
3. Исключение из общей сборки мелких сборочных соединений и различных вспомогательных работ (подготовительных, пригоночных и т.п.).
4. Исключение операций промежуточной разборки сборочных единиц в процессе монтажа или транспортирования.

Последовательность сборки в основном определяется конструкцией изделия и его отдельных элементов, а также методами достижения требуемой точности.

**На технологических схемах** сборки рекомендуется каждый **элемент изделия обозначать прямоугольником**, разделенным на три части: в *верхней части* указывается **наименование элемента**, в *левой нижней части* – **индекс** (обозначение по спецификации), а в *правой нижней* – **количество элементов**, входящих в соединение. Процесс комплектования изделия (узла) показывается прямой линией, которая начинается с обозначения базовой детали (сборочной единицы), а заканчивается обозначением собранного изделия (узла). С верхней стороны линии, в направлении от базового элемента к собранному объекту, изображаются в порядке последовательности сборки все непосредственно входящие в изделие детали, с нижней – сборочные единицы. По такому же принципу разворачиваются схемы узловой сборки. Пример технологической схемы сборки показан на рис. 1.

Схемы могут снабжаться поясняющими надписями – сносками, определяющими характер сборочных, контрольных и иных операций (запрессовать, обработать совместно, регулировать величину хода и др.). Составление схем общей и узловой сборки на одну и ту же машину возможно в нескольких вариантах, отличающихся как по структуре, так и по последовательности комплектования деталей и сборочных единиц. Выбор оптимального варианта производится с учетом производительности, возможности применения средств механизации и автоматизации, удобства выполнения сборочных операций и других технико-экономических соображений.

Технологические схемы сборки значительно упрощают разработку технологических процессов сборки, особенно сложных изделий, облегчают оценку конструкции изделия с точки зрения его технологичности.

В зависимости от сложности конструкции заданного изделия студент разрабатывает:

- а) технологическую схему общей сборки изделия;

- б) технологическую схему узловой сборки одной-двух сборочных единиц;
- в) технологические схемы общей сборки изделия и узловой сборки одной сборочной единицы.

Конкретный объем работы устанавливается руководителем курсовой работы.

Примеры составления схем сборки приведены в учебной и справочной литературе / 7, 16 /.

### 3.3. Разработка рабочего чертежа детали

На одну из деталей сборочной единицы, указанной в задании, разрабатывается рабочий чертеж, который выполняется в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД на листе чертежной бумаги формата А3 или А4. Масштаб изображения выбирается в зависимости от сложности и размеров детали с учетом как увеличения изображения по сравнению с натурой (для сложных и мелких деталей), так и уменьшения (для простых и крупных). Предпочтительным является масштаб 1:1.

Основные требования к выполнению чертежей деталей устанавливаются **ГОСТ 2.109-73**.

Рабочий чертеж должен содержать:

- минимальное, но *достаточное* число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью *раскрывающих форму детали*;
- *необходимые размеры и их предельные отклонения*;
- *требования к шероховатости поверхности*;
- *допуски формы и расположения поверхностей*;
- *информацию о материале детали*;
- *сведения о твердости и покрытии*, которые деталь должна иметь *перед сборкой*.

Полнота заполнения поля чертежа изображениями и подписями должна составлять 70 – 80 %.

Главное изображение детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Если в процессе изготовления детали одно из ее положений является преобладающим, то на главном изображении деталь рекомендуется показывать именно в этом положении. Планки, валики, оси, линейки и подобные детали располагают на рабочем чертеже горизонтально, а корпуса, кронштейны, стойки – основанием вниз. *Если деталь сложной конструкции в процессе изготовления не имеет заведомо преобладающего положения, то за главное изображение такой детали принимают ее расположение в готовом изделии.*

### 3.3.1. Последовательность выполнения рабочих чертежей

При выполнении рабочих чертежей деталей различают *два этапа: подготовительный и основной.*

**Подготовительный этап** включает в себя:

- ознакомление с конструкцией детали, расчленение ее на простейшие геометрические формы;
- определение служебного назначения детали и выбор материала для ее изготовления;
- выбор положения детали для изображения главного вида, дающего наиболее полное представление об ее форме и размерах;
- определение необходимого числа изображений.

При выполнении **основного этапа** требуется:

- а) выбрать масштаб изображения;
- б) провести осевые линии, нанести контуры изображения детали и ее конструктивных элементов (фасок, канавок, пазов и т.д.);
- в) нанести выносные и размерные линии.

При этом рекомендуется размеры внешних элементов наносить со стороны вида, а внутренних – со стороны разреза, согласуя размеры детали с размерами сопрягаемых деталей сборочной единицы;

- г) определить необходимую шероховатость поверхностей детали и обозначить ее на чертеже. Рекомендации по выбору параметров шероховатости в зависимости от назначения поверхностей детали и методов их механической обработки приведены в технической литературе / 12, 28 /;
- д) выполнить штриховку разрезов и сечений детали;
- е) выполнить необходимые текстовые надписи (название изображений, технические требования и т.п.).

### 3.3.2. Текстовые надписи на чертежах

Чертеж детали должен содержать **основную надпись (угловой штамп)**, выполненную в соответствии с приложением 2. В ее графах приводятся **сведения, характеризующие** изображенную **деталь: наименование, материал, масса** и другие данные.

*Наименование детали* записывается в именительном падеже *единственного числа*. Если наименование состоит из нескольких слов, то на первом месте помещают имя существительное, *например*: колесо зубчатое, вал ведомый.

В основной надписи чертежа детали указывается обозначение материала, содержащее наименование материала, марку и номер стандарта или технических условий, *например*: сталь 45, ГОСТ 1050-88.

**Кроме основной надписи** рабочий чертеж детали может содержать **текстовую часть**, которая включается в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в ней сведения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями.

Текстовая часть состоит *из технических требований, надписи с обозначением изображения и таблиц* с различными параметрами. Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. **Сокращения слов**, за исключением общепринятых и указанных в приложении к ГОСТ 2.316-68, **не допускаются**.

Текст на поле чертежа, таблицы и надписи с обозначением изображений располагают параллельно основной надписи чертежа. Надписи, относящиеся непосредственно к изображению и содержащие не более двух строк, располагаются над полкой линии – выноски и под ней (ГОСТ 2.316-68).

Технические требования группируются и излагаются в следующей последовательности:

1. Требования, предъявляемые к материалу заготовки, термической обработке и свойствам материала готовой детали, указание материалов-заменителей.
2. Размеры, предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения поверхностей.
3. Требования к качеству поверхностей, их отделке и покрытию.
4. Указания к маркированию и клеймению.
5. Особые условия эксплуатации.

*Пункты технических требований* должны иметь *сквозную нумерацию*. Каждый пункт записывается *с новой строки*. Требования располагаются над основной надписью колонкой, шириной *не более 185 мм*. Заголовок “Технические требования” не пишется.

**Таблицы** параметров помещают на чертежах деталей, для которых они устанавливаются соответствующими стандартами (*например*, зубчатых колес, пружин и т.д.). Таблицы размещаются на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его в **соответствии с ГОСТ 2.105-95**.

Примеры оформления рабочих чертежей деталей приведены в приложении 3.

По согласованию с руководителем курсового проектирования, рабочий чертеж детали может быть выполнен с использованием компьютерной техники на листе белой бумаги формата А3 или А4.

### 3.4. Выбор заготовки

При выборе заготовки для заданной детали необходимо назначить метод ее получения, определить конфигурацию, размеры, допуски, припуски на обработку и сформировать технические условия на изготовление. **Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества** готовой детали **при ее минимальной себестоимости.**

**На выбор метода получения** заготовки *оказывают влияние материал детали, ее служебное назначение и технические требования на изготовление, объем годового выпуска, форма поверхностей и размеры детали.* Особенно важно правильно выбрать заготовку в автоматизированном производстве, когда обработка ведется на станках с ЧПУ, роботизированных технологических комплексах, автоматах, автоматизированных гибких и автоматических линиях.

В машиностроении в зависимости от номенклатуры изделий и характера производства наиболее широкое распространение получили заготовки из проката различной конфигурации, кованные и штампованные заготовки и отливки. В последние годы начали применяться сборные конструкции заготовок, такие как сварно-литые и штампосварные, а также заготовки, полученные методом порошковой металлургии.

С характеристикой и областями использования различных методов получения заготовок можно познакомиться в технической литературе / 1, 3, 9, 14, 17, 19, 24, 26 /.

При выполнении курсовой работы студент должен выбрать и обосновать метод получения заготовки для детали, указанной в задании.

Эскиз заготовки, представляющий собой чертеж, выполненный без точного соблюдения масштаба, но с сохранением пропорций между размерами отдельных элементов заготовки выносится в графическую часть и изображается либо в ручном, либо в компьютерном вариантах на листе белой бумаги формата А4 или А3.

Для детали, получаемой непосредственно из сортового проката, заготовка изображается в виде части, отделенной от него.

Для выделения припусков на механическую обработку, на эскизе заготовки *тонкой штрих пунктирной линией с двумя точками* показываются *основные контуры детали.* При этом **значения припусков** устанавливаются **по справочникам** / 9, 24, 26 /.

На эскизах заготовок обязательно указываются основные размеры с предельными отклонениями, шероховатость поверхностей и технические требования.

Примеры оформления чертежей и эскизов заготовок некоторых деталей приведены в учебном пособии / 22 / и в приложении 4.

### 3.5. Составление технологического маршрута

**Технологический маршрут** изготовления детали *определяет* наиболее **рациональную последовательность** выполнения операций **обработки заготовки**. Составление технологического маршрута представляет сложную задачу с достаточно большим числом возможных вариантов. На данном этапе намечается содержание операций технологического процесса и выбираются типы станочного оборудования.

Маршрут обработки выбирают исходя из требований рабочего чертежа детали, принятой заготовки и характера производства. Разработка маршрута является как бы завершающей частью начальной работы при проектировании технологического процесса изготовления детали.

Известно, что все детали машиностроительных изделий образуются сочетанием различных *поверхностей*, которые согласно ГОСТ 21495-76 могут быть разделены на *четыре вида*:

- а) *исполнительные поверхности* – поверхности, при помощи которых деталь выполняет свое служебное назначение;
- б) *основные конструкторские базы* – поверхности, при помощи которых определяется положение данной детали в изделии;
- в) *вспомогательные конструкторские базы* – поверхности, при помощи которых определяется положение присоединяемых деталей относительно данной;
- г) *свободные поверхности* – поверхности, не соприкасающиеся с поверхностями других деталей.

**Поверхности первых трех** видов можно отнести к **группе основных**. Обеспечение заданной точности и качества поверхностей основной группы с наименьшими затратами труда является главной задачей при разработке технологического процесса изготовления любых деталей.

При установлении последовательности обработки заготовок необходимо учитывать следующие рекомендации / 14, 19, 30 /:

1. *Каждая последующая операция* или технологический переход должны *уменьшать погрешности* и *улучшать качество поверхностей*. Точность на каждом последующем переходе обычно повышается: на черновых переходах – на один-три квалитета, на чистовых – на один-два квалитета.
2. В первую очередь, следует обрабатывать поверхности, которые будут служить технологическими базами при выполнении последующих операций. После этого следует обрабатывать поверхности, с которых снимается наибольший слой металла.

3. Операции, при которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов в заготовке, необходимо производить на ранних стадиях ее обработки.
4. Обработку сложных поверхностей, выполняемую на специализированных станках, следует выделять в самостоятельные операции. Примерами таких операций могут являться нарезание зубчатых венцов, формирование шлицев, обработка фасонных поверхностей по копиру и т.п.
5. В связи с невысокими требованиями к точности и качеству свободных поверхностей, их обработка заканчивается на стадии чистовых или даже черновых операций и, по возможности, включается в качестве технологических переходов в операции, где обрабатываются поверхности основной группы.
6. Технологический процесс изготовления детали заканчивается отделочной обработкой тех поверхностей, которые являются наиболее точными и значимыми для эксплуатации детали, а, следовательно, и для изделия.
7. Обработку поверхностей с точным взаимным расположением следует, по возможности, включать в одну операцию и выполнять за один установ.
8. Предпочтительным является технологический процесс с максимальной концентрацией технологических переходов, как наиболее производительный. Для этой цели в единичном и мелкосерийном производствах используются станки с ЧПУ; в среднесерийном – станки с ЧПУ, полуавтоматы и агрегатные станки, а в крупносерийном и массовом – автоматы, специальные станки и автоматические линии.
9. При определении последовательности выполнения черновых и чистовых переходов следует учитывать, что совмещение их в одной операции возможно только на станках повышенной жесткости, например, на станках с ЧПУ или многошпиндельных полуавтоматах.
10. При разработке технологического маршрута важно определить, когда будет выполняться термическая обработка. Технологический процесс будет проще и экономичнее, если механическая обработка не прерывается термическими операциями. Это возможно, если заготовка, после ее получения в заготовительном цехе, сразу же подвергается предварительной термической обработке (отжигу, нормализации, улучшению).
11. Если деталь по ходу технологического процесса ее изготовления подвергается термической обработке для получения твердости

HRC > 40, то для дальнейшей механической обработки необходимо использовать абразивные инструменты.

12. Технический контроль намечают после тех этапов обработки, где наиболее вероятно появление брака; перед сложными и дорогостоящими операциями; после законченного цикла и в конце процесса изготовления детали.

Приведенные рекомендации по разработке технологического маршрута не являются строго обязательными и требуют творческого подхода в каждом конкретном случае. Чтобы облегчить составление маршрутных технологических процессов изготовления деталей различной конфигурации, рекомендуется использовать типовые процессы / 17-20, 30 /, а также данные по точности размеров и шероховатости поверхности при обработке заготовок различными методами / 17, 24, 26 /.

При выполнении курсовой работы студент описывает маршрутный технологический процесс изготовления детали в произвольной форме, обязательно указывая при этом номера и наименования операций, краткое их содержание, тип применяемого оборудования и технологические базы. Примеры оформления технологических маршрутов приведены в технической литературе / 17, 19, 20, 30 /.

### **3.6. Проектирование технологической операции изготовления детали**

*Исходными материалами* при проектировании технологической операции *для обработки конкретных поверхностей* (по заданию преподавателя) являются:

1. *Маршрут обработки заготовки.*
2. *Точность обработки и параметры шероховатости поверхностей, обрабатываемых на рассматриваемой операции.*

Намеченную технологическим маршрутом операцию разрабатывают в следующей последовательности:

1. Определяют цель и назначение операции, ее место в технологическом процессе.
2. Выбирают схему построения операции.
3. Осуществляют выбор технологических баз и рассчитывают погрешность установки заготовки.
4. Устанавливают рациональную структуру операции (количество установов, позиций, технологических и вспомогательных переходов, число рабочих ходов в них).
5. Уточняют содержание технологической операции с приведением перечня всех вспомогательных и технологических переходов, излагаемых в технологической последовательности.



6. Окончательно выбирают оборудование и технологическую оснастку.

### 3.6.1. Обоснование схемы построения операции

Приступая к разработке операции, необходимо выбрать и обосновать схему ее построения.

Схемы станочных операций можно подразделить по следующим признакам:

- по числу одновременно устанавливаемых заготовок для обработки - **одноместные и многоместные**;
- по числу участвующих в обработке инструментов - **одноинструментные и многоинструментные**;
- по последовательной или параллельной работе инструментов, а также по параллельному или последовательному расположению нескольких заготовок по отношению к режущим инструментам – **последовательного, параллельного и параллельно-последовательного выполнения**.

Возможно различное сочетание отмеченных признаков.

На выбор схемы построения операции оказывают влияние многие факторы: тип производства, конструктивные особенности детали и др.

Так, в условиях крупносерийного производства применяют высокопроизводительные *многоместные* и *многоинструментные параллельные* схемы обработки заготовки, требующие применения специального оборудования и сложной технологической оснастки. От размеров и расположения обрабатываемых поверхностей зависит возможность параллельной работы инструментов. Малые габариты деталей позволяют применять многоместные схемы, но исключают многоинструментные из-за трудности размещения инструментов в наладке или увеличения нагрузок от сил резания и, как следствие, увеличения погрешности обработки из-за упругих деформаций. Поэтому недостаточная жесткость конструкции может послужить причиной отказа от одновременной (параллельной) обработки несколькими инструментами.

Для станков с числовым программным управлением характерны *многоинструментные последовательные* схемы построения операций при большом количестве технологических и вспомогательных переходов.

Более подробно схемы построения операций рассмотрены в технической литературе /16, 24, 26, 29 /.

### 3.6.2. Выбор технологических баз и расчет погрешности установки заготовки

Выбор технологических баз имеет первостепенное значение при проектировании технологических процессов. При выборе баз учитываются класс деталей по конструкторско-технологической классификации, вид операции, точность и производительность обработки и многие другие факторы.

По месту расположения баз в технологическом процессе обработки деталей различают *черновые* (базы первых операций) и *чистовые* (для выполнения большинства остальных операций) базы. Особое значение имеет выбор чистовых (постоянных) баз, которые обеспечивают выполнение требований к точности и качеству обработки. К примеру, при обработке корпусных деталей за чистовые (постоянные) технологические базы преимущественно принимаются плоскость наибольших размеров и два технологических отверстия точностью 7-8 квалитетов; при выполнении токарной или шлифовальной операций на валах – два центровых отверстия; при фрезеровании и сверлении валов – две опорные шейки и торец.

Технологические базы должны обеспечивать устойчивое и удобное положение заготовки на станке или в приспособлении, а также надежное ее закрепление с минимальными деформациями. Погрешности установки должны быть исключены или сведены к минимуму.

*При выборе черновых баз следует учитывать следующие особенности:*

**1.** Первые операции определяют взаимное расположение необрабатываемых поверхностей деталей и поверхностей, подлежащих механической обработке. Поэтому в качестве черновых баз рекомендуется использовать поверхности, остающиеся необработанными.

**2.** На первых операциях происходит фактическое распределение припуска между обрабатываемыми поверхностями. В связи с этим следует стремиться к равномерному распределению припусков на поверхностях, обработка которых вызывает повышенные сложности (отверстия, пазы), а также учитывать объем удаляемого материала и возможность перераспределения внутренних напряжений в материале заготовки. С целью обеспечения равномерного и минимального припуска на определенных поверхностях за черновые базы следует принимать именно эти поверхности.

**3.** Поскольку черновые базы, как правило, отличаются низкой точностью и повышенной шероховатостью поверхностей, они могут использоваться при обработке заготовки только один раз. Исключением

могут быть случаи обработки точных заготовок, устанавливаемых в приспособлениях-спутниках.

В качестве чистовых (постоянных) технологических баз необходимо принимать основные конструкторские базы, т.к. от них на рабочем чертеже детали задается положение большинства других поверхностей. Использование на операциях механической обработки основных конструкторских баз в качестве технологических, а также измерительных, означает наиболее полное соблюдение **принципа совмещения баз**. При обоснованном отступлении от указанного принципа за другие технологические базы принимают поверхности, связанные с основными конструкторскими базами наиболее точными размерами.

Повышение точности обработки обеспечивается также максимально возможным соблюдением **принципа постоянства баз**, когда весь процесс обработки ведется от одних и тех же технологических баз. Применение принципа постоянства баз настолько эффективно, что часто на заготовке преднамеренно создаются искусственные технологические базы, например, центровые отверстия валов, даже если эти поверхности не нужны для служебного назначения детали.

Более подробные рекомендации по выбору технологических баз приведены в литературе / 7, 16, 20, 24, 26, 29 /.

Процесс установки заготовки для ее обработки на станке может быть разделен на два этапа: *базирование* (придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат) и *закрепление* (сохранение достигнутого при базировании положения заготовки на весь период обработки для противодействия усилиям резания, инерции, веса заготовки). Поскольку на каждом этапе возникают погрешности – отклонения от заданного положения заготовки, то суммарная погрешность – погрешность установки – складывается из погрешностей базирования, закрепления и приспособления:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_0 + \varepsilon_3 + \varepsilon_n \quad (5)$$

Учитывая случайный характер погрешностей, можно записать:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2} \quad (6)$$

Погрешность базирования определяется расчетом и при обработке на настроенных станках численно равна погрешности размера, связывающего измерительную базу заготовки с установленным на размер

инструментом. Так, при базировании заготовок типа тел вращения на призме при фрезеровании лыски в размер  $H$  (рис. 2)  $\varepsilon_{6H} = \Delta (AE - AC) = \Delta AC$ , т.к. размер  $AE = \text{const}$  при обработке на настроенном станке.

В свою очередь:

$$AC = AO - OC; \quad AO = \frac{BO}{\sin \alpha/2}$$

Тогда

$$AC = \frac{BO}{\sin \alpha/2} - OC = \frac{D}{2 \sin \alpha/2} - \frac{D}{2} = \frac{D}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} - 1 \right)$$

Следовательно 
$$\varepsilon_{6H} = \frac{\Delta D}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} - 1 \right) \quad (7)$$

Нетрудно убедиться аналогичным расчетом, что при задании операционного размера  $h$ :

$$\varepsilon_{6h} = \frac{\Delta D}{2} \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) \quad (8)$$

В этом случае измерительной базой является верхняя образующая заготовки.

При базировании заготовки на цилиндрической оправке с зазором (рис. 3а)

$$\varepsilon_{6A} = \Delta BO_3 = \Delta (BO_{II} + O_{II}O_3) = \Delta O_{II}O_3$$

Здесь также размер  $BO_{II} = \text{const}$ , поэтому

$$\varepsilon_{6A} = \Delta O_{II}O_3 = \Delta (D/2 - d/2) = 0,5S_{\max}, \quad (9)$$

где  $S_{\max}$  – наибольший зазор в сопряжении оправки и отверстия заготовки.

При базировании заготовки на разжимной оправке (рис. 3б)  $\varepsilon_{6A} = 0$ .

Приведенные примеры показывают, что при совмещении измерительной и технологической баз погрешность базирования сводится к нулю. В этом заключается широко используемый в машиностроении **принцип совмещения баз**.

Большое влияние на погрешность закрепления оказывают форма и габаритные размеры заготовки, точность и качество ее базовых поверхностей, конструктивное исполнение установочных и зажимных

элементов приспособления, характер (величина, постоянство, места приложения) сил закрепления. Аналитический расчет погрешностей закрепления связан с определением собственных и контактных деформаций заготовки, установочных элементов приспособлений и чрезвычайно затруднен. Поэтому на практике погрешность закрепления находят по справочным данным / 5, 24 /. Следует отметить, что при отсутствии деформаций под действием усилий закрепления в направлении размера обработки (вектор силы закрепления перпендикулярен размеру) погрешность закрепления принимается равной нулю.

*Погрешность положения заготовки  $\varepsilon_n$*  вызывается неточным изготовлением и сборкой приспособления, а также износом его установочных элементов в процессе эксплуатации / 2 /. При обработке партии заготовок в одноместном приспособлении на настроенном станке погрешность приспособления вызывает систематическую погрешность обработки и может быть скомпенсирована при наладке, поэтому при расчете погрешности установки может не учитываться.

Типовые схемы базирования заготовок в приспособлениях с формулами определения погрешностей базирования и закрепления приведены в справочной литературе / 24, 26, 30 /.

Расчет погрешности установки следует проводить для одного-двух операционных размеров (по указанию преподавателя). Желательно выбирать наиболее точный операционный размер, обеспечиваемый регулируемым (настраиваемым) инструментом, или размер, поставленный с отступлением от принципа совмещения баз.

### 3.6.3. Определение содержания операции и последовательности выполнения технологических переходов

В содержании операции должны быть отражены все необходимые действия, выполняемые в технологической последовательности исполнителем, по обработке заготовки на одном рабочем месте. В случае выполнения на данном рабочем месте прочих видов работ (кроме обработки резанием), их также следует отражать в содержании операции (например, контроль на рабочем месте).

Технологические операции могут быть **однопереходные, многопереходные и многопозиционные**. При *однопереходной операции* характерна обработка одной поверхности заготовки одним или несколькими одинаковыми режущими инструментами (*например, сверление отверстия одновременно с двух сторон, обтачивание цилиндрической поверхности вала несколькими резцами, фрезерование торцев валиков в многоместном приспособлении и др.*). При

*многопереходной операции* обрабатываются несколько поверхностей заготовки одним или несколькими инструментами, либо у нескольких заготовок разными инструментами. На *многопозиционных операциях* используются многопозиционные или агрегатные станки.

Проектируя операцию, следует разбить ее на необходимое количество установов, позиций, переходов и определить последовательность их выполнения.

Для многоинструментной обработки необходимо придерживаться следующей структуры операции:

**I этап** - черновая обработка основных поверхностей;

**II этап** - черновая и чистовая обработка вспомогательных поверхностей;

**III этап** - чистовая обработка основных поверхностей;

**IV этап** - обработка вспомогательных поверхностей, необработанных ранее.

Более подробно последовательность выполнения технологических переходов рассмотрена в литературе / 4, 15, 17, 20, 24, 26, 30 /.

Правила оформления карт операционной технологии приведены в методических указаниях / 13 /.

#### 3.6.4. Выбор средств технологического оснащения

В современном машиностроении невозможно реализовать спроектированный технологический процесс без соответствующего технологического оснащения.

При выборе моделей станков необходимо учитывать:

- соответствие габаритных размеров заготовок (одной или нескольких) размерам рабочей зоны оборудования;
- требования по обеспечению точности и качества обрабатываемой поверхности, что особенно важно при чистовой и отделочной обработке;
- возможность осуществления требуемого совмещения переходов;
- технологические возможности станка, которые должны соответствовать схеме построения операции (*например*, для обработки плоскостей и отверстий корпусной детали несколькими инструментами: фрезами, сверлами, зенкерами, развертками, зенковками - рационально выбрать вертикально-фрезерный станок с ЧПУ, а не многоцелевой станок типа ОЦ, входящий по классификации в сверлильно-фрезерно-расточную группу и имеющий возможность растачивания отверстий и т.п.);
- соответствие производительности оборудования заданной программе выпуска.

Технические характеристики оборудования, выпускаемого серийно, приводятся в каталогах , а также в технической литературе / 10, 18, 25, 27/.

**Инструментальная оснастка** представляет собой совокупность инструментов, предназначенных для обработки резанием или пластическим деформированием, а также устройств для закрепления инструмента.

Выбор *режущих инструментов* при оснащении технологической операции механической обработки заготовок / 6, 11, 18, 23/ производится, исходя из условий обработки с учетом вида станка, материала обрабатываемой заготовки, ее размеров и конфигурации, требуемой точности обработки, шероховатости поверхности, типа производства. В автоматизированном производстве оправдано применение, наряду со стандартным, комбинированного, специального режущего инструмента.

*Вспомогательный инструмент* (оправки, резцовые блоки и т.п.) должен обеспечивать надежное закрепление режущего инструмента, быструю и легкую его смену, возможность регулировки на станке, а также наладки и подналадки его на заданный размер вне станка / 11, 18, 23/.

В зависимости от типа производства, технологических требований, конфигурации обрабатываемых заготовок, их размеров, условий применения **станочные приспособления** подразделяют на три вида:

- специальные (*одноцелевые, непереналаживаемые*);
- специализированные (*узкоцелевые, ограниченно переналаживаемые*);
- универсальные (*многоцелевые, широкопереналаживаемые*).

Различают **шесть** стандартных **систем станочных приспособлений**:

- универсально-сборные (УСП);
- сборно-разборные (СРП);
- универсально-безналадочные (УБП);
- неразборные специальные (НСП);
- универсальные наладочные (УНП);
- специализированные наладочные (СНП).

В серийном производстве предпочтение следует отдавать переналаживаемым станочным приспособлениям многократного применения.

Специальные приспособления разрабатывают согласно технологическому процессу на конкретные операции и поэтому они рассчитаны на установку и закрепление однотипных заготовок. Такие приспособления обеспечивают высокую точность и быстрое закрепление. Для того, чтобы изготовление специальных приспособлений сделать

дешевле, следует предусматривать в их составе широкое использование стандартных узлов и деталей.

**Измерительный инструмент** выбирается в зависимости от вида обрабатываемой поверхности и требуемой точности.

В единичном и мелкосерийном производстве применяется универсальный измерительный инструмент. В серийном и массовом производствах с частой повторяемостью деталей одних и тех же размеров применяется специальный измерительный инструмент (калибры, шаблоны), а также измерительные приспособления, приборы, автоматические устройства.

В расчетно-пояснительной записке необходимо обосновать выбор средств технологического оснащения операции механической обработки.



**ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА РПЗ**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра “Технология машиностроения”

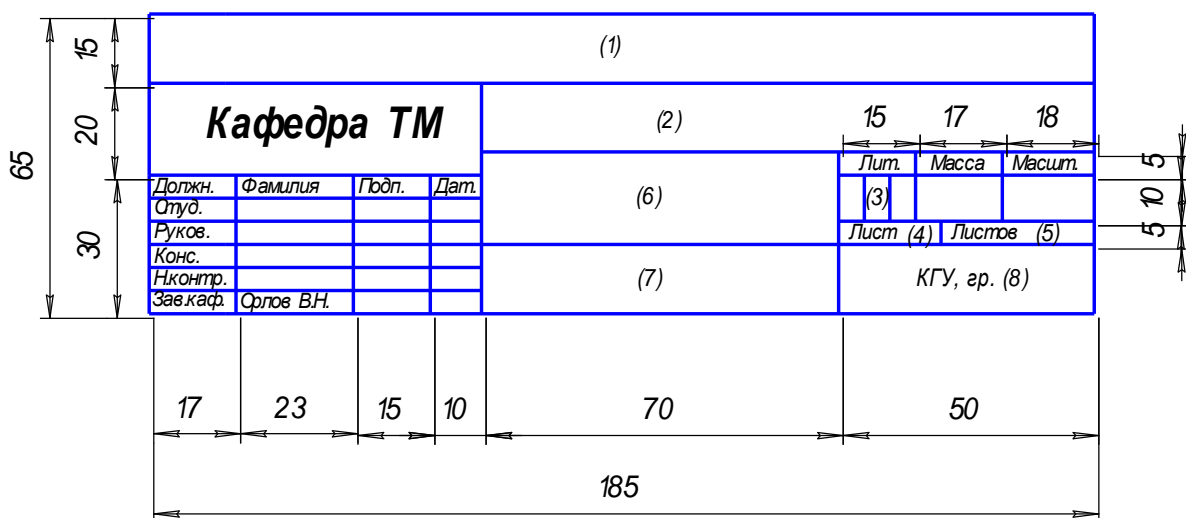
**КУРСОВАЯ РАБОТА**

*по дисциплине* “Основы технологии машиностроения”

Студент группы	_____	_____
	(подпись, дата)	Фамилия, И.О.
Преподаватель	_____	_____
	(подпись, дата)	Фамилия, И.О.

Курган 200\_\_

**ФОРМА УГЛОВОГО ШТАМПА  
(основной надписи)**



- (1) – Тема курсовой работы
- (2) – Курсовая работа по ОТМ
- (3) – Литера (КР – курсовая работа)
- (4) – Порядковый номер листа (при сквозной нумерации)
- (5) – Общее количество листов курсовой работы
- (6) – Наименование чертежа (детали, схемы, приспособления и пр.)
- (7)– Материал детали (на чертежах детали или заготовки), тип и модель станка (на чертежах технологической оснастки)
- (8) – Номер группы

**ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ**

Продолжение приложения 3

**ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ЭСКИЗА ЗАГОТОВКИ**

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. - Л.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
2. Андреев Г.Н., Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства / Под ред. Ю.М.Соломенцева. – М.: Высш. шк., 1999. – 415 с.
3. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1992. – 420 с.
4. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1990. – 588 с.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш.школа, 1983. – 256 с.
6. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС / И.Л.Фадюшин, Я.А.Музыкант, А.И.Мещеряков и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
7. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. – М.: Машино-строение, 1987. – 320 с.
8. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения. – М.: Высш. шк., 1999. – 591 с.
9. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
10. Краткий справочник металлста /Под общ.ред. П.Н.Орлова, Е.А.Скороходова. – М.: Машиностроение, 1987. – 960 с.
11. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
12. Мерзон Э.Д., Мерзон И.Э., Медведовская Н.В. Машиностроительное черчение. – М.: Высш. школа, 1987. – 335 с.
13. Методические указания по оформлению технологической документации при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов специальностей 120100, 120200, 150100, 030500, 072000, 210200, 060800. – Курган: Изд-во КГУ, 2004. - 40 с.
14. Мосталыгин Г.П., Орлов В.Н. Проектирование технологических процессов обработки заготовок: Учеб. пособие. – Свердловск: Изд-во УПИ, 1991. – 112 с.
15. Мосталыгин Г.П., Орлов В.Н. Проектирование технологических процессов обработки заготовок на станках с числовым программным управлением: Учеб. пособие. – Курган: Изд-во КМИ, 1994. – 109 с.
16. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.

- 17.Мухин А.В., Спиридонов О.В., Схиртладзе А.Г., Харламов Г.А. Производство деталей металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 2003. – 560 с.
- 18.Обработка металлов резанием: Справочник технолога /Под общ.ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
- 19.Орлов В.Н. Технология изготовления деталей транспортных машин: Учеб. пособие. – Курган: Изд-во КГУ, 2000. – 262 с.
- 20.Проектирование технологии автоматизированного машиностроения / Под ред. Ю.М.Соломенцева. – М.: Высш. школа, 1999. – 416 с.
- 21.Проекты (работы) дипломные и курсовые: Руководящий материал по правилам оформления. – Курган: Изд-во КГУ, 1997. – 26 с.
- 22.Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Выща школа, 1991. – 247 с.
- 23.Справочник инструментальщика / Под общ.ред. И.А.Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
- 24.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т.1 / Под ред. А.М.Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова, А.Г.Суслова. – М.: Машиностроение, 2001. - 912 с.
- 25.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т.2 / Под ред. А.М.Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова, А.Г.Суслова. – М.: Машиностроение, 2001. - 944 с.
- 26.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.
- 27.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. - 496 с.
- 28.Суворов С.Г., Суворова Н.С. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах. – М.: Машиностроение, 1992. – 368 с.
- 29.Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения / Под ред. С.Л.Мурашкина. – М.: Высш.школа, 2003. – 278 с.
- 30.Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин / Под ред. С.Л.Мурашкина. – М.: Высш.школа, 2003. – 295 с.
- 31.Толмачевский Н.Н., Доможиров А.П. Методы достижения точности сборки: Учеб. пособие. – Курган: КМИ, 1992. – 69 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	3
1.1. Цель курсовой работы .....	3
1.2. Исходные данные для проектирования и объем курсовой работы .....	3
1.3. Задачи, решаемые в процессе выполнения курсовой работы .....	3
2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ .....	4
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	5
3.1. Анализ служебного назначения изделия и расчет размерных цепей .....	5
3.2. Разработка технологической схемы сборки .....	8
3.3. Разработка рабочего чертежа детали .....	11
3.3.1. Последовательность выполнения рабочих чертежей	12
3.3.2. Текстовые надписи на чертежах .....	12
3.4. Выбор заготовки .....	14
3.5. Составление технологического маршрута .....	15
3.6. Проектирование технологической операции изготовления детали .....	17
3.6.1. Обоснование схемы построения операции .....	18
3.6.2. Выбор технологических баз и расчет погрешности установки заготовки .....	19
3.6.3. Определение содержания операции и последова- тельности выполнения технологических переходов	23
3.6.4. Выбор средств технологического оснащения.....	24
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	27
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	32



Марина Вадимовна Давыдова  
Юрий Иванович Моисеев  
Григорий Петрович Мосталыгин  
Валерий Николаевич Орлов

## **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

### **Методические указания**

к выполнению *курсовой работы* для студентов  
специальностей 120100 - Технология машиностроения,  
120200 – Металлообрабатывающие станки и комплексы

Редактор *Кокина Н.М.*

---

Подписано к печати

Формат 60x84 1/16

Заказ

Усл. п. л.

Тираж 100 экз.

Бумага тип. № 1

Уч.-изд. п. л.

*Цена свободная*

---

Издательство Курганского государственного университета

640669, г.Курган, ул.Гоголя, 25  
Курганский государственный университет, ризограф