



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**  
**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО**  
**УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге**

Методические указания  
по выполнению курсового проекта  
по ПМ.01. МДК 01.01  
Технологические процессы изготовления деталей машин  
Пособие для обучающихся специальности 15.02.08  
Технология машиностроения всех форм обучения

Таганрог  
2017г.

Методические указания по выполнению курсового проекта по профессиональному модулю:  
ПМ.01. МДК 01.01 Технологические процессы изготовления деталей машин специальность:  
15.02.08 Технология машиностроения

**Разработчик(и):**

Преподаватель

«01» 03 2017 г



Т.И. Савосина

Методические указания по выполнению курсового проекта рассмотрены и одобрены на заседании цикловой методической комиссии специальности «Технология машиностроения»

Протокол № 1 от «01» 09 2017 г

Председатель цикловой комиссии

«01» 03 2017 г



Б.Е. Остроброд

**Согласовано:**

Зам. директора по УМР

«01» 03 2017 г



Д.И. Стратан

Зав. УМО

«01» 03 2017 г



Т.В. Воловская

## СОДЕРЖАНИЕ

1. От составителя.
2. Методические указания по оформлению курсового проекта.
3. Рекомендации по выполнению разделов и пунктов пояснительной записки:
  - Введение
  - 1.1. Описание конструкции и назначение детали
  - 1.2. Отработка детали на технологичность.
  - 1.3. Выбор и обоснование типа производства.
  - 1.4. Выбор и обоснование метода получения заготовки, проектирование заготовки.
  - 1.5. Выбор и обоснование баз.
  - 1.6. Разработка маршрутной технологии обработки детали с выбором оборудования, оснастки инструмента.
  - 1.7. Аналитически рассчитать припуски на поверхность.
  - 1.8. Расчёт режимов резания. Аналитически рассчитать режимы резания на операции.
  - 1.9. Определение норм времени по операциям.
  - 1.10. Конструирование и расчёт режущего инструмента.
  - 1.11. Конструирование и расчёт мерительного инструмента.
  - 1.12. Технологическое сравнение вариантов обработки детали.
4. Комплект технологической документации
5. Приложение. 1. Бланк – задание
6. Приложение. 2. Примеры оформления карт наладок, режущего инструмента, мерителей.
7. Приложение 3. Применение оборудования при зубообработке в зависимости от отермической обработки и степени точности колёс.
8. Приложение 4. Типовые технологические процессы обработки деталей.
9. Приложение 5. Перечень пособий по выполнению курсового проекта.
10. Литература

## 1 От составителя

Методические указания по выполнению курсового проекта ПМ.01 МДК.01.01 по дисциплине «Технологические процессы изготовления деталей машин» Предназначены для обучающихся всех форм обучения, по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» и включают краткое описание содержания проекта, указания по выполнению его разделов, рекомендации по применению справочно-методической литературы.

Курсовой проект, включает в себя три взаимосвязанных части:

- \* Пояснительную записку на 35-50 листах формата А4;
- \* Комплект технологической документации;
- \* Графическую часть (2-3 листа формата А1)

Исходным документом для выполнения учащимися курсового проекта является задание, которое составляется преподавателем предмета и рассматривается цикловой методической комиссией.

На основании учебного плана темы курсовых проектов утверждаются приказом директора с указанием срока исполнения. Форма бланка «Задание» представлена в данных методических указаниях, в котором указывается тема проекта, исходные данные, выполняемые разделы. (Приложение 1).

Для грамотного оформления пояснительной записки (ПЗ) следует изучить методические указания по оформлению курсового проекта.

При кабинете разработан «Комплект пособий по выполнению курсового проекта по МДК Технологические процессы изготовления деталей машин», который включает необходимые справочно-нормативные материалы и инструкции для успешного и качественного оформления разделов пояснительной записки. В конце данных методических указаний представлен перечень пособий.

## 2 Методические указания по оформлению курсового проекта

Целью выполнения курсового проекта является закрепление учебного материала предмета, проверка способности учащегося самостоятельно проанализировать назначение и условия, в которых находится каждая проектируемая деталь, дать наиболее рациональное конструктивное решение с учётом технологических, эксплуатационных и экономических требований.

Принятые в курсовом проекте решения должны быть экономически обоснованы, обеспечивать заданные технологические условия на изготовление и соответствовать типу производства. В курсовом проекте следует предусмотреть максимальную механизацию и автоматизацию операций, использование новейших режущих материалов, применение современного оборудования, проектирование быстродействующего приспособления.

Темы курсовых проектов подбираются индивидуально для каждого обучающегося и выдаются им в виде задания на бланках установленного образца.

### Проект состоит из пояснительной записки и графической части

1 Пояснительная записка должна выполняться на 25...30 листах формата А4. Содержание пояснительной записки (ПЗ) изложено на бланке задания в 11 пунктах.

При оформлении пояснительной записки необходимо знать, что на заглавном листе, где помещается содержание, вычерчивается надпись по ГОСТ 2.105-79, форма 2, все остальные листы имеют основную надпись по форме 2а. Текстовая часть курсового проекта выполняется на одной стороне листа А4 в соответствии с «Правилами оформления и требования к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ», утвержденными приказом ректора ДГТУ от. 01.08.2014 г. Материал следует излагать кратко и конкретно. Сокращения слов в тексте и надписях под иллюстрациями не допускаются.

При написании работы необходимо оставлять поля до верхней границы рамки -10 мм, левой границы – 12...15 мм, правой границы – 7 - 8 мм, нижней границы -10 мм.

Каждый пункт надо писать с новой страницы ПЗ. Заголовки не выделяются и не подчёркиваются. Графики и эскизы выполняются в зависимости от требований масштаба либо на отдельном листе с указанием названия и номера. Нумерация графиков и эскизов сквозная для всей записки.

Формулы отделяются от общего текста и пишутся по центру с указанием номера в скобках. Нумерация формул сквозная для всей ПЗ.

Содержание пояснительной записки разбивают на разделы, подразделы, пункты и подпункты. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей пояснительной записки и обозначаются арабскими цифрами. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела также должна быть точка. Например: 2.3. Аналогично производят нумерацию пунктов и подпунктов: 2.3.1, 2.3.2.

Применяемые формулы сопровождаются расшифровкой условных изображений и обозначений. Ссылки в тексте на номер формулы дают в круглых скобках, например: «...в формуле (3.1)».

Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Расчёт и вычисления в записке даются с указанием в результатах размерности принятой в системе СИ. Например, если в результате расчёта получилось 300 кгс, ставится знак равенства и пишется 3000 Н.

При использовании справочных материалов необходимо делать ссылки на использованную литературу с указанием страниц, таблиц или номеров карт. Например,  $S = 0,2$  мм/об [2], с.32,

таблица 4, где 2-порядковый номер книги в списке использованных источников литературы, который дан в конце пояснительной записки.

#### **Листы пояснительной записки располагаются в следующем порядке:**

- титульный лист курсового проекта;
- задание на курсовое проектирование;
- содержание пояснительной записки на листе с основной надписью по ГОСТ 2.105 -79, форма 2 , с указанием страниц;
- введение;
- далее листы, на которых выполняются разделы ПЗ согласно заданию.

Листы ПЗ нумеруются, начиная с титульного. Номера страниц проставляются, начиная с листа «Содержание», т.е. стр. 3.

В конце работы даётся перечень литературы с указанием года издания и издательства.

#### **Требования, предъявляемые к выполнению графической части проекта.**

Чертежи детали, заготовки, режущего и мерительного инструментов должны быть выполнены в масштабе 1:1 на соответствующих стандартных форматах (А4, А3, А2), карандашом вручную или машинным способом в соответствии стандартов ЕСКД. Толщины контурных линий 1,0-1,5 мм. Чертежи следует располагать так, чтобы основные надписи были вдоль широкой стороны формата (кроме А4).

Чертёж должен содержать:

- достаточное число изображений, полностью раскрывающих форму детали;
- необходимые размеры с их предельными отклонениями;
- требования к шероховатости различных поверхностей;

- обозначение предельных отклонений формы и расположения поверхностей;
- сведения о материале, термической обработке, покрытию, отделке, которые деталь должна иметь перед сборкой;
- технические требования.

**Чертежи наладок для операций выполняются согласно требованиям по технологии машиностроения (Приложение 2):**

- деталь выполняется в том положении, как она обрабатывается в масштабе (1:1, 2:1, 4:1 и т.д.);
- на детали схематично указываются зажимные устройства;
- изображается режущий инструмент в конечном положении или в ведённом, но с указанием траектории его перемещения;
- на детали проставляются выполняемые размеры и шероховатость, номера обрабатываемых поверхностей согласно первоначальному эскизу в ПЗ.
- над основной надписью дочерчивается рамка, где указывают режущий инструмент, режимы резания, нормы времени;
- на свободном поле чертежа указывается номер и название операции, название и модель оборудования, приспособление.

Все чертежи можно выполнять на отдельных листах для удобства сшивки их в папке ПЗ.

Формат А4 вставляется без изгибов. Формат А3 вшивается сложением до формата А4. Аналогично будут сшиваться и другие форматы, отличные от А4.

### **3 Рекомендации по выполнению разделов пояснительной записки**

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Во «Введении» необходимо указать цель проекта и охарактеризовать его связь с задачами машиностроения на современном этапе. Необходимо вкратце отметить основные приоритеты направления развития машиностроения, сформулировать главные задачи машиностроительного производства: повышения качества выпускаемой продукции за счёт повышения внедрения передовых технологий, высокоточного и скоростного оборудования, технологической оснастки, применения новейших материалов, новых видов энергии.

А так же указать о необходимости и полезности выполняемой работы по части приобретения практических знаний, умений и навыков.

Составляя «Введение» желательно пользоваться данными современной периодической печати: журнал «Машиностроитель», технические статьи и т.д.

#### **Пункт 1.1 Описание конструкции и назначение детали**

В этом пункте необходимо описать конструктивные особенности детали, т.е. указать наличие пазов, уступов, лысок, резьб, отверстий и т.д. Указать, для чего предназначены наиболее точные поверхности, какую функцию они выполняют, какие виды нагрузок они испытывают.

Провести анализ технических требований, предъявляемых к данной детали:

- по точности размеров;
- по точности формы;
- по точности взаимного расположения поверхностей;
- по шероховатости.

Для данного описания необходимо выполнить эскиз детали со всеми размерами для её изготовления и нумерацией поверхностей рисунк 1.

Таблица 1 - Точность размеров и степень шероховатости поверхностей детали

Номер пов-ти	Наименование, размер поверхности, мм	Допуск, (отклонения), мм	Шероховатость, Ra, мкм
7	Диаметры 30h8	0 - 0,033	1,6
.....	.....	.....	.....
1.11	Длины $60 \pm \frac{Y\Gamma 14}{2}$	$\pm 0,370$	12,5

На основании анализа чертежа детали следует описать: из какого материала изготавливается деталь: наименование материала, марка, ГОСТ, химический состав, механические свойства.

Литература [2].

Пример:

Деталь «Вал» изготовлена из конструкционной легированной стали марки 40X по ГОСТ 4543-71.

Таблица 2 - Химический состав стали 40X ГОСТ 4543-71

Массовая доля элементов в %						
Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Сера	Фосфор
				не более		
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,25	0,04	0,4

Таблица 3 - Механические свойства стали 40X ГОСТ 4543-71

Твёрдость, НВ	Предел прочности при растяжении $\sigma_s$ , МПа	Предел прочности при изгибе $\sigma_u$ , МПа	Относительное удлинение $\delta$ %	Относительное сужение $\psi$ %
207	700	470	17	6

### Пункт 1.2 Отработка детали на технологичность

Анализ технологичности, проводим по количественной и качественной оценкам.

Качественная оценка:

- сложная или простая форма детали;
- жесткая или нежесткая деталь;
- доступна ли поверхность для механической обработки;
- имеются ли у детали поверхности, которые легко поддаются обработке универсальными инструментами;

Количественная оценка:

По коэффициенту унификации

$$K_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_{к.э.}}$$

где  $Q_{у.э.}$  - число унифицированных элементов или размеров детали, принадлежащих к унифицированным элементам;

$Q_{к.э.}$  - число конструктивных элементов в детали или размеров характеризующих данную деталь.

Технологичной считается деталь, для которой числовое значение показателя  $K_{у.э.}$  больше 0,6.

Если качества точности размеров большинства поверхностей выше 6-го, то деталь по точности считается не технологичной, если для обработки детали не требуется доводочных операций (суперфиниш, хонингование, притирка, калибрование), то деталь по шероховатости считается технологичной.

Пример

#### Качественная оценка

Деталь относится к классу «Валов». Её поверхность состоит из поверхностей вращения и торцевых поверхностей, не требующих сложной формы заготовки. Деталь простой формы. Для обработки детали не требуется специального приспособления, специальные режущие и измерительные инструменты.

Деталь достаточно прочная и жёсткая (отношение длины детали к диаметру  $\frac{l}{d}$  меньше 12)

Все поверхности для обработки доступны. По качественной оценке деталь может считаться технологичной.

#### Количественная оценка

По коэффициенту унификации

$$K_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_{к.э.}}$$

где  $Q_{у.э.}$  - число унифицированных элементов,  $Q_{у.э.} = 12$ ;  
 $Q_{к.э.}$  - число конструктивных элементов  $Q_{к.э.} = 12$ .

$$K_{у.э.} = \frac{12}{12} = 1$$
$$K_{у.э.} > 0,6$$

Следовательно, по коэффициенту унификации деталь является технологичной.

Самый высокий качество точности размеров детали 6-й, следовательно, по точности деталь также технологична.

Изготовление детали не требует доводочных операций, следовательно, и по шероховатости деталь технологична.

Вывод: на основании качественной и количественной оценок считаем, что деталь технологична.

### **1.3 Выбор и обоснование типа производства**

Тип производства определяется, исходя из количества деталей, подлежащих обработке  $N$ , и массы детали  $m_{дет.}$  Ориентировочные данные для предварительной оценки типа производства приведены в таблице 4. После определения типа производства дать его краткую характеристику.

Таблица 4 - Данные для установления типа производства

Масса детали кг	Количество деталей, подлежащих обработке при производстве				
	един.	мелкосерийном	среднесерийном	крупносерийном	массовом
до 1,0	до 20	10..1500	1500... 75 000	75 000... 200 000	200 000 и более
1,0-2,5	до 10	10...1000	1000... 50 000	50 000... 100 000	100 000 и более
2,5-5,0	до 10	10...500	500... 35 000	35 000... 75 000	75 000 и более
5,0-	до 10	10...300	300... 25 000	25 000... 50 000	50 000 и более
10,0	до 10	10...200	200... 10 000	10 000... 25 000	25 000 и более
10 и более					

Если, согласно таблицы 4, производство массовое, следует определить такт выпуска.

$$\tau_{\text{вып.}} = \frac{\Phi_{\text{раб.}}}{N}$$

$$\tau_{\text{вып.}} = \frac{\Phi_{\text{раб.}}}{N} = \frac{(366 - T_{\text{вых.}} - T_{\text{празд.}}) \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,93 \cdot 0,95 \cdot 60}{N}, \text{ мин.},$$

где  $\Phi_{\text{раб.}}$  – время работы линии в течении года;  
 355 – количество дней в году;  
 $T_{\text{вых.}}$  – субботные и выходные дни – (98);  
 $T_{\text{празд.}}$  - количество праздничных дней в году (44);  
 0,93 - коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт;  
 0,95 - коэффициент, учитывающий регламентированные перерывы;  
 $N$  - годовая программа, шт. ( количество деталей, подлежащих обработке).

Если согласно таблицы 4 производство серийное, следует определить партию запуска деталей.

Ориентировочно величину партии можно вычислить по формуле

$$\eta_{\text{зап.}} = \frac{N}{P_{\text{д}}} \cdot q$$

где  $\eta_{\text{зап.}}$  – величина партии запуска деталей, шт;  
 $N$  - годовой объём выпуска, шт.;  
 $P_{\text{д}}$  – число рабочих дней в году:  $P_{\text{д}} = 365 - T_{\text{вых.}} - T_{\text{празд.}}$   
 $q$  - необходимый запас деталей на складе в днях колеблется в пределах 5..8 дней.

Для мелких и средних деталей  $q$  - 8. Для крупных  $q$  - 5...7.

## 1.4 Выбор и обоснование метода получения заготовки, проектирование заготовки

Выбор заготовки следует производить на основании анализа конфигурации детали, её материала, типа производства, технических требований.

Необходимо описать, какие методы и виды получения заготовок можно применять для изготовления данной детали, и выполнить эскизы двух вариантов заготовок.

Провести обоснование более экономичного варианта заготовки по коэффициенту использования материала ( $K_{и.м.}$ ) и по сравнению стоимости вариантов заготовки ( $C_{заг.}$ ).

Пример.

Деталь относится к классу «Валов». Для изготовления данной детали можно принять следующие два варианта заготовок:

Вариант 1 – горячекатаный прокат обычной точности, круглого сечения;

Вариант 2 – поковка, получаемая на прессе.

Для ориентировочного расчёта массы заготовки принимаем припуски на механическую обработку для проката по максимальному диаметру, для поковки – на каждый диаметр ступени вала одинаковые - 1,5 мм на сторону, т.е. по диаметру - 3 мм.

Припуски на торцевые поверхности или линейные размеры (длины) также примем – 1,5 мм на сторону, 3 на длину.

### 1 вариант - заготовка из проката

Определим объём и массу детали «Вал» согласно эскизу рисунка 1

$$V_{\text{дет.}} = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot \lambda_1 + \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot \lambda_2 + \frac{\pi D_3^2}{4} \cdot \lambda_3$$
$$V_{\text{дет.}} = \frac{3,14 \cdot 3,5^2}{4} \cdot 15,0 + \frac{3,14 \cdot 6,0^2}{4} \cdot 5,0 + \frac{3,14 \cdot 3,8^2}{4} \cdot 3,0 = 319 \text{ см}^3,$$
$$m_{\text{дет.}} = V \cdot \gamma$$

$$m_{\text{дет.}} = 319,54 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 2,5 \text{ кг}$$

где диаметры и длины переведены в сантиметры, т.к.  $\gamma$  - удельный вес железа измеряются в  $\text{кг/см}^3$  и равен  $\gamma = 7,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3$

Определим массу заготовки из проката

$$m_{\text{прок.}} = \frac{\pi D^2}{4} l \cdot \gamma$$
$$m_{\text{прок.}} = \frac{3,14 \cdot 6,3^2}{4} \cdot 23,3 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 5,7 \text{ кг.}$$

Определим  $K_{и.м.}$  по варианту 1

$$K_{и.м.1} = \frac{m_{дет.}}{m_{прок.}}$$

$$K_{и.м.1} = \frac{2,5}{5,7} = 0,4.$$

Определим стоимость заготовки из проката, при стоимости 1 тонны 15 000 руб.

$$C_{прок.} = \frac{C_1 \cdot m_{прок}}{100}$$

$$C_{прок.} = \frac{15000 \cdot 5,7}{1000} = 85,5 \text{ руб.}$$

## 2 вариант – заготовка поковки

Определим объём заготовки поковки.

Согласно эскизу рисунок 2 как сумму трёх цилиндров

$$V_{пок} = \frac{3,14 \cdot 3,8^2}{4} \cdot 15,0 + \frac{3,14 \cdot 6,3^2}{4} \cdot 5,3 + \frac{3,14 \cdot 4,1^2}{4} \cdot 3,0 = 374,8 \text{ см}^3,$$

$$m_{пок} = V_{пок} \cdot \gamma$$

$$m_{пок.} = 374,8 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 2,9 \text{ кг,}$$

$$K_{и.м.2} = \frac{m_{дет.}}{m_{пок.}}$$

$$K_{и.м.2} = \frac{2,5}{2,9} = 0,8,$$

$$C_{пок.} = \frac{C_1 \cdot m_{пок.}}{100}$$

$$C_{пок.} = \frac{15000 \cdot 2,9}{1000} = 43,5 \text{ руб.}$$

Таблица 5 - Сравнительная характеристика вариантов заготовок

Вид заготовки	$K_{и.м.}$	Стоимость заготовки, руб.
Прокат	0,4	85,5
Поковка	0,8	43,5

Вывод: Более экономичным вариантом является заготовка, получаемая методом штамповки.

Далее проектируем поковку с помощью пособия «Проектирование поковок по ГОСТ 7505 -89»

## 1.5 Выбор и обоснование баз

При выборе баз придерживаемся основных принципов базирования заготовки:

- применять основные схемы базирования;
- по возможности совмещать установочную и измерительные базы;
- за основную базу принимать поверхность детали, лишаящую заготовку максимального числа степеней свободы, затем определять остальные базы;
- черновую базу применять только на первой операции;
- в процессе обработки соблюдать принцип постоянства баз, что обеспечивает наименьшую погрешность установки  $E_y$  и наибольшую точность исполняемых размеров поверхностей, их взаимное расположение.

Описать базирование детали на каждой операции согласно маршруту обработки применяя нумерацию поверхностей, указанных в рисунке 1, а также необходимо предварительно наметить маршрут обработки Вашей детали, воспользовавшись типовыми процессами обработки деталей (Приложение 4).

Для выявления схемы базирования заготовки в приспособлении можно воспользоваться таблицей 6.

Таблица 6 - Классификация баз и их проявление при базировании заготовок на установочные элементы (УЭ).

Форма поверхности детали при её установке на УЭ	У.Э.	Типовые схемы базирования	Число отнимаемых степеней свободы	Количество опорных точек
Плоскость	- штыри - пластины - шайбы	Установочная		
Плоскость, наружн.цилин. поверхность	- штыри - пластины - шайбы	Направляющая		
Торец, буртик шпон. паз, отверстие	- штыри - пластины	Опорная		
Наружн. цилин. поверхность	- призма, цанга	Двойная направляющая		
Внутр. цилин. поверхность	- оправка; длин. палец			
Наружн. цилин. поверхность	- призма узкая	Двойная опорная		
Внутр. цилин. поверхность	- короткий палец			
Конич. отверст.	- конич. оправка	Опорно-направляющая		
Конич. нар. пов.	- конич. втулка			

## **Пункт 1.6 Разработка маршрутной технологии обработки детали с выбором оборудования, оснастки и инструмента**

Разработку технологического процесса надлежит вести с учётом типа производства в следующей последовательности: Произвести выбор баз, установить последовательность выполнения операций, выбрать станки, приспособления. Определить режущий, мерительный инструмент.

Для создания маршрута обработки детали целесообразно воспользоваться Приложением 4 «Типовые технологические процессы обработки деталей».

### **Последовательность выполнения операций с выбором станков**

В настоящее время разработаны типовые технологические процессы механической обработки деталей на основе разновидности форм и типа производства.

При выборе станков необходимо учитывать:

- характер производства;
- методы достижения заданной точности при обработке;
- соответствие станков размерам детали;
- возможность оснащения станка высокопроизводительными приспособлениями, режущим инструментом.

В крупносерийном и массовом производстве для токарной обработки валов наиболее распространены одношпиндельные многорезцовые центровые полуавтоматы моделей 1708, 1Б732, 1Н713, 1712, а также станки с программным управлением 1Б732Ф3, 16К20Т, 1713Ф3. Для выполнения шлифовальных работ в серийном производстве, применяют круглошлифовальные станки 3Б153, 3Е153, в крупносерийном и массовом – 3М151Е.

Для выполнения шпоночно-фрезерных операций в серийном и массовом производстве применяют шпоночно-фрезерные станки модели 692М, они обеспечивают высокую точность пазов по ширине и обработку ведут маятниковой подачей двузубыми шпоночными фрезами, которые врезаются на 0,2-0,4 мм и фрезеруют по всей длине, затем опять врезаются на эту же глубину и фрезеруют паз в обратном направлении, и т.д., выполняя необходимое число проходов, чтобы получить требуемую глубину паза.

Маятниковая система подачи. Число проходов будет  $I = \frac{i_{паза}}{i_{фрез}} = \frac{5}{0,4} = 12,5 \approx 13$  проходов т.е.

12 проходов по 0,4 и 1 проход по 0,2 мм.

Для выполнения фрезерных работ в серийном производстве для обработки деталей средней массы целесообразно применить горизонтально- и вертикально фрезерные станки моделей 6Р12, 6Р13, 6Р82Г, 6Р83.

Для выполнения сверлильных операций применяют вертикально-сверлильные станки моделей 6Н125, 6Н135, 6Р135, 6Р135Ф2-1.

Для обработки точных отверстий, шпоночных пазов в деталях типа «Втулка», «Диск» в серийном производстве широко применяют протяжные станки моделей 77Б55, 7Б56.

Для выполнения зубофрезерных операций целесообразно выбрать зубофрезерные станки моделей 53А20, 5К310 зубодолбежный – 5122. Выбор моделей оборудования производить с помощью справочника [1].

### **Выбор приспособлений и измерительных инструментов**

Выбор приспособлений производится в зависимости от вида обработки, типа станка, типа производства, см. литературу [1].[3].[4].[5].

Выбор режущего инструмента зависит от вида станка, метода обработки, материала обрабатываемой детали, требуемой точности и шероховатости поверхностей, типа производства [1] т.2 стр.111-260.

Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида измеряемой поверхности, точности механической обработки поверхностей, типа производства. В серийном, крупносерий-

ном и массовом производстве применяют калибры, шаблоны, автоматические измерительные устройства.

Для простоты и наглядности технологического маршрута обработки вала выполнить таблицу 7 (Образец смотри «Пример»).

Таблица 7 - Технологический маршрут обработки вала

№ опер.	Наименование и содержание операции	Эскиз обработки, технологические базы	Оборудование; ПР;РИ;СИ
1	2	3	4
005	Фрезерно-центровальная. Фрезеровать и центровать торцы 1,2 последовательно	3,7 –двойная направляющая база; 1 –опорная база	МР-76 ПР: Специальное призматическое переналаживаемое РИ: Фреза торцовая (2) Т15К6; сверло центровочное Р6М5. СИ: штангенциркуль ШЦ 125-01
010	Токарная полуавтоматная. Точить поверхность	и т. д.	

### 1.7 Аналитически рассчитать припуски на поверхность

Данный пункт КП на указанный размер по заданию расчёт выполнять по пособию «РАМОП» (Расчётно-аналитический метод определения припусков), где приведены примеры расчётов на «Вал» на «Отверстие» для поковок, отливок. В полном объёме предоставлен справочно-нормативный материал.

### 1.8 Расчёт режимов резания

Аналитически рассчитать режимы резания на операции.....

Расчёт режимов резания на указанные операции выполнить с помощью пособий на расчёты

режимов резания согласно перечню. Каждое пособие содержит примеры расчетов и справочно-нормативный материал, необходимые паспорта станков.

На остальные операции необходимо определить режимы резания справочным методом.

Данный пункт включает обязательное выполнение сводной таблицы маршрута обработки с указанием режимов резания и основного времени. Оформить в виде таблицы 8.

Таблица 8 - Режимы резания на обработку детали

№ Опер	Наименование операций, переходов	Модель станка	Режимы резания, T <sub>o</sub>					
			t мм	L/Д мм	S мм/об	V м/мин	n мин <sup>-1</sup>	T <sub>o</sub> мин
005	Фрезерно-центровальная. Переходы: 1 Фрезеровать торцы 2 Центровать торцы	МР76			мм/мин			
			1,6	-/30	200	251	800	0,15
			0,5	4/4	0,4	1,0	200	0,05
010	и т.д.							
<b>Итого</b>								<b>26,51</b>

## 1.9 Определение норм времени по операциям

Согласно заданию необходимо пронормировать все выполняемые операции при механической обработке детали.

Данный пункт КП можно выполнить с помощью пособий и справочно – нормативной литературы, имеющийся в кабинете.

Результаты нормирования по операциям необходимо свести в таблицу 9 по предложенной форме.

Таблица 9 - Норма времени на изготовление детали

№ Опер.	Наименование операции	Минуты						
		T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>обс</sub>	T <sub>отд</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>в</sub>
005	Фрезерно- центровальная	0,15	0,2	0,01	0,01	0,37	19	0,38
010	и т.д.							
<b>Итого</b>		<b>26,51</b>				<b>39,19</b>		<b>39,64</b>

## 1.10 Конструирование и расчёт режущего инструмента

Данный пункт можно выполнить также с помощью пособий кабинета по технологии машино-строения. Согласно перечню пособий можно подобрать нужные образцы расчётов, в которых предоставлен весь необходимый справочно-нормативный материал.

По расчетным данным подбирается ближайший стандартный инструмент и выполняется чертёж в М1:1 на соответствующем формате.

## 1.11 Расчёт и конструирование мерительного инструмента

Данный пункт выполняется с помощью пособия «Расчёт и конструирование мерителей», где приведены примеры конструирования мерителей с необходимым нормативным материалом.

## 1.12 Оценка технико-экономической эффективности техпроцесса механической обработки

Оценку будем делать по технологическим операциям, на которые производили расчёты по режимам резания, по нормированию и т.д.

1 Коэффициент  $K_{и.м.}$  использования материала заготовки, характеризующий качество спроектированной заготовки, должен быть:

- для массового производства  $K_{и.м.} \geq 0,85$
- в серийном производстве  $K_{и.м.} = 0,7 \div 0,85$
- в единичном производстве  $K_{и.м.}$  до 0,6

В данном проекте имеем  $K_{и.м.} = 0,75$  поковки, что соответствует для серийного производства и говорит о качественном выборе заготовки.

2 Коэффициент  $K_о$  использования станка по основному времени, характеризующий степень механизации и автоматизации процесса обработки и прогрессивности принятой технологической оснастки, а также указывающий потери времени на работы, не входящие в основное время (время на установку, снятие заготовки, время подвода и отвода инструмента и др.)

- для серийного производства

$$K_o = \frac{T_o}{H_g} \geq 0,65$$

➤ для массового производства  $K_o = \frac{T_o}{H_g} > 0,75$

➤ по всему техпроцессу  $K_{o. \text{среднее}} = \frac{\Sigma T_o}{\Sigma H_g}$

Необходимо стремиться, чтобы этот коэффициент был возможно ближе к единице, он показывает более эффективное использования машины

В данном процессе КП имеем коэффициент использования станка по данным п.1.9. ПЗ.

➤ на токарной операции

$$K_{o. \text{токар.}} = \frac{T_o}{H_g} = \frac{2,76}{3,89} = 0,71$$

➤ на фрезерной операции

$$K_{o. \text{фрез.}} = \frac{T_o}{H_g} = \frac{17,5}{26,55} = 0,66$$

➤ по всему техпроцессу

$$K_{o. \text{ср.}} = \frac{\Sigma T_o}{\Sigma H_g} = \frac{26,51}{39,64} = 0,67,$$

что не менее 0,65 а значит , станки используются эффективно.

3 Коэффициент  $K_y$  использования режущих способностей инструмента должен быть

$$K_y = \frac{V_q}{V_p} = 0,8 \div 1,1$$

где  $V_q$  – действительная скорость резания ( с учётом паспортных данных станка), м/мин  
 $V_p$  – расчётная скорость резания (или нормативная, с учётом поправочных коэффициентов на изменённые условия работы), м/мин.

При расчётах режимов резания по данным пункта 1.8.ПЗ имеем

➤ на токарной операции

$$K_{y. \text{токар.}} = \frac{38,9}{41,2} = 0,94$$

➤ на фрезерной операции

$$K_{y. \text{фрез.}} = \frac{21,47}{18,8} = 1,1$$

следовательно, режущий инструмент на данных операциях используется эффективно, с максимальной возможностью использования его режущих способностей.

#### 4 Коэффициент использования станков по мощности

$$K_N = \frac{N_p}{N_{pc}},$$

где  $N_p$  – потребная, расчётная мощность резания для данной операции, кВт.  
 $N_c$  – мощность электродвигателя, установленного на станке (паспортная).  
При  $K_N < 0.5$  необходимо заменить модель станка на менее мощную.  
➤ на токарной операции

$$K_{N, \text{ток.}} = \frac{14,8}{18,5} = 0,8 > 0.5$$

удовлетворяет условию.  
➤ на фрезерной операции

$$K_{y, \text{фрез.}} = \frac{0,13}{7,5} = 0,02 < 0,5$$

не удовлетворяет, но замену станка производить не следует, так как он будет догружен обработкой других деталей, где потребуется более высокая мощность резания.

**Вывод:** На основании проведённого анализа спроектированный технологический процесс обработки вала соответствует современным требованиям по степени механизации, по использованию режущего инструмента, по загрузке оборудования, т.е. является эффективным.

#### 5 Комплект технологической документации

В конце пояснительной записки располагается комплект технологических документов. Разработка технологического процесса обработки заданной детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса, который включает:

- Титульный лист «Комплект документов»;
- Маршрутные карты МК по ГОСТ 3.1118 - 82 формы 1, 1б;
- Карты эскизов КЭ по ГОСТ 3.1105 – 84 форма 7;
- Операционные карты ОК по ГОСТ 1404 - 86 формы 3,2а.

Разъяснения по заполнению карт и примеры оформления МК, ОК, КЭ предоставлены в пособии «Оформление технологической документации по технологии машиностроения».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник технолога-машиностроителя т т 1,2. А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. Москва «Машиностроение» 2002.
2. Марочник сталей и сплавов. В.Г. Сорокин Москва. «Машиностроение» 1989.
3. Справочник металлиста. П.Н. Орлов, Е.А. Скороходов, Москва «Машиностроение» 1986.
4. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник А.К. Горошкин. Москва «Машиностроение» 1979.
5. Технологическая оснастка. Вопросы и ответы. Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. Москва «Машиностроение» 2007.
6. Справочник инструментальщика. Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов. Москва «Машиностроение»2007.
- 7 Справочник токаря универсала. М.Г. Шеметов, В.Ф. Безъязычный. Москва «Машиностроение»2007.
8. Шлифовальные работы. С.А. Попов. Москва «Высшая школа» 1987.
9. Фрезерные и зубофрезерные работы. Ф.А. Барбашов, Б.Н. Сильвестров Москва «Высшая школа» 1983.
10. Технологическая оснастка. Б.И. Черпаков. Москва. Академия. 2003.
11. Технология изготовления зубчатых колёс.А.С. Калашников Москва «Машиностроение» 2004.
12. Комплект методических пособий по выполнению курсового проекта. Т.И. Савосина. ПИ (филиал) ДГТУ 2017.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге**

Одобрено цикловой  
методической комиссией  
«Технология машиностроения»  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Председатель ЦМК С.И. Иванов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г

Утверждаю  
Зам. директора по УМР  
\_\_\_\_\_ Д.И. Стратан  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г

**Задание № \_\_\_\_\_**  
на курсовое проектирование  
по ПМ.01. МДК 01.01. Технологические процессы изготовления деталей машин.

Студента (ки) \_\_\_\_\_  
(Фамилия имя отчество)

Тема \_\_\_\_\_

Исходные данные \_\_\_\_\_

Содержание проекта

**1. Пояснительная записка объём (20...30 листов А4)**

Введение.

- 1.1 Описание конструкции и назначение детали.
- 1.2. Отработка детали на технологичность.
- 1.3. Выбор и обоснование типа производства.
- 1.4. Выбор и обоснование метода получения заготовки, проектирование заготовки.
- 1.5. Выбор и обоснование баз.
- 1.6. Разработка маршрутной технологии обработки детали с выбором оборудования, оснастки и инструмента.
- 1.7. Аналитически рассчитать припуски на поверхность \_\_\_\_\_.
- 1.8. Расчёт режимов резания. Аналитически рассчитать режимы резания на операции:  
\_\_\_\_\_
- 1.9. Определение норм времени по операциям.
- 1.10. Конструирование и расчёт режущего инструмента: \_\_\_\_\_
- 1.11. Конструирование и расчёт мерительного инструмента: \_\_\_\_\_

**2. Графическая часть (Объём 1,5...2 листа А4)**

- 2.1. Рабочий чертёж детали \_\_\_\_\_
- 2.2. Рабочий чертёж заготовки \_\_\_\_\_
- 2.3. Чертёжи наладок на операции \_\_\_\_\_
- 2.4. Расчётно-технологические карты при обработке на станках с ЧПУ \_\_\_\_\_
- 2.5. Рабочие чертежи режущего и мерительного инструментов: \_\_\_\_\_

**3. Комплект технической документации**

- 3.1. Титульный лист.
- 3.2. Маршрутные карты технологического процесса.
- 3.3. Операционные карты технологического процесса на операции \_\_\_\_\_
- 3.4. Карты эскизов на операции \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Срок исполнения проекта \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

Руководитель проекта \_\_\_\_\_

Т.И. Савосина

