

**Г. П. Кремнев, Ф. В. Новиков, В. М. Колесник**

**ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

*Учебное пособие*

**2017**

**Г. П. Кремнев, Ф. В. Новиков, В. М. Колесник**

**ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

*Учебное пособие*

Днепр

ЛИРА

**2017**

УДК 075.8  
ББК 873  
К 79

Рецензенты:

- А. А. Андилахай,** докт. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой “Технология машиностроения” ГВУЗ “Приазовский государственный технический университет”, г. Мариуполь;
- В. В. Коломиец,** докт. техн. наук, профессор кафедры “Теоретическая механика и детали машин” Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени Петра Василенко;
- В. В. Нежебовский,** канд. техн. наук, заместитель главного инженера ПАО “Свет шахтера”, г. Харьков

*Рекомендовано к печати ученым советом  
Института промышленных технологий, дизайна и менеджмента (ИПТДМ)  
при Одесском национальном политехническом университете  
Протокол №4 от 19 апреля 2017 г.*

**Кремнев Г. П.**

- К 79 Типовые технологические процессы механической обработки деталей машин: Учебное пособие / Г. П. Кремнев, Ф. В. Новиков, В. М. Колесник. – Д.: ЛИРА, 2017. – 252 с.  
ISBN 978-966-383-871-7

В учебном пособии рассмотрены вопросы выбора и проектирования типовых технологических процессов широко применяемых деталей машин – валов, втулок, шкивов, дисков, крышек и зубчатых колес в условиях среднесерийного и крупносерийного их производства.

Пособие должно дать бакалавру необходимую информационную базу для подготовки к выпускной работе бакалавра, сконцентрировав внимание его на структуре типовых процессов разных деталей и обоснованию выбора из нескольких вариантов главных операций обработки по техническим и экономическим показателям. Приведено справочное приложение.

Учебное пособие предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов III и IV уровня аккредитации машиностроительного профиля.

**УДК 075.8  
ББК 873**

**ISBN 978-966-383-871-7**

© Кремнев Г. П.,  
Новиков Ф. В.,  
Колесник В. М., 2017  
© ЛИРА, 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие «Типовые технологические процессы механической обработки деталей машин» разработано для бакалавров «Инженерная механика» и «Прикладная механика», предназначено для подготовки ими выпускной работы (дипломного проекта) по специальности и формирования у студентов цельного представления технологического процесса наиболее широко применяемых в машиностроении деталей – валов, втулок, крышек, фланцев, шкивов и зубчатых колес, что в дальнейшем позволит использовать этот учебный материал для реального проектирования.

Учебное пособие можно использовать при подготовке специалистов и магистров в части курсового проектирования по курсам технологии машиностроения, технологии станкостроения и другим технологическим курсам, а также при выполнении дипломных проектов специалистов и выпускных работ магистров технологического профиля.

Структура пособия построена на получение студентом информации по общим вопросам типовых технологий: обработке типовых поверхностей и выборе рационального метода их обработки; типовом процессе механической обработки детали, его структуре и составляющих компонентах и анализе этой информации; типовой операции процесса обработки, составе установок, переходах и анализе этого состава; методам достижения точности и шероховатости поверхностей при механической обработке; технико-экономическом анализе выбора варианта операции, процесса, оборудования и др. В этом же разделе приведена информация о документации технологических процессов – маршрутных и операционных картах (МК и ОК), которые используют на машиностроительных предприятиях.

В результате, получив задание на проектирование, а, если оно реальное, то и получив чертежи деталей и заводские технологические процессы, студент смог бы провести анализ этой информации и при измененных входных условиях проектирования обосновать правильный выбор путей выполнения задания.

Во второй части учебного пособия рассмотрены типовые технологические процессы механической обработки ступенчатых валов, втулок, крышек, шкивов, дисков и зубчатых колес, которые могут быть использованы в качестве задания на проектирование при отсутствии реального задания. Эти чертежи взяты из «Атласов деталей машин», как составные части редукторов,

коробок скоростей и передач, опор и других механизмов. Так как типовые технологические процессы обычно многовариантны, особенно при различной точности и качестве поверхности деталей, то в учебном пособии приведены сравнительные расчетные задания по выбору рационального метода обработки наружных и внутренних цилиндрических поверхностей, плоских поверхностей и зубьев колес.

Например, приведено сравнение методов обработки наружных цилиндрических поверхностей на токарно-копировальных и токарно-револьверных станках, токарно-копировальных и многорезцовых станках, токарно-револьверных и многорезцовых станках. Произведен выбор методов черновой и чистовой обработки зубьев эвольвентных прямозубых зубчатых колес 7 степени точности. Произведена разработка типовых технологических процессов изготовления конических зубчатых колес 8 степени точности насадных и червячных зубчатых колес насадных.

Каждая работа имеет цифровой расчет реального объекта, и данные расчета могут быть студентом включены в состав проекта.

Типовые технологические процессы основных деталей приведены на так называемых слепышах, т.е. без указания размеров деталей, марок станков, приспособлений и других средств. Их студент выбирает в ходе проектирования и вписывает в итоговую документацию проекта.

Для более реалистичного взгляда на маршрутно-операционный типовой процесс в Приложении А приведены 25 технологических процессов реальных объектов, изготавливаемых в серийном производстве.

Все цифровые технико-экономические оценки приведены в учебных целях, как сопоставленные на дату 01.01.2014 г. (курс 8 грн = 1\$), и не могут быть использованы как справочные данные в более поздние сроки.

Авторы предполагают, что это учебное пособие может быть полезно студентам ВУЗов III и IV уровня аккредитации машиностроительных специальностей всех форм обучения.

# **1. Охрана труда и техника безопасности при выполнении работ**

**1.1.** Занятия в группе студентов могут быть проведены только при 100 % инструктаже всех студентов. Без такого инструктажа студент к занятиям не допускается.

## **1.2. Общие требования**

До начала работы студенты должны:

1.2.1. Ознакомиться с правилами по технике безопасности, пройти инструктаж и расписаться в журнале по ОТ и ТБ.

1.2.2. Ознакомиться с заданием и лабораторным оборудованием, на котором предстоит выполнять работу.

1.2.3. Категорически запрещается включать и выключать оборудование, на котором не выполняется данная лабораторная работа.

1.2.4. Нельзя прикасаться к электрооборудованию, клеммам, электропроводам, арматуре общего освещения и открывать дверцы электрошкафов.

1.2.5. Запрещается без разрешения преподавателя начинать выполнение работы.

1.2.6. Запрещается работать в лаборатории одному. Обязательное присутствие второго лица необходимо для оказания помощи работающему при несчастном случае.

1.2.7. При несчастном случае необходимо выключить оборудование, немедленно оказать первую помощь пострадавшему, известить преподавателя и отправить пострадавшего в поликлинику.

1.2.8. После окончания работы необходимо обесточить станок и привести рабочее место в порядок.

**1.3. Специальные требования при работе на металлорежущем оборудовании и сборочно-разборочных стендах.**

1.3.1. Привести в порядок рабочую одежду: застегнуть рукава халата, надеть головной убор во избежание захвата одежды и волос вращающимися частями станка.

1.3.2. Проверить наличие на станке ограждений, заземления и их исправность.

1.3.3. Осмотреть и проверить исправность вспомогательного и режущего инструмента. Гаечные и патронные ключи должны точно соответствовать размерам гаек и головок болтов.

1.3.4. Проверить действие и исправность блокирующих и сигнализирующих устройств станции управления станками.

1.3.5. При помощи кнопок и переключателей станка и устройств ЧПУ проверить четкость срабатывания магнитных пускателей и реле.

1.3.6. Установить заготовку и режущий инструмент.

1.3.7. Перед осуществлением сборочно-разборочных работ проверить прочность крепления сборочной единицы в приспособлении или в тисках.

1.3.8. Разрешается работать только исправным инструментом. Молоток должен быть прочно насажен на рукоятку и расклинен завершенным клином.

1.3.9. В случае заедания гайки нельзя бить молотком по ключу, а также наращивать ключ другим ключом или трубой.

Во время работы необходимо:

1.3.10. Следить за тем, чтобы все вращающиеся части станка были ограждены кожухами, экранами и другими защитными устройствами.

1.3.11. Пользоваться защитными очками.

1.3.12. Не удалять стружку руками.

1.3.13. Не проводить измерение детали на ходу станка.

1.3.14. Работать на станках только под руководством лаборанта.

После окончания работы необходимо:

1.3.15. Выключить станок или другое лабораторное оборудование, отключить подачу электроэнергии.

1.3.16. Привести в порядок рабочее место: очистить станок от стружки и смазать его, протереть приспособление и инструменты, разложить их по своим местам. Сдать рабочее место преподавателю или лаборанту.

## 2. Общие вопросы типовых технологий

### 2.1. Методы достижения точности и шероховатости поверхностей при механической обработке

**Цель работы** – ознакомить студента с некоторыми вариантами достижения точности и шероховатости поверхности при механической обработке и научить выбирать их в соответствии с заданием.

#### 1. Общие сведения

Известно, что многообразие деталей машин строится на том, что любая конструкция детали состоит из набора поверхностей, которые могут многократно повторяться, иметь различное происхождение, выполняемые функции, отличаться точностью и параметрами качества.

По происхождению поверхности могут быть: наружными цилиндрическими (индекс 1), внутренними цилиндрическими – отверстиями (2), наружными коническими (3), внутренними коническими (4), плоскими (5), резьбовыми (6), фасонными (7).

Из теории резания известно, что получить эти поверхности можно путем перемещения прямой по определенным траекториям, например, наружный цилиндр получают путем вращения на  $360^\circ$  одной прямой по отношению к неподвижной другой прямой так, чтобы масса находилась внутри полученного цилиндра и т. д.

По функциям поверхности разделяют на исполнительные, основные, вспомогательные и свободные.

По точности поверхности могут быть грубыми, если допуски их лежат в пределах IT14 – IT12, нормальными, если допуски их лежат в пределах IT12 – IT9, точными, если допуски их лежат в пределах IT8 – IT6, особо точными, если допуски их меньше IT6.

Основное количество поверхностей деталей (до 75 %) изготавливается с точностью IT10 – IT14 и лишь 25 % поверхностей деталей изготавливается с более высокой точностью.

Кроме номинальной точности, т.е. допуска поверхности, эта поверхность может быть связана по точности с другими поверхностями (по параллельности, перпендикулярности, соосности, биению и др.). На чертежах эти связи обозначают следующим образом:

$\nearrow | 0,1 | A |$  – биение поверхности, к которой направлена стрелка, по отношению к базовой A не более 0,1 мм;



$\parallel 0,1 | A |$  – отклонение от параллельности;  
 $\perp 0,1 | A |$  – отклонение от перпендикулярности;  
 $\equiv 0,12 | A |$  – отклонение от симметричности.

Может быть сделано и словесное обозначение таких связей в технических условиях (ТУ) чертежа, например: 1. Биение поверхности Б по отношению к базовой А не более 0,1 мм.

По показателям качества (чаще всего под этими показателями имеется в виду шероховатость) поверхности могут быть с грубой шероховатостью  $Ra > 5 - 10$  мкм, нормальной шероховатостью  $Ra 1,25 - 5$  мкм и малой шероховатостью  $Ra$  менее 1,25 мкм.

Если на чертеже приведено значение шероховатости поверхности  $Rz$ , мкм, то с известной долей ошибки можно считать, что справедливо соотношение  $4 \cdot Ra = Rz$  и поэтому пользоваться этим переводом параметра шероховатости поверхности  $Ra$  в параметр шероховатости поверхности  $Rz$  можно лишь для сравнительной оценки.

При нормальных требованиях к точности и качеству поверхности допуск IT и шероховатость поверхности  $Ra$  должны находиться в соответствии (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Связь точности и шероховатости поверхности

Переход			
Окончательный		Предшествующий	
Квалитет точности	Шероховатость	Квалитет точности	Шероховатость
	$Ra$ , мкм		$Ra$ , мкм
5	0,16	8	0,63
6	0,32	11	1,25
8	1,25	13	2,5
8	0,63	13	5
11 – 13	4 – 5	14 – 16	10
11 – 14	10	14 – 16	20

В табл. 2.2 – табл. 2.6 приведены справочные данные экономически оправданной точности и шероховатости поверхности определенного происхождения. Экономически оправданной точностью и качеством поверхности считают такие поверхности, которые можно изготовить с минимальными затратами.

Таблица 2.2

Экономическая точность и шероховатость внешних  
цилиндрических поверхностей при разных методах  
обработки поверхности (МОП)

№ п/п	Переход МОП	Квалитет точности (ГОСТ 25347-89)	Шероховатость поверхности $Ra$ , мкм (ГОСТ 2789-89)
1	2	3	4
1	Обтачивание одноразовое	12	10 – 5
2	Тоже предварительное Тоже чистовое	11 – 10	5 – 2,5
3	Тоже одноразовое Шлифование одноразовое	10 – 9	2,5 – 0,63
4	Обтачивание предварительное Тоже чистовое Шлифование одноразовое	9 – 7	1,25 – 0,63
5	Обтачивание предварительное Тоже чистовое Тоже тонкое	8 – 7	0,63 – 0,32
6	Обтачивание одноразовое Шлифование предварительное Тоже чистовое	8 – 6	0,63 – 0,32
7	Обтачивание предварительное Тоже чистовое Шлифование предварительное Тоже чистовое	6	0,63 – 0,32
8	Обтачивание предварительное Тоже чистовое Шлифование предварительное Тоже тонкое	7 – 5	0,32 – 0,16
9	Обтачивание предварительное Тоже чистовое Шлифование предварительное Тоже чистовое Тоже тонкое	5	0,32 – 0,08

Таблица 2.3

**Экономическая точность и шероховатость внутренних  
цилиндрических поверхностей при разных МОП**

№ п/п	Переход МОП	Квалитет точности (ГОСТ 25347–89)	Шероховатость поверхности <i>Ra</i> , мкм (ГОСТ 2789–89)
1	2	3	4
<b>В сплошном материале</b>			
1	Сверление	12	40 – 20
2	Сверление и зенкерование	11	10 – 2,5
3	Сверление и развертывание	9	5 – 1,25
4	Сверление и протягивание	9	2,5 – 0,32
5	Сверление, зенкерование и развертывание	9	2,5 – 0,63
6	Сверление и двукратное раз- вертывание	8 – 7	2,5 – 0,32
7	Сверление, зенкерование и двукратное развертывание	8 – 7	1,25 – 0,32
8	Сверление, зенкерование и шлифование	8 – 7	1,25 – 0,32
9	Сверление, протягивание и калибрование	8 – 7	1,25 – 0,32
<b>В предварительно сформированном отверстии</b>			
1	Зенкерование или растачива- ние	12	10 – 2,5
2	Рассверливание	12	40 – 5
3	Двукратное зенкерование или двукратное растачивание	11	20 – 5
4	Зенкерование или растачива- ние и развертывание	9	5 – 1,25
5	Зенкерование и растачивание	9	10 – 1,25
6	Двукратное зенкерование и развертывание или двукрат- ное растачивание и развер- тывание	9	2,5 – 0,63
7	Зенкерование или растачива- ние и двукратное разверты- вание	8 – 7	1,25 – 0,16
8	Зенкерование или двукратное растачивание и двукратное развертывание или тонкое растачивание	8 – 7	1,25 – 0,16

1	2	3	4
9	Прогрессивное протягивание и шлифование	8 – 7	0,32 – 0,04
10	Зенкерование или двукратное растачивание и хонингование	8 – 7	0,32 – 0,04
11	Зенкерование и растачивание, тонкое растачивание и хонингование	8 – 7	0,16 – 0,02

Таблица 2.4

Экономическая точность и шероховатость плоских поверхностей при различных МОП

№ п/п	Переход МОП	Квалитет точности (ГОСТ 25347–89)	Шероховатость поверхности $Ra$ , мкм (ГОСТ 2789–89)
1	2	3	4
1	Строгание или фрезерование цилиндрическими и торцевыми фрезами:		
	– черновое	14 – 11	20 – 1,25
	– получистовое и одноразовое	12 – 11	5 – 1,25
	– чистовое	10	2,5 – 0,63
	– тонкое	9 – 7	2,5 – 0,16
2	Протягивание:		
	– черных, литых и штампованных поверхностей	11 – 10	5 – 0,63
	– чистовое	9 – 7	2,5 – 0,32
3	Шлифование:		
	– одноразовое	9 – 8	2,5 – 0,16
	– предварительное	9	2,5 – 0,32
	– чистовое	8	0,63 – 0,08
	– тонкое	7	0,32 – 0,04

Примечание:

1. Сведения в таблице имеют отношение к обработке жестких деталей габаритами не более 1000 мм при базировании по чисто обработанной поверхности и использовании ее в качестве измерительной базы.

2. Тонкое фрезерование выполняют только торцевыми фрезами.

Таблица 2.5

## Экономическая точность и шероховатость резьбовых поверхностей

№ п/п	Переход МОП	Поле допуска для резьбы (ГОСТ 16093–89)		Шероховатость поверхности $R_a$ , мкм (ГОСТ 2789–89)
		наружных	внутренних	
1	2	3	4	5
1	Круглыми плашками	8g	—	20 – 5
2	Метчиками	—	6H	10 – 2,5
3	Фрезерование: – дисковыми фрезами	6g	—	10 – 1,25
	– гребенчатыми фрезами	6g	—	10 – 2,5
4	Точение: – резцами	4h	4H;5H	5 – 0,63
	– гребенками	6g	—	10 – 0,63
	– вихревым методом	6g	6H	5 – 1,25
5	Самораскрывающимися го- ловками	4h	—	10 – 1,25
6	Накатывание: – плоскими плашками	6g	—	1,25 – 0,32
	– резьбонакатными роликами	4g– 6g	—	1,25 – 0,16

Таблица 2.6

Экономическая точность и шероховатость поверхности зубьев  
зубчатых колес

№ п/п	Переход МОП	Степень точности (ГОСТ 1643–89)	Шероховатость поверхности $R_a$ , мкм (ГОСТ 2789 – 89)
1	Фрезерование: – предварительное	9 – 10	20 – 2,5
	– чистовое дисковыми фрезами	8 – 9	10 – 5
	– чистовое червячными фрезами	7 – 8	10 – 5
2	Долбление чистовое	6 – 8	5 – 0,63
3	Строгание чистовое	5 – 7	3, 5 – 0,63
4	Протягивание	6 – 7	5 – 0,63
5	Шевингование	6 – 7	2,5 – 0,32
6	Шлифование	4 – 5	1,25 – 0,16

## 2. Порядок выполнения работы

**2.1.** Каждый студент на предыдущих занятиях проводил технологический анализ чертежа детали (индивидуальное задание студенту) и анализ технологичности детали, для чего была проведена нумерация поверхностей и составлена таблица, в которой последняя колонка (метод обработки) была оставлена резервной. Эту колонку следует разделить на две части – код поверхности и вариант методов обработки поверхности (МОП) и, пользуясь табл. 2.2 – табл. 2.6, заполнить информацией.

На примере поверхностей детали – шестерня КК 002. 087. 007 (рис. 2.1) показано несколько шагов работы по заполнению рабочей табл. 2.7.

Таблица 2.7

Рабочая таблица

№ п/п	Номер поверхности	Характеристика		Методы обработки	
		кавалитет	Ra, мкм	код	состав МОП
1	∅62h10	h10	10	1	Точение черновое Точение чистовое
4	∅ 36h10	h10	2,5	5	_____”_____
5	∅ 36h10	h10	2,5	5	_____”_____
9– 51	m = 2 мм	7в	1,25	7	Долбление черновое и чистовое
52	∅ 28h7	h7	0,63	2	Зенкерование двукратное, развертывание

В табл. 2.4 приведен другой набор МОП обработки плоских поверхностей, предполагая, что наружный контур и торцы могут быть обработаны на токарных станках. На чертеже детали наличие связанных по точности поверхностей приводит к таким технологическим рекомендациям:

1. Обработку поверхности ведут на базе заданной поверхности, например,  $\left| \nearrow \left| 0,05 \right| A \right|$  – это реализуется путем обтачивания поверхности (4) на технологической базе – отверстию ∅28h7 – (52).

2. Обе связанные поверхности обрабатывают одновременно с одной установки одним МОП, т.е. в примере п. 1 плоскую поверхность (4) и отверстие (52) можно обработать методом точения и растачивания с одной установки.

В табл. 2.2 – табл. 2.6 на один вариант точности и шероховатости поверхности одного кода может быть несколько наборов МОП, поэтому при выборе МОП для одного кода поверхностей желательно его повторять для унификации операций. С учетом этих рекомендаций следует проанализиро-

вать записи в табл. 2.7 и внести, если это необходимо, внести некоторые коррективы. После заполнения информацией табл. 2.7 порядок работы следующий.

**2.2.** Следует записать код детали по набору поверхностей: 1 – 1 ... 2 – 2 ... 3 – 3 ... 4 – 4 ... 5 – 5 ... 6 – 6 ... 7 – 7. В рассматриваемой детали – шестерня – кода 6 нет, а поверхность кода 7 будет повторена 34 раза (имеется 34 зуба колеса).

### **3. Содержание отчета**

**3.1.** Заданием студенту является чертеж детали средней сложности на 25 – 50 поверхностей с наличием одной или нескольких точных поверхностей по h6 – h8.

**3.2.** В отчете студент приводит: код детали, заполненную информацией табл. 2.7 и вывод о сложности или простоте изготовления детали.

### **4. Литература**

#### **5. Вопросы для самоконтроля:**

**5.1. Какие поверхности, из приведенных ниже, выполняют какие-то функции**

- габаритные;
- исполнительные;
- переходные;
- наружные;
- внутренние.

**5.2. Если деталь присоединяется к другой детали (так называемая конструкторская база), то по какой поверхности**

- основной;
- габаритной;
- наружной;
- внутренней;
- боковой.

**5.3. Влияет ли точность поверхности на количество выполняемых МОП**

- нет;
- влияет;
- они не связаны;
- влияют другие факторы;
- науке это не известно.

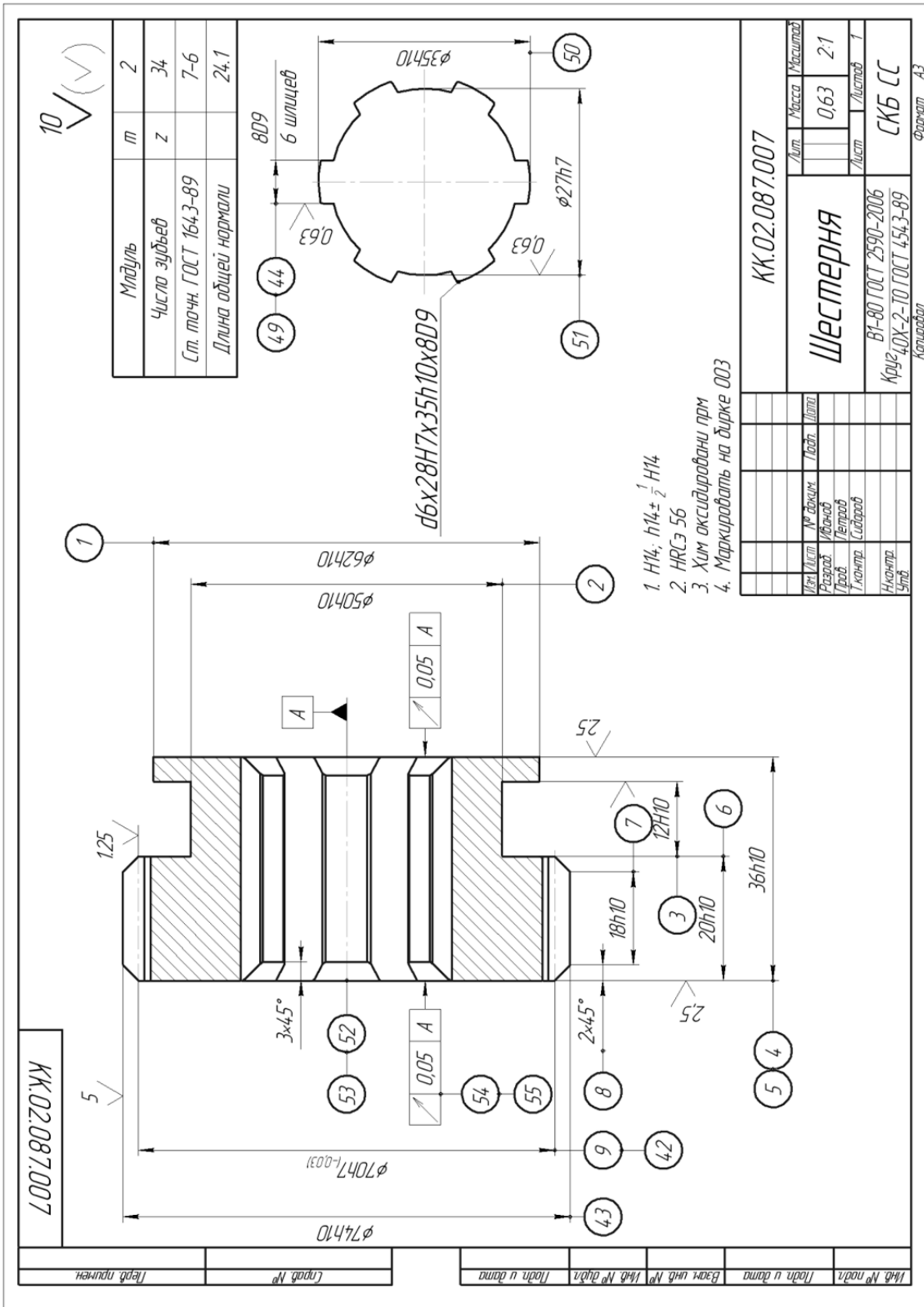


Рис. 2.1. Чертеж шестерни



## **2.2. Анализ заводского технологического процесса механической обработки типовой детали**

**Цель работы** – ознакомить студента с основной технологической информацией и документацией действующего предприятия и научить умению вести анализ документов.

### **1. Общие сведения**

В условиях серийного или крупносерийного производства машин и их деталей на предприятиях постоянно возникает необходимость в модернизации, усовершенствовании или даже замене конструкций деталей и сборочных единиц и, следовательно, в изменении не только конструкторской, но и технологической документации. Так как изменения в технологической документации затрагивают очень большой пласт материальных объектов (станков или машин, приспособлений, инструментов и др.), то перед этой работой необходимо проанализировать действующую технологическую документацию. Основным документом технолога на предприятии является маршрутная карта (МК), поэтому ее анализу посвящена эта работа.

Для анализа необходимы исходные материалы и некоторые данные из действующего производства. К ним относят: рабочий чертеж детали, чертеж сборочной единицы, на котором видна рассматриваемая деталь и сопрягаемые детали, чертеж исходной заготовки, технологический процесс на МК, данные об объеме выпуска деталей в год.

Анализ проводится в следующем порядке.

**1.1** Изучение рабочего чертежа с целью установления наименования детали, ее обозначения по ГОСТ 2.201–89 ЕСКД «Обозначение изделий в конструкторских документах», номера чертежа; краткое описание конструкции детали, ее материала (с указанием ГОСТа), термообработки и достигаемых результатов по твердости (HRC; HB); наличия и характера технических требований, влияющих на механическую обработку; установления технологического кода, характеристики по жесткости, прочности, точности, шероховатости, трудоемкости.

**1.2** Выявление конструкторских баз детали как основных, так и вспомогательных, по сборочному чертежу или общему виду сборочной единицы, в которую входит рассматриваемая деталь. Это можно выполнить и по рабочему чертежу детали, ориентируясь на расстановку размеров, их точность и поля допусков, а также по функциональному назначению поверхностей детали.

**1.3** Подробное изучение чертежа исходной заготовки с целью установления ее вида и способа изготовления, соответствия ее ГОСТу, класса точности заготовки, наличия на ее поверхностях уклонов, заусенцев, напусков и др., величины общих припусков на основных поверхностях. Важно обратить внимание на массу исходной заготовки, определить коэффициент использования материала и дать заключение о правильности выбора вида заготовки. Следует также предложить возможные перспективные виды получения исходной заготовки для рассматриваемой детали.

**1.4** Рассмотрение и анализ плана технологического процесса механической обработки детали производится по МК.

Анализ технологического процесса (ТП) по характерным чертам:

- по числу охватываемых изделий – типовой или единичный;
- по назначению – рабочий или перспективный;
- по документации – маршрутно-операционный, операционный или маршрутный.

Структура технологического процесса. Общее число операций в ТП, в том числе станочных, слесарных, термических, контрольных, моечных и др.

Показатели трудоемкости изделия:

- суммарное штучное время  $\sum T_{шт}$ ;
- суммарное штучно-калькуляционное время  $\sum T_{шт.к.} = \sum T_{шт.} + \sum T_{пз.шт.}$ .

**1.5** Технологические базы в механообрабатывающих операциях.

Поверхности, принятые в качестве черновой технологической базы, и правильность их выбора (сколько раз используется и др.).

Поверхности, выбранные в качестве чистовых баз, соблюдение принципов совмещения баз, постоянство баз.

**1.6** Наименование, главная цель и содержание технологических операций.

**1.7** Выявление принципов, положенных в основу установления последовательности операций.

**1.8** Основные показатели технологического процесса (вид технологического процесса по соблюдению принципов концентрации и дифференциации).

**1.9** Оформление титульного листа и маршрутной карты. Формы МК, используемые в этом технологическом процессе; замечания по их оформлению, правильность нумерации операции и операционных документов в маршрутной карте.

## 2. Порядок выполнения работы

Перед началом работы каждый студент получает у преподавателя задание: чертеж детали, чертеж сборочной единицы (по потребности), маршрутный технологический процесс конкретного завода на МК и годовую программу  $N$  шт./год. На примере одной из деталей приведен пример ее выполнения. На рис. 2.2 приведен объект – зубчатое колесо – часть механизма коробки передач станка.

**2.1 Деталь** – зубчатое колесо (конструкторский код АБВГ.406121.006) – представляет собой монолитное зубчатое цилиндрическое колесо с наружными прямыми зубьями, с центральным сквозным отверстием, круглым в поперечном сечении, без ступицы. Материал – сталь 40Х ГОСТ 4543–89. Масса детали 7,5 кг. Наружный диаметр колеса  $d=180h11$  мм, ширина  $b=50h12$  мм, отверстие  $D=80H7$  (размер высокой точности и с малой шероховатостью  $Ra = 0,4$  мкм). Шероховатость наружной поверхности  $Ra=5$  мкм, торцов  $Ra = 1,6$  мкм и 3,2 мкм. Технологический код – А35114.2442240В.

Зубья эвольвентные  $m = 2,5$  мм,  $z = 70$ , шероховатость их рабочих поверхностей  $Ra = 1,6$  мкм. Зубья закалены до твердости 51,3 ... 55,2 HRC<sub>3</sub>. Степень точности зубьев 8–7–7–8 по ГОСТ 1463–89.

В отверстии имеется шпоночный паз шириной 20H8. Имеются допуски, ограничивающие радиальные биения зубьев, торцовое биение торцов и другие параметры.

Общая твердость металла 230 ... 285 НВ достигается на исходной заготовке закалкой с высоким отпуском (улучшением), проведенным до механической обработки.

Деталь технологична. Наиболее сложными элементами детали являются зубья высокой точности и точное отверстие, требующее многократной механической обработки.

Рассмотрение фрагмента общего вида сборочной единицы позволяет установить конструкторскую базу детали.

В данном случае основной конструкторской базой являются поверхности: отверстие  $\varnothing 80H7$ , один из торцов и шпоночный паз  $b=20H8$ ; а вспомогательной – рабочие поверхности зубьев, которыми шестерня входит в зацепление с другим зубчатым колесом. В качестве исходной заготовки для рассматриваемой детали выбрана поковка штампованная  $d_0 = 186,6$  мм,  $B_0 = 55,6$  мм с отверстием  $D_0 = 75$  мм (рис. 2.3).

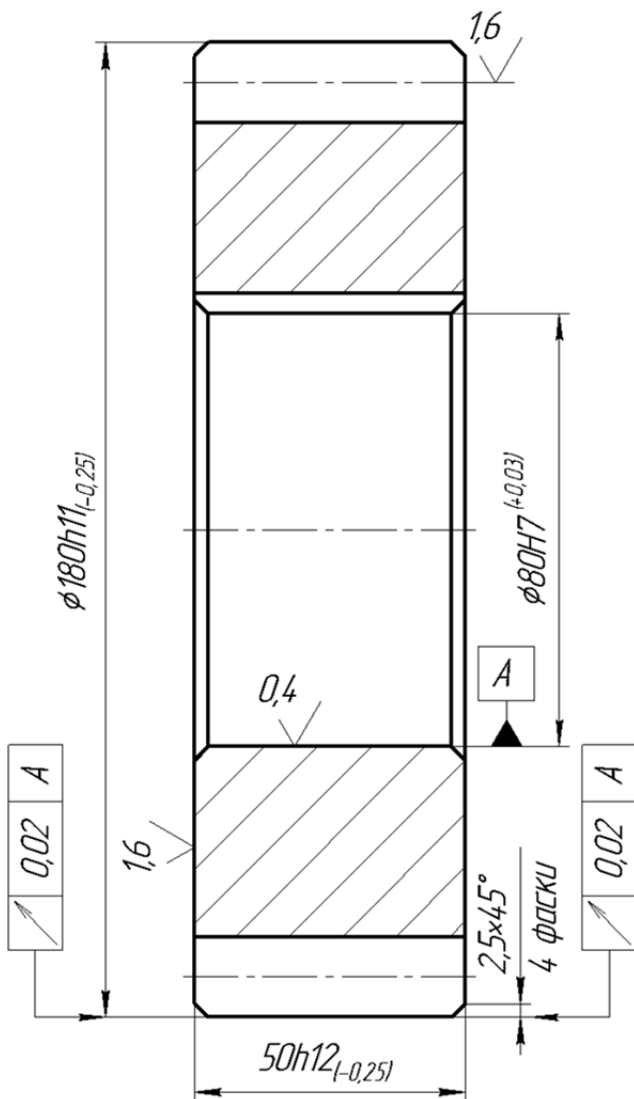


Рис. 2.2. Эскиз детали

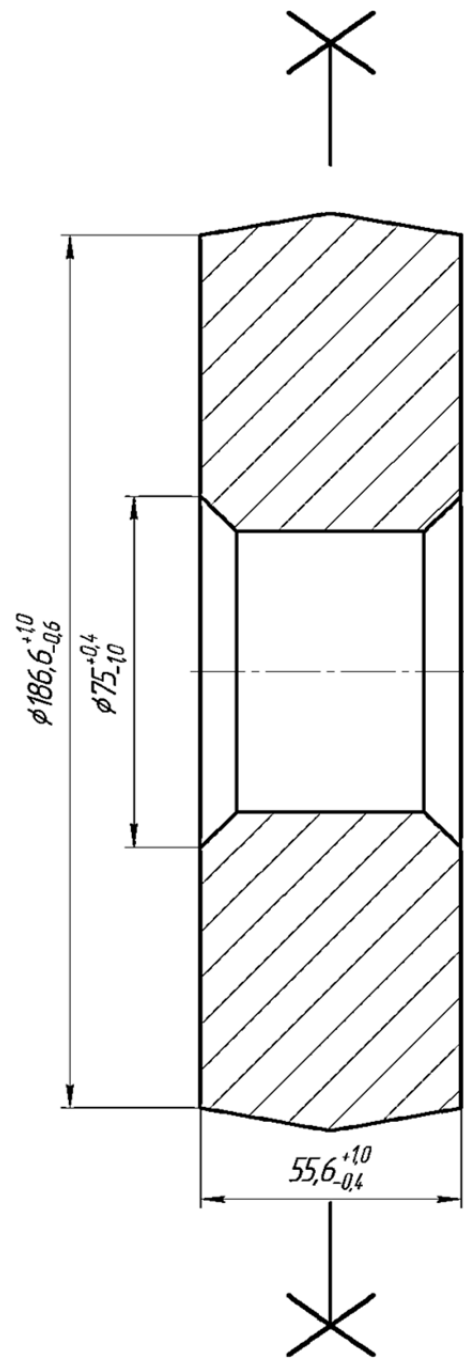


Рис. 2.3. Чертеж заготовки

Рассматривая эскиз заготовки, можно установить величины общих припусков на механическую обработку:

$$2z_{\text{общ}} = 186,6 - 180 = 6,6 \text{ мм};$$

$$2z_{\text{общ}} = 80 - 75 = 5 \text{ мм};$$

$$2z_{\text{общ}} = 55,6 - 50 = 5,6 \text{ мм}.$$

Масса исходной заготовки  $M_0 = 9,887$  кг и  $K_{\text{им}} = 7,5/9,887 = 0,76$ , что отвечает нормам и свидетельствует о правильном подходе к выбору заготовки. Исходную заготовку следует подвергнуть термообработке и очистить от окалины.

**2.2** Анализ технологического процесса по маршрутной карте (МК) (рис. 2.4).

Рассматривая МК технологического процесса, установлен план технологического процесса и его основные черты.

Рассматриваемый технологический процесс – единичный (охватывает одну конкретную деталь), по назначению – рабочий; по документации и степени детализации описания – маршрутно-операционный.

На примере процесса (табл. 2.8) проведен анализ: общее число операций – 14, в том числе: станочных 9, электротермических – 1, электрохимических – 1, слесарных – 1, моечных – 1, контрольных – 1.

Показатели трудоемкости детали устанавливаются путем сложения данных в двух последних графах МК. Сумма штучно-калькуляционного времени  $T_{шт-к}$  приведена в графе 4.

Рассматривая наименование и содержание операций, можно установить цель операций и правильность принятой последовательности операций, какому принципу (концентрации или дифференциации) отвечает большинство операций.

**2.3** В заключение работы проверяют: на каком бланке оформлена маршрутная карта МК и соответствует ли бланк ГОСТ 3.1118–89. Так как это форма 1, то бланк в соответствии с видом технологического процесса – единичный технологический процесс – выбран правильно (рис. 2.4). Все графы МК заполнены правильно. В номерах технологических документов кодом АБВГ условно показан код организации–разработчика.

Последовательность и содержание операций, приведенных в табл. 2.8, изложены подробно с учебной целью.

Таблица 2.8

Структура технологического процесса

Номер операции	Код и наименование операции	Содержание операции	Штучно-калькуляционное время ( $T_{шт} + T_{н-з}$ ), мин
1	2	3	4
005	4111.Токарно-револьверная	Подрезать торец и точить наружную поверхность до кулачков, предварительно, зенкеровать отверстие и фаску и развернуть отверстие предварительно и окончательно.	6,37

1	2	3	4
010	4111. Токарно-револьверная	Точить наружную поверхность до кулачков предварительно и зенкеровать фаску	2,85
015	4133. Плоскошлифовальная	Шлифовать необработанный торец однократно	3,12
020	4133. Плоскошлифовальная	Шлифовать торец первый окончательно	3,12
025	4181. Горизонтально-протяжная	Протянуть шпоночный паз	1,05
030	7112. Автоматная токарная	Точить наружную поверхность и 2 фаски окончательно	2,07
035	0190. Слесарная	Снять заусенцы и притупить острые кромки	1,0
040	4153. Зубофрезерная	Фрезеровать зубья под шевингование	5,1
045	4157. Зубошевинговальная	Шевинговать зубья	1,2
050	5130. Электро-термическая	Закалка зубьев с нагревом зубьев ТВЧ	
055	4158. Зубохонинговальная	Хонинговать зубья окончательно	1,5
060	7261. Электрохимическая	Электрохимическое растворение заусенцев и скругление острых кромок	
065	0130. Моечная	Мойка деталей	
070	0200. Контрольная	Контроль окончательный	

#### 2.4. Рассмотрев все операционные эскизы, можно установить:

– поверхности, принятые за черновую технологическую базу, и проверить, правильно ли они выбраны;

– поверхности, принятые за чистовые базы, и проверить: правильно ли они выбраны и соблюдаются ли принцип постоянства баз и принцип совмещения их с конструкторской базой;

– распределение общего припуска на механическую обработку на операционные припуски по операционным эскизам (это пояснит появление межоперационных размеров, а также покажет, правильно ли установлена глубина резания  $t$  для каждого перехода).



Дубл. Взам. Подл.											2						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	Обозначение документа				Тшт.		
											ЕН	ОП	Кшт.	Тпз			
Б	Код наименования оборудования					Обозначение, код				ЕН	ЕВ	КИ	Н.расх.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																
01											шт	МЛН	МЛН				
A02	05	18	21	020	4133 Плоскошлифовальная АБВГ.60142.00068; ИОТ - 37 - 83												
B03	38.131.2506	Плоско-шлифовальный станок 3Е722					2	18873	4	-	1	6	1	100	1	1,69	3,12
A06	05	18	25	025	4181 Горизонтально-протяжная АБВГ.60143.000 ИОТ - 40 - 83												
B07	38.131.2506	Горизонтально-протяжной станок 7М22					3	18873	3	-	1	1	1	100	1	0,32	1,05
A10	05	18	27	030	7112 Автоматно-токарная АБВГ.60144.00070; ИОТ - 13 - 83												
B11	38.131.2506	Токарный автомат 1М240 - 4					3	18873	3	-	1	1	1	100	1	0,32	1,05
A14	05	18	28	035	0190 Слесарная АБВГ.60145.00071; ИОТ - 45 - 83												
B15	38.131.2506	Слесарный верстак					2	18873	2	-	1	1	1	100	1	1,0	
17																	
<b>МК</b>	<b>Маршрутная карта</b>																

Продолжение рис. 2.4



Дубл. Взам. Людл.	Цех	Уч.	ГМ	Опер. Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	Наименование детали, сб. единицы или материала	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	Обозначение документа				Тшт.	Н, раск.	
													ЕН	ОП	Кл.	Тпз			
													Обозначение, код	ЕН	КИ	ЕН	КИ		
													шт				МШН	МШН	
01																			
A02	05	18	29	040	4153	Зубофрезерная АБВГ.60146.00072;									ИОТ - 49 - 83				
B03	38.131.2506	Зубофрезерный станок																	
04					5M32		4	18873	3	-	1	1	1	1	100	1	1,2	5,1	
05																			
A06	05	18	30	045	4157	Зубошвинговальная АБВГ.60147.00073;									ИОТ - 49 - 83				
B07	38.131.2506	Зубошвинговальный станок																	
08					5P68		4	18873	3	-	1	1	1	1	100	1	0,32	1,2	
09																			
A10	05	18	31	050	5130	Электротермическая АБВГ.60148.00074;									ИОТ - 60 - 83				
B11	38.131.2506	Автомат ТВЧ																	
12							5	18873	3	-	1	1	1	1	100	1			
13																			
A14	05	18	32	055	4157	Зубохонинговальная АБВГ.60149.00075;									ИОТ - 60 - 83				
B15	38.131.2506	Зубохонинговальный станок																	
16						станок специальный	4	18873	3	-	1	1	1	1	100	1	0,41	1,5	
17																			
<b>МК</b>	<b>Маршрутная карта</b>																		

Продолжение рис. 2.4

Дубл. Взам. Подл.															4					
	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа				шт	мин	мин						
А								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
Б	Код, наименование, оборудования				Обозначение, код								ЕН	ОП	ЕН	КИ	Н, расх.			
К/М	Наименование детали, сборки или материала												ОП	ЕВ	ЕН	КИ				
01																				
A02	05	18	33	060	7261 Электрохимическая АБВГ.60150.00076;				ИОТ - 75 - 83											
Б03	38.131.2506				Ванна Э/Х															
04								3	18873	3	-	1	100	1	100	1				
05																				
A06	05	18	34	065	0130 Моечная АБВГ.60151.00077;				ИОТ - 76 - 83											
Б07	38.131.2506				Моечная машина															
08								4	18873	2	-	1	100	1	100	1				
09																				
A10	05	18	35	070	0200 Контрольная АБВГ.60152.00078;				ИОТ - 60 - 83											
Б11	38.131.2506				Слесарный верстак															
12								2	18873	2	-	1	1	1	100	1				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
МК	Маршрутная карта																			

Продолжение рис. 2.4

Проанализируем наружную поверхность, которая у исходной заготовки равна  $186,6_{-0,6}^{+1,0}$ , а у детали –  $180h11_{(-0,25)}$ . Допуск размера исходной заготовки  $T_0 = 1,6$  мм соответствует примерно 15-му качеству, а допуск размера детали 11-го качества. Перепад качеств  $15 - 11 = 4$ . При таком перепаде достаточно выполнить 2 перехода: с 15-го до 13-го и с 13-го до 11-го качества, или с 15-го до 12-го и с 12-го до 11-го.

**2.5.** Определим трудоемкость механической обработки рассматриваемой детали:

$$T_{\text{ит.к}\Sigma} = \sum T_{n-3_i} = 24.26 \text{ мин.}$$

### **3. Оформление отчета**

В отчете студент приводит чертеж детали, табл. 2.8 для технологического процесса на МК и  $T_{n-3\Sigma}$ .

Литература [1; 2; 4; 8].

### **5. Вопросы для самоконтроля**

#### **5.1. В основу типовой технологии положена классификация**

- технологическая;
- конструкторская;
- экономическая;
- организационная;
- технико-экономическая.

#### **5.2. В каком производстве наиболее эффективна типовая технология**

- единичном;
- мелкосерийном;
- крупносерийном;
- одноразовых выпусков деталей;
- выпуском деталей неповторяющихся.

#### **5.3. Какие факторы являются результатом использования типовых технологий**

- уменьшается время проектирования;
- уменьшается количество ошибок;
- применяется прогрессивное оборудование;
- применяется прогрессивная оснастка;
- достигается максимальная производительность.

## **2.3. Анализ заводской документации на технологическую операцию механической обработки**

**Цель работы** – ознакомить студента с технологической документацией на станочные операции и научить его анализировать информацию и вносить изменения.

### **1. Общие сведения**

В серийном и крупносерийном производстве после разработки маршрутных карт разрабатывают операционные карты (ОК) и карты эскизов (КЭ).

Правила разработки структуры операции были рассмотрены ранее, поэтому на базе этих правил и будет производиться анализ документации.

Установим приведенный ниже порядок анализа станочной операции.

**1.1.** Номер операции. Наименование операции. Соответствие ГОСТ 17420–89 «Операции механической обработки резанием. Термины и определения».

**1.2.** Цель и назначение операции, ее место в технологическом процессе.

**1.3.** Содержание технологической операции с приведением перечня всех вспомогательных и технологических переходов, излагаемых в технологической последовательности, и их соответствие нумерации переходов. Технологическая база, принятая для операции, способ установки и закрепления заготовки.

**1.4.** Структура операции – количество установов, позиций, технологических и вспомогательных переходов, число рабочих ходов в них.

**1.5.** Оформление операционной карты механической обработки (ОК):

- соответствие формы ОК ГОСТу;
- заполнение основной надписи ОК в верхней части, нумерация комплекта технологических документов (например, АБВГ 01141. 00005; АБВГ 60141. 00045; обрабатываемой детали – АБВГ 6137, 085 и ее наименования; фамилии исполнителей, подписи, даты, листов, лист);
- заполнение верхней части ОК данными: номер операции и наименование ее, деталь и заготовка (материал, масса и др.), приспособление, охлаждение, количество одновременно обрабатываемых деталей и другие данные;
- заполнение табличной части ОК – правильность формулирования переходов. Оно должно содержать код, наименование метода обработки и поверхности, номер поверхности и дополнительные сведения о характере обработки, количестве обрабатываемых поверхностей в соответствии с

ГОСТ 3.1702–89 «Правила записи операций и переходов. Обработка резанием». Правильно должны быть внесены данные о вспомогательных, режущих и измерительных инструментах (код, наименование, размеры, материал режущей части и другие сведения). Следует обратить внимание на соответствие выбранного инструмента типу производства.

В графе «Диаметр» при главном вращательном движении вписывают размер, который определяет скорость резания в формуле:

$$g = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин,}$$

а в графе «Длина» указывают длину рабочего хода с учетом врезания и перебега, входящую в формулу:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \text{ мин,}$$

где  $i$  – число рабочих ходов.

В графы  $S$  и  $n$  вписывают подачу  $S_{насч}$  и частоту вращения  $n_{насч}$ , соответствующие паспортным данным станка.

Скорость резания определяют по формуле  $V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$  м/мин, и вписывают в графу  $V$ . В графу  $T_0$  (время основное технологическое) вписывают результат расчета:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S_{насч} \cdot n_{насч}}, \text{ мин.}$$

Работу с ОК завершают проверкой технического нормирования рассматриваемой операции. Для этого определяют сумму граф  $T_0(\Sigma T_0)$  и  $T_6(\Sigma T_6)$  по всем переходам и получают  $T_{оп}$  (оперативное время)  $T_0 = \Sigma T_0 + \Sigma T_6$ .

Затем определяют время обслуживания рабочего места ( $T_{обс}$ ) и время перерывов на отдых и личные потребности рабочего ( $T_{олп}$ ). Так,

$$T_{обс} = 0,01\alpha_{обс}T_{оп}; \quad T_{олп} = 0,01\beta T_{оп},$$

где  $\alpha_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места;  $\beta$  – время перерывов на отдых и личные потребности рабочего в процентах (%) от оперативного времени.

Эти данные зависят от типа производства. В серийном производстве  $\alpha_{обс} = 3,5 \div 10$  % в зависимости от типа станка и его размеров,  $\beta$  зависит от вида подачи: при механической подаче  $\beta_{олп} = 4$  %, при ручной подаче 4 – 9 % в зависимости от массы заготовки и длительности оперативного времени.

Штучное время определяют по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{олп}.$$

Дальнейшая работа по техническому нормированию состоит в определении подготовительно-заключительного времени  $T_{пз}$  на партию деталей ( $n_D$  – число деталей в партии) и долю  $T_{пз}$ , приходящуюся на одну деталь из партии:

$$T_{пз.шт} = \frac{T_{п.з}}{n_D}$$

Величины  $T_{шт}$  и  $T_{пз.шт}$  переносят из ОК в последнюю графу МК, а сумма их определяет штучно-калькуляционное время операции:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз.шт}.$$

**1.6.** Параллельно с работой по анализу ОК следует проанализировать операционный эскиз. Операционные эскизы к рассматриваемой операции могут помещаться на ОК в отведенном для этого месте (вверху слева) или на отдельном технологическом документе – карте эскизов (КЭ) по ГОСТ 3.1105–89, имеющий обозначение АБВГ.20141.00006.

При анализе операционного эскиза необходимо рассмотреть:

- соответствие положения заготовки на эскизе действительному положению заготовки на станке при выполнении операции;
- соответствие принятых технологических баз выбранным по ОК приспособлениям и соответствие приспособлений обозначениям опор, установочных устройств и зажимов, а также правильность изображения этих обозначений по ГОСТ 3.1107–89 «Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения».

Число эскизов должно быть равно числу установов.

Обрабатываемые поверхности заготовки, выделенные на чертеже толстыми линиями, следует пронумеровать арабскими цифрами по часовой стрелке (указать в кружках 6 – 8 мм). Каждая поверхность должна иметь размеры с допусками, параметр шероховатости. Если обрабатываемая поверхность относится к числу сложных, то должны быть даны дополнительные сведения: например, в операции обработки зубьев колеса на КЭ должна быть приведена таблица с параметрами нарезаемых зубьев.

**1.7.** При выполнении сложных операций (токарно-револьверных, автоматнo-токарных, агрегатных, многопозиционных) необходимо использовать схему наладки станка, которая является еще одним технологическим документом. На схемах наладок должна быть изображена обрабатываемая заготовка после выполнения рассматриваемой операции. Аналогично изображают режущие инструменты – в контакте с обрабатываемой поверхностью в положении завершения рабочего хода. Должны быть также схематически показа-

ны приспособления и вспомогательные инструменты. В операциях, состоящих из позиций, заготовки изображают последовательно по позициям.

**1.8.** Работу по анализу станочной операции завершают выводами и предложениями о способах совершенствования этой операции с целью повышения производительности труда, облегчения труда рабочего, снижения себестоимости изготовления детали и др.

## **2. Порядок выполнения работы**

### **2.1. Исходные данные и их анализ**

Анализ станочной операции проведен на базе полученного в работе №2.2 маршрутного технологического процесса заданной преподавателем детали.

Так как объектом анализа является процесс изготовления зубчатого колеса (для примера анализа), то следует использовать из этого процесса операцию 005 – токарно-револьверную. Эскиз обработки приведен на рис. 2.5, а схема наладки станка – на рис. 2.6.

Как видно из операционного эскиза, на операцию № 005 припуск на диаметр на второй переход окончательного точения составляет  $2z_2 = 1,2$  мм. Это соответствует нормативам. Следовательно,  $2z_1 = 2z_{\text{общ}} - 2z_2 = 6,6 - 1,2 = 5,4$  мм, а глубины резания  $t_1=2,7$  и  $t_2=0,6$  мм установлены правильно. При этом промежуточный межоперационный размер после предварительного точения  $186,6 - 5,4 - 181,2h12_{(-0,46)}$  также установлен правильно.

**2.2.** Анализ станочной операции производят по технологическим документам ОК и КЭ.

Операция 005 – это первая станочная операция, выполняемая после доставки исходной заготовки – поковки штампованной – на участок механического цеха. Наименование операции – «Токарно-револьверная» – соответствует типу применяемого станка – токарно-револьверного модели 1В340 по ГОСТ 14720–89.

Целью операции является предварительная обработка наружной поверхности вращения до мест, занятых кулачками, подрезка торца и последовательная обработка двумя цилиндрическими зенкерами, одним коническим зенкером и двумя развертками точного отверстия  $\varnothing 80H7$  с шероховатостью  $Ra = 0,4$  мкм и фаски  $2 \times 45^\circ$ . Обработка с одного установка одного торца и отверстия обеспечит их перпендикулярность и легко позволит выполнить это техническое требование, предъявляемое к детали, как это указано в ОК (рис. 2.7, рис. 2.8).

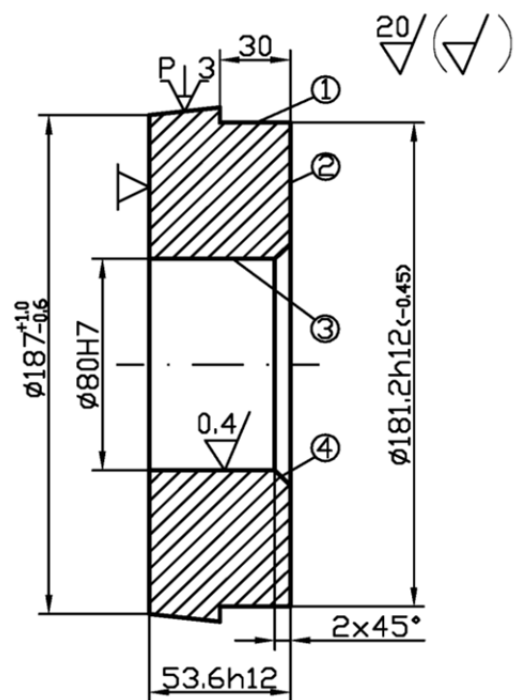


Рис. 2.5. Эскиз обработки

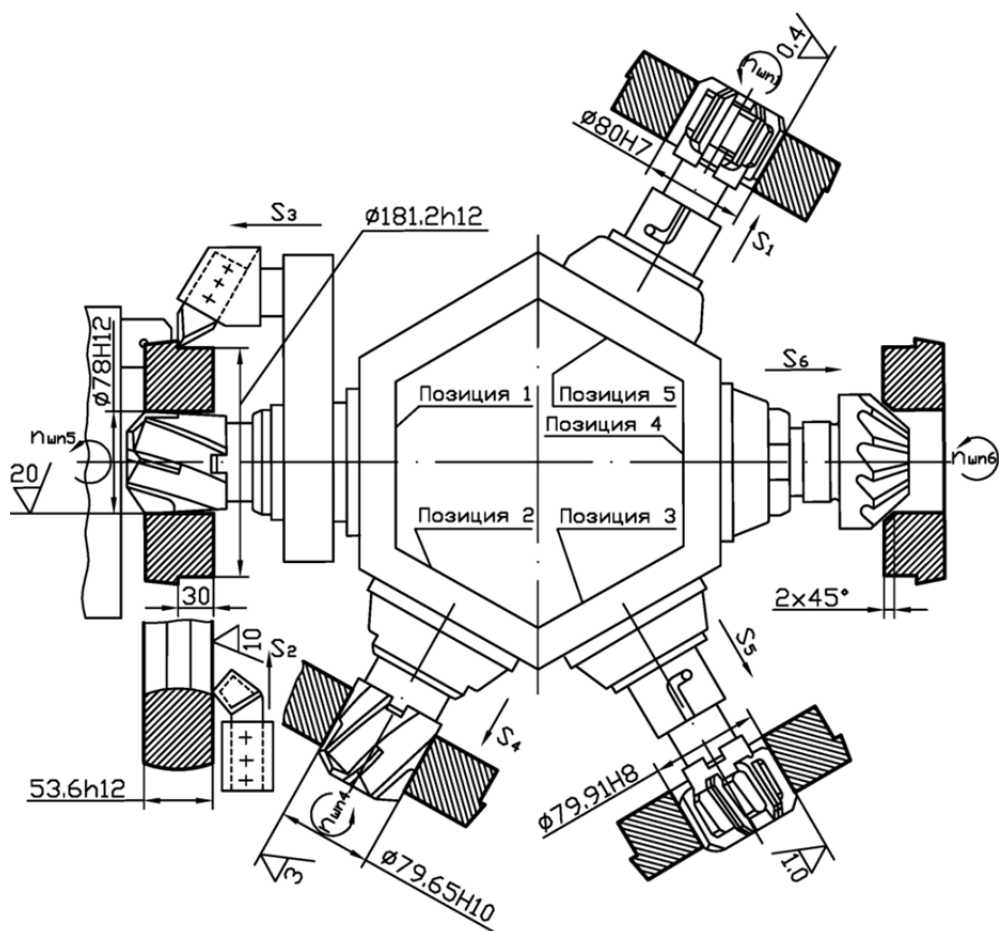


Рис. 2.6. Схема наладки



Технологической базой при выполнении этой операции являются две поверхности исходной заготовки: наружная поверхность диаметром  $\varnothing 186,6$  мм и один из ее торцов. Эта технологическая база – черновая, и поэтому правильно, что используют ее в технологическом процессе только один раз. Для использования этой базы правильно выбрано приспособление – трехкулачковый патрон с пневматическим приводом и с кулачками, имеющими две установочные поверхности с канавками.

Применение токарно-револьверного станка соответствует серийному типу производства и позволяет последовательно использовать пять шпиндельных инструментов. Эта операция – типичный пример операции с концентрацией переходов.

Правильного положения второго торца можно достичь на плоскошлифовальной операции, в которой первый торец используется в качестве технологической базы.

Структура операции: установов – 1; переходов – 10 (технологических – 6, вспомогательных – 4); позиций – 5 (по числу используемых граней револьверной головки).

Содержание технологической операции по переходам выполнено правильно, с точки зрения технологической последовательности и записи содержания переходов находится в соответствии с ГОСТ 3.1702–89 «Правила записи операций и переходов. Обработка резанием».

**2.3.** Анализ ОК (рис. 2.7, рис. 2.8). ОК оформлена на бланках согласно ГОСТ 3.1404–89, ф.3 и 2а. Основная надпись первого листа – по ГОСТ 3.1103–89 – заполнена правильно и содержит все необходимые сведения: номера документов, данные об операции, детали, заготовке, приспособлении.

Операционный эскиз и схема наладки представлены двумя технологическими документами, оформленными на бланках КЭ по ГОСТ 3.1105–89, ф. 7.

Нумерация всех карт и оформление их основных надписей выполнены правильно.

Правильно заполнены табличная часть заглавного листа ОК (ф. 3) и продолжение ОК (ф. 2а).

В табличной части правильно вписаны номера переходов и их содержание. Содержание переходов соответствует указаниям ГОСТ 3.1702–89. В соответствующих строках вписаны коды и наименования инструментов – вспомогательных, режущих и измерительных. Следует отметить, что широкое использование режущих инструментов, оснащенных твердым сплавом,

создает условия достижения высокой производительности труда. Благодаря этому, на данной операции не применяется охлаждение смазывающе-охлаждающими технологическими средами (СОТС).

В качестве измерительных инструментов правильно применены предельные калибры (пробки, скобы), шаблоны, образцы шероховатости, а не универсальные инструменты.

Размеры в графе «Диаметр» соответствуют у переходов 2 и 3 диаметру обрабатываемой поверхности ( $\varnothing \sim 187$ ), а у переходов 3 – 6 – размерам режущего инструмента (зенкеров и разверток), т.е. размерам обработанной поверхности.

Размеры расчетных длин правильно указаны в соответствии с длиной обрабатываемых поверхностей с учетом врезания и перебега:

$$(L_{\text{расч}} = l + l_1 + l_2).$$

Указанные в соответствующих графах значения  $S_{\text{пасп}}$  и  $n_{\text{пасп}}$  приняты по паспортным данным станка.

Вписанные в графу скорости резания  $V$  рассчитаны правильно. Например, для второго перехода:  $d_{\text{расч}} = 187$  мм;  $n_{\text{пасп}} = 180$  об./мин = 3 об./с;

$$V = \frac{\pi \cdot d_{\text{расч}} \cdot n_{\text{расч}}}{100} = \frac{\pi \cdot 187 \cdot 180}{100} = 105,74 \text{ м/мин} = 1,7 \text{ м/с}.$$

Основное время ( $T_0$ ) рассчитано правильно. Так, для того же 2-го перехода  $L_{2\text{расч}} = 60$  мм;  $S_{\text{пасп}} = 0,45$  мм/об.;  $n_{\text{пасп}} = 180$  об./мин;

$$T_0 = \frac{L_{2\text{расч}}}{S_{\text{пасп}} \cdot n_{\text{пасп}}} = \frac{60}{0,45 \cdot 180} = 0,74 \text{ мин}.$$

В заключение работы с ОК приведены расчеты по определению нормы времени на операцию. Так, с учетом перекрываемого времени 0,26 мин 3-го перехода  $\Sigma T_0 + \Sigma T_B = 3,63 + 1,8 = 5,43$  мин.

Время на обслуживание рабочего места по нормативам для серийного производства принято 5 % от  $T_{\text{оп}}$ ;  $T_{\text{обс}} = 0,05 \cdot 5,43 = 0,27$  мин. Время перерывов на отдых и личные потребности при механической подаче составляет 4 % от  $T_{\text{оп}}$ .  $T_{\text{олп}} = 0,04 \cdot 5,43 = 0,22$  мин. Время штучное  $T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{олп}} = 5,43 + 0,27 + 0,22 = 5,92$  мин.

Время подготовительно-заключительное  $T_{\text{пз}}$  по тем же нормативам составляет  $28 + 8 + 9 = 45$  мин и при размере партии в 100 деталей  $T_{\text{пз}}$  на одну деталь соответственно  $T_{\text{пз}} = 45/100 = 0,45$  мин. При КОИД = 1  $T_{\text{пз.шт}} = T_{\text{пз.опер}}$ .

Эти данные правильно перенесены из ОК рассматриваемой операции в последние графы МК, дополняя сведения об операции №005.

**2.4. Анализ КЭ с операционным эскизом.** Операционный эскиз выполнен правильно и соответствует требованиям стандартов. Заготовка изображена в правильном положении, как при обработке. Опорные и установочные элементы и зажимы показаны правильно в соответствии с ГОСТ 3.1107–89 (рис. 2.8).

Обрабатываемые поверхности обозначены номерами, выделены более толстыми линиями и имеют все необходимые для обработки и технологических расчетов размеры и параметры шероховатости.

**2.5. Анализ КЭ с изображением схемы наладки.** На схеме наладки (рис. 2.6) токарно-револьверного станка для операции № 005 хорошо виден способ базирования заготовки и используемый в качестве приспособления трехкулачковый патрон с пневматическим приводом.

Правильно изображены кулачки патрона, позволяющие придать заготовке нужное положение, надежно закрепить ее и обработать половину длины наружной поверхности.

Условно, но достаточно ясно, изображены вспомогательные инструменты, которые надежно и правильно закрепляют режущие инструменты. Так, например, для закрепления разверток использованы качающиеся (плавающие) оправки, что способствует повышению точности формы обрабатываемого отверстия  $\varnothing 80H7$ . Правильно в соответствии с содержанием операции расставлены режущие инструменты. Чтобы отверстия получились без заусенцев, снятие фаски предшествует окончательному развертыванию, а не наоборот, как это иногда делают. Режущие инструменты занимают относительно заготовки правильное положение.

**2.6. Выводы и предложения.** Хотя для операции правильно выбран токарно-револьверный станок, однако, стремясь к интенсификации обработки и ее эффективности, можно предложить применение токарно-револьверного автомата (чтобы избавить рабочего от сложной и монотонной работы по управлению станком), перевод детали для обработки на многошпиндельный полуавтомат или на токарный патронный станок с числовым программным управлением, а для загрузки станков-полуавтоматов использовать робот.

**2.7.** Каждый студент по разработанному в работе № 2.2 маршрутному технологическому процессу получает у преподавателя задание на одну операцию, проводит ее анализ согласно п.п. 2.1 – 2.5 и делает свои выводы.

### **3. Содержание отчета**

**3.1.** Наименование работы.

**3.2.** Исходные данные, их краткое изложение и анализ.

Дубл.													
Взам.													
Подл.												Изм. Лист № докум. Подпись Дата	
Разраб.		Иванов		ОНПУ КТМ		АБВГ. 406121.006							
Провер.		Петров											
Принял.													
Утверд.													
Н. контр.		Сидоров											
Наименование операции		Материал		Твердость		EB		МД		Профиль и размеры		МЗ КОИД	
4111. Токарно – револьверная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-89		HB 230		кг		7,5		41211 Х и доработка кольца 186x56x75		9,89 1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То.		Тв.		Тпз.		Тшт.		СОЖ	
381133 ТРС 1В340				3,63		1,8		0,45		5,92		ЭЖ – 130	
Р 01		ИОТ № 101 – 15		ПИ		L		i		S		n	
O 02		1. МТ300.000.Х станочник, закрепить заготовку											
T 03		7405 – 0118 (5) патрон слайд											
04										0,3			
O 05		2. ЛУ314Ж50.Обточить 1 в размер по длине 40 мм											
T 06		2101 – 0015 (1) Резец											
P 07				01		137		43		2		1	
O 08		3. ЛУ314Ж50.Обточить 2 в размер по длине 53 мм											
T 09		2101 – 0015 (1) Резец											
P 10				02		137		63		3		1	
O 11		4. 6И730419.Зенкеровать 3 в размер Ø78											
T 12		2214 – 0005 (1) Зенкер											
P 13				03		77		60		1,5		1	
OK												130	
												44	

Рис. 2.7. Операционная карта

Р	Лубл. Эзм.	Полл.											Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
			П	И	Д	или	В	L	t	i	S	n						V	T <sub>о.в</sub>
О 01	5. 6И730 419	Зенкеровать 3 в размер Ø79,0																	
Т 02	2214 – 0005 (1)	Зенкер																	
Р 03			04	79		60	0,5	1	0,3	103	45								
О 04	6. 6И730 419	Зенкеровать фаску 4 2x45°																	
Т 05	2214 – 0005 (1)	Зенкер																	
Р 06			05	79		1,5	0,75	1	0,2	180	45								
О 07	7. ГМ730 419	Развернуть 3 в размер Ø79,6																	
Т 08	391720 (1)	Развертка																	
Р 09			06	79,6		0,3	0,3	1	2	63	15								
О 10	8. ГМ730 419	Развернуть 3 в размер Ø80 Н7																	
Т 11	391720 (1)	Развертка																	
Р 12			07	80		0,2	0,2	1	5	63	15								
О 13	9. КИ237 677	Снять заготовку																	
Т 14																			
Р 15																			
16																			
17																			
18																			
OK																			

Продолжение рис. 2.7.

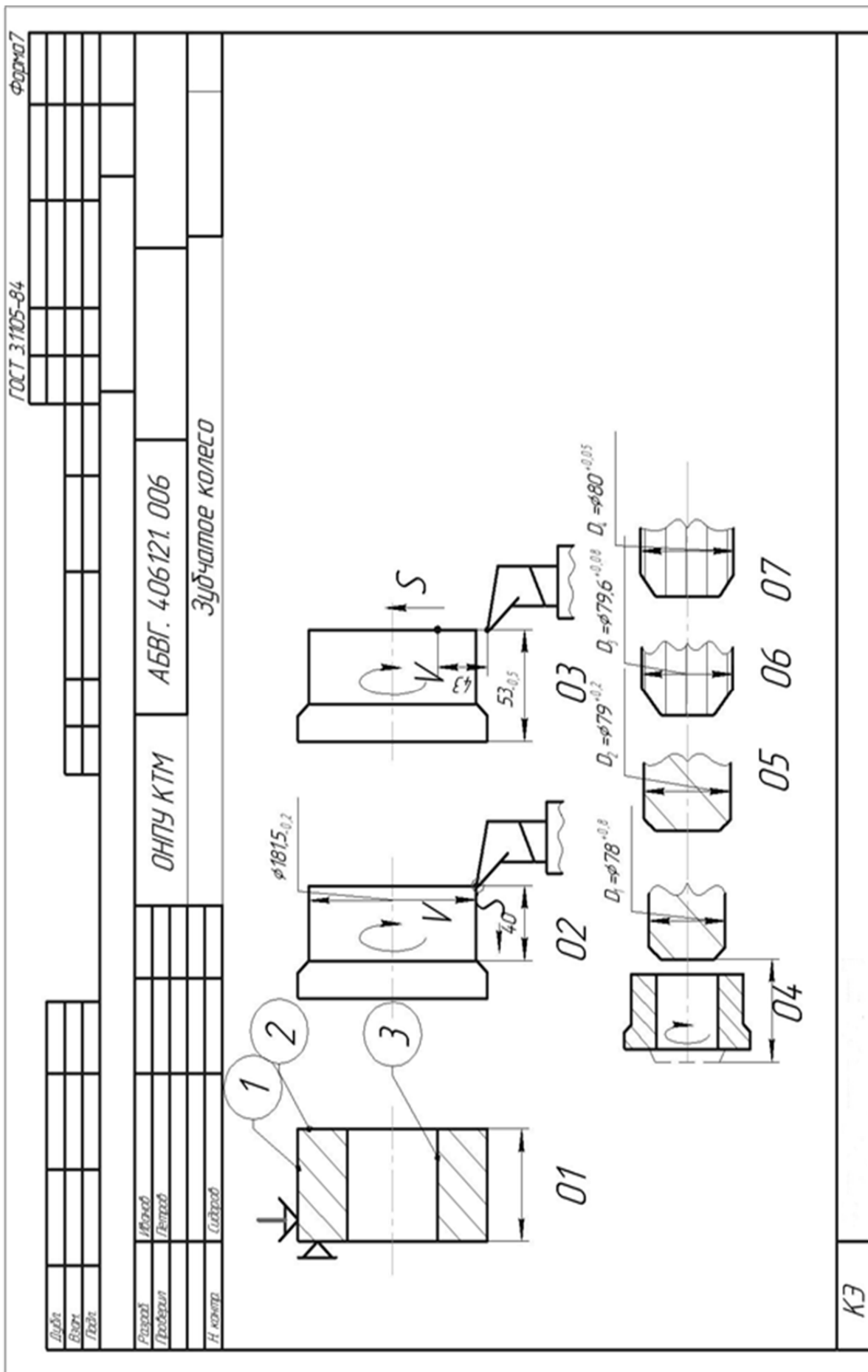


Рис. 2.8. Карта эскизов

КЭ

**3.3.** Анализ станочной операции по операционной карте и картам эскизов, содержащим операционный эскиз и схему наладки станка, если они входят в комплект технологической документации.

**3.4.** Выводы и предложения.

**4. Литература [1; 2; 4; 8]**

**5. Вопросы для самоконтроля:**

**5.1. В основу типовой технологии положена классификация**

- технологическая;
- конструкторская;
- экономическая;
- организационная;
- технико-экономическая.

**5.2. В каком производстве наиболее эффективна типовая технология**

- единичном;
- мелкосерийном;
- крупносерийном;
- одноразовых выпусков деталей;
- выпуском деталей неповторяющихся.

**5.3. Какие факторы являются результатом использования типовых технологий**

- уменьшается время проектирования;
- уменьшается количество ошибок;
- применяется прогрессивное оборудование;
- применяется прогрессивная оснастка;

достигается максимальная производительность.

## 2.4. Экономический анализ варианта технологического процесса (операции, метода обработки)

**Цель работы** – научить студента методике определения эффективности принимаемого технологическим решением на примере сравнения операции чистового точения и шлифования тел вращения.

### 1. Общие сведения

Оценка технико-экономической эффективности технологического процесса, метода обработки или отдельной операции в сравнении с другим вариантом (прототипом) ведется путем сопоставления полной себестоимости  $C_n$  или неполной (цеховой)  $C_T$ :

$$C_n = C_1 + C_2 + \dots + C_i, \text{ грн,}$$

где  $C_i$  и т. д. – составные части;

$$C_T = C_M + C_3 + C_H, \text{ грн.}$$

$C_M$  – затраты на материалы, грн;

$C_3$  – зарплата основных производственных работников;

$C_H$  – цеховые накладные расходы.

Упрощенный вариант определения цеховой себестоимости  $C_T$  можно выразить и по-другому:

$$C_T = A \cdot T, \text{ грн.}$$

где  $A$  – стоимость 1 мин работы соответствующего оборудования в грн;

$T$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Значения  $C_T$  технологам определить легче и быстрее при относительно малом объеме информации о сравниваемых вариантах.

Полная себестоимость  $C_n$  обычно может быть определена при устоявшемся процессе, а  $C_T$  можно определить на стадии проектирования процесса, да, и в справочной литературе имеется информация о величине  $A$  для наиболее часто используемых процессов и, соответственно, оборудовании.

Применительно к реальному объекту (деталь машины – стакан) проведем сравнение 2-х операций из разных технологических процессов с одинаковым конечным результатом по точности и шероховатости поверхности, исходя из формулы.

Минимальное значение  $C_T$  какого-либо варианта из двух рассматриваемых вариантов – повод выбрать его в качестве рабочего варианта, но не приговор:

$$C_M = M_3 \cdot S_M - M_{отх} \cdot S_{отх}, \text{ грн.}$$



где  $M_3$  – масса заготовки, кг;

$M_{отх}$  – масса отходов при производстве заготовки, кг;

$S_M$  и  $S_{отх}$  – стоимость 1 кг материала данной марки (или группы) и стоимость 1 кг отходов (при условии несмешиваемости марок материала) по данным «Вторресурсов», грн:

$$C_3 = T_{шт-к} \cdot Z_{тор.р.}, \text{ грн.}$$

где  $T_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время обработки, мин;

$Z_{тор.р.}$  – тарифная ставка рабочего данного разряда, грн/мин;

$$C_H = C_{н.а.} + C_{н.ст.} + C_{н.пр.} + C_{н.и.} + C_{н.э.} + C_{н.д.}, \text{ грн.}$$

где  $C_{н.а.}$  – амортизация оборудования, грн.

$$C_{н.а.} = \frac{d \cdot S_{ст} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_r \cdot m \cdot \eta_э}, \text{ грн.}$$

где  $d$  – отчисления на амортизацию станка от его балансовой стоимости  $S_{см}$  в год, %;

$S_{ст}$  – балансовая стоимость станка (складывается из отпускной цены станка, затрат на доставку и его монтаж), грн;

$F_r$  – годовой фонд времени работы станка в 1 смену, час;

$m$  – количество рабочих смен в сутки, шт.;

$\eta_э$  – коэффициент загрузки станка по времени.

Величину  $d$  для станков массой до 10 т с лезвийным инструментом принимают в 11 %, с абразивным инструментом  $d = 14$  %, для агрегатных и специальных  $d = 16$  %.

Затраты на доставку и монтаж станка примерно равны 10 % от  $S_{ст}$ .

$C_{н.ст.}$  – расходы на эксплуатацию станка, грн.

$$C_{н.ст.} = \frac{\beta \cdot S_{ст} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_r \cdot m \cdot \eta_э},$$

где  $\beta = (4,5 - 5)$  % от балансовой стоимости  $S_{ст}$ , расходуемые на ремонт, осмотры и проверки в течение года;

$C_{н.пр}$  – расходы на амортизацию и ремонт приспособлений, применяемых на этом этапе, грн:

$$C_{н.пр} = \frac{(\gamma + \delta) \cdot S_{пр}}{N},$$

где  $S_{пр}$  – стоимость приспособления, грн.;

$\gamma$  – процент амортизации, равный  $(50 - 33)\% \cdot S_{пр}$ , при сроке службы приспособления в 2 – 3 года;

$\delta = (5 - 15)\% \cdot S_{пр}$  – расходы на ремонт приспособления за год работы;

$N$  – годовой объем деталей, обрабатываемых в этом приспособлении;

$C_{н.и}$  – расходы на амортизацию режущих инструментов, задействованных в рассматриваемом процессе;

$$C_{н.и} = \left( \frac{130 \cdot S_u}{T_{cm} (n_{зам} + 1)} \right) \cdot T_0$$

где  $S_u$  – стоимость инструмента;

$T_{cm}$  – время стойкости между двумя переточками, мин;

$n_{зам}$  – количество переточек, шт.;

$T_0$  – основное время, мин.

$C_{н.э}$  – затраты на силовую электроэнергию, расходуемую на данном этапе, грн:

$$C_{н.э} = (0,25 \cdot (T_{шт.-к} - T_0) \cdot N_y + 0,55 \cdot N_y \cdot T_0) \cdot S_k / 60$$

где  $N_y$  – установленная мощность электродвигателей станка, кВт;

$S_k$  – стоимость 1 кВт/час силовой электроэнергии, грн.

$C_{н.д}$  – расходы на доплаты и начисления на основную зарплату, грн.

$$C_{н.д} = C_z \cdot \left( \frac{\rho}{100} + \frac{\tau}{100} \cdot \left( 1 + \frac{\rho}{100} \right) \right),$$

где  $\rho = (10 \div 20)\%$  – доплаты к зарплате;

$\tau = (6,5 \div 8,1)\%$  – начисления.

Если один из рассматриваемых вариантов, например второй, требует применения более дорогостоящего оборудования или приспособления, то необходимо определить срок их окупаемости  $R$  (лет):

$$R = \frac{S_{cm.2} - S_{cm.1}}{(C_{m1} - C_{m2}) \cdot N} \text{ – для станков;}$$

$$R = \frac{S_{кр.2} - S_{кр.1}}{(C_{m1} - C_{m2}) \cdot N} \text{ – для приспособлений.}$$

Приемлемыми считают сроки окупаемости для металлорежущих станков до 5 лет, а для приспособлений – не более 2 – 3 лет.

## 2. Порядок работы

Как было сказано выше, объектом работы является деталь – стакан (рис. 2.7), которая может быть обработана по поверхности  $\text{Ø}65\text{h}8$  по двум вариантам:

первый – на токарном станке 16К20Ф3, второй – на круглошлифовальном станке 3М161, схема наладки, которых приведена на рис. 2.8.

Варианты заданий приведены в табл. 2.9.

### 2.1. Определим затраты на материал:

$$C_m = M_z \cdot S_m - M_{отх} \cdot S_{отх}, \text{ грн.}$$

**2.2.** Определим зарплату основных производственных рабочих на обработку 1 детали:

$$C_z = T_{шт-к} \cdot Z_{тар.р}, \text{ грн.}$$

**2.3.** Определим амортизацию оборудования:

$$C_{н.а.} = \frac{d \cdot S_{см} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_r \cdot m \cdot \eta_э}, \text{ грн.}$$

**2.4.** Определим расходы на эксплуатацию станка:

$$C_{н.см} = \frac{\beta \cdot S_{см} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_r \cdot m \cdot \eta_э}, \text{ грн.}$$

**2.5.** Определим расходы на амортизацию и ремонт приспособлений:

$$C_{н.пр.} = \frac{(\gamma + \delta) \cdot S_{пр}}{N}, \text{ грн.}$$

**2.6.** Определим расходы на амортизацию режущих инструментов:

$$C_{н.и} = \left( \frac{130 \cdot S_u}{T_{см} (n_{зам} + 1)} \right) \cdot T_o, \text{ грн.}$$

**2.7.** Определим затраты на силовую электроэнергию:

$$C_{нэ} = (0,25 \cdot (T_{шт-к} - T_0) \cdot H_v + 0,55 \cdot H_v \cdot T_0) \cdot S_K / 60, \text{ грн.}$$

**2.8.** Определим расходы на доплаты и начисления на основную зарплату:

$$C_{н.д.} = C_z \cdot \left( \frac{\rho}{100} + \frac{\tau}{100} \cdot \left( 1 + \frac{\rho}{100} \right) \right), \text{ грн.}$$

**2.9.** Определим цеховые накладные расходы:

$$C_n = C_{н.а.} + C_{н.см} + C_{н.пр.} + C_{н.и.} + C_{н.э.} + C_{н.д.}, \text{ грн.}$$

**2.10.** Определим цеховую себестоимость:

$$C_m = C_m + C_z + C_n, \text{ грн.}$$

Пункты 2.1 – 2.10 повторяем для двух рассматриваемых вариантов, допустим станков 16К20Ф3 и 3М161, чтобы получить в конечном счете две величины  $C_{т1}$  и  $C_{т2}$ .

**2.11.** Определим срок окупаемости станка:

$$R = \frac{S_{см.2} - S_{см.1}}{(C_{m1} - C_{m2}) \cdot N}, \text{ лет.}$$

**2.12.** Сравним полученный срок окупаемости  $R$  с нормативным сроком, и примем решение о целесообразности этой замены.

**2.13.** Проведем цифровой расчет для варианта задания № 1.

2.13.1. Найдем:

$$C_m = 3,09 \cdot 6 - 1,19 \cdot 1,2 = 17,11 \text{ грн.}$$

2.13.2. Найдем:

$$C_{31} = 9,39 \cdot 1,5 = 13,94 \text{ грн.}; \quad C_{32} = 13,68 \cdot 1,5 = 20,52 \text{ грн.}$$

2.13.3. Определим:

$$C_{н.а1} = \frac{11 \cdot 80000 \cdot 9,29}{60 \cdot 4029 \cdot 0,75} = 45 \text{ коп.} = 0,45 \text{ грн.}$$

$$C_{н.а2} = \frac{14 \cdot 60000 \cdot 13,68}{60 \cdot 4029 \cdot 0,92} = 51,67 \text{ коп.} = 0,52 \text{ грн.}$$

2.13.4. Определим:

$$C_{н.ст.1} = \frac{4,5 \cdot 80000 \cdot 9,29}{60 \cdot 4029 \cdot 0,75} = 18,45 \text{ коп.} = 0,18 \text{ грн.}$$

$$C_{н.ст.1} = \frac{4,5 \cdot 60000 \cdot 13,68}{60 \cdot 4029 \cdot 0,92} = 16,6 \text{ коп.} = 0,17 \text{ грн.}$$

2.13.5. Определим:

$$C_{н.пр.1} = \frac{(33 + 5) \cdot 800}{5000} = 6,08 \text{ коп.} = 0,06 \text{ грн.}$$

$$C_{н.пр.1} = \frac{(33 + 5) \cdot 800}{5000} = 6,08 \text{ коп.} = 0,06 \text{ грн.}$$

2.13.6. Найдем:

$$C_{н.у.1} = \left( \frac{130 \cdot 20}{60 \cdot (10 + 1)} \right) \cdot 7,86 = 31 \text{ коп.} = 0,31 \text{ грн.}$$

$$C_{н.у.1} = \left( \frac{130 \cdot 60}{20 \cdot (310 + 1)} \right) \cdot 10,74 = 13,5 \text{ коп.} = 0,135 \text{ грн.}$$

2.13.7. Определим:

$$C_{н.э1} = (0,25 \cdot (9,29 - 7,86) \cdot 14 + 0,55 \cdot 14 \cdot 7,86) \cdot 62/60 = 67,7 \text{ коп.} = 0,68 \text{ грн.}$$

$$C_{н.э2} = (0,25 \cdot (13,68 - 10,74) \cdot 20 + 0,55 \cdot 20 \cdot 10,74) \cdot 62/60 = 320 \text{ коп.} = 3,2 \text{ грн.}$$

2.13.8. Определим:

$$C_{н.д.1} = 13,94 \cdot \left( \frac{18}{100} + \frac{7}{100} \cdot \left( 1 + \frac{18}{100} \right) \right) = 3,66 \text{ грн.}$$

$$C_{н.д.2} = 20,52 \cdot \left( \frac{18}{100} + \frac{7}{100} \cdot \left( 1 + \frac{18}{100} \right) \right) = 5,39 \text{ грн.}$$

2.13.9. Определим:

$$C_{H_1} = 0,45 + 0,18 + 0,06 + 0,81 + 0,68 + 3,66 = 5,34 \text{ грн.}$$

$$C_{H_2} = 0,52 + 0,17 + 0,06 + 0,41 + 3,2 + 5,39 = 9,48 \text{ грн.}$$

2.13.10. Найдем:

$$C_{m1} = 17,11 + 13,94 + 5,34 = 36,4 \text{ грн.}$$

$$C_{m2} = 17,11 + 20,52 + 9,48 = 47,1 \text{ грн.}$$

Как видно,  $C_1 < C_2$ , поэтому предполагаем, что с учетом себестоимости обработка на станке 16К20Ф3 выгоднее.

2.13.11 Определим  $R$ :

$$R = \frac{80000 - 60000}{(47,1 - 36,4) \cdot 5000} = 0,37 \text{ года.}$$

Вывод: применение станка 16К20Ф3 более эффективно по сравнению со станком 3М161.

**2.14.** Каждый студент получает задание из табл. 2.9 и выполняет цикл расчетов аналогично п. 2.13, затем делает свои выводы.

### 3. Отчет о работе

В отчете студент приводит схемы наладки 2-х рассматриваемых вариантов и расчетные данные по затратам  $C_m$ ,  $C_z$ ,  $C_n$ ,  $C_t$ , окупаемости  $R$  и делает выводы.

**4. Литература** [3; 4; 8].

**5. Вопрос для самоконтроля:**

**5.1. Цеховая себестоимость  $C_T$  включает параметр  $A$ . Это**

- стоимость 1 кг материала;
- стоимость 1 часа работы станка;
- стоимость 1 кВт энергии;
- стоимость 1 кв. м площади;
- стоимость режущих инструментов.

Таблица 2.9

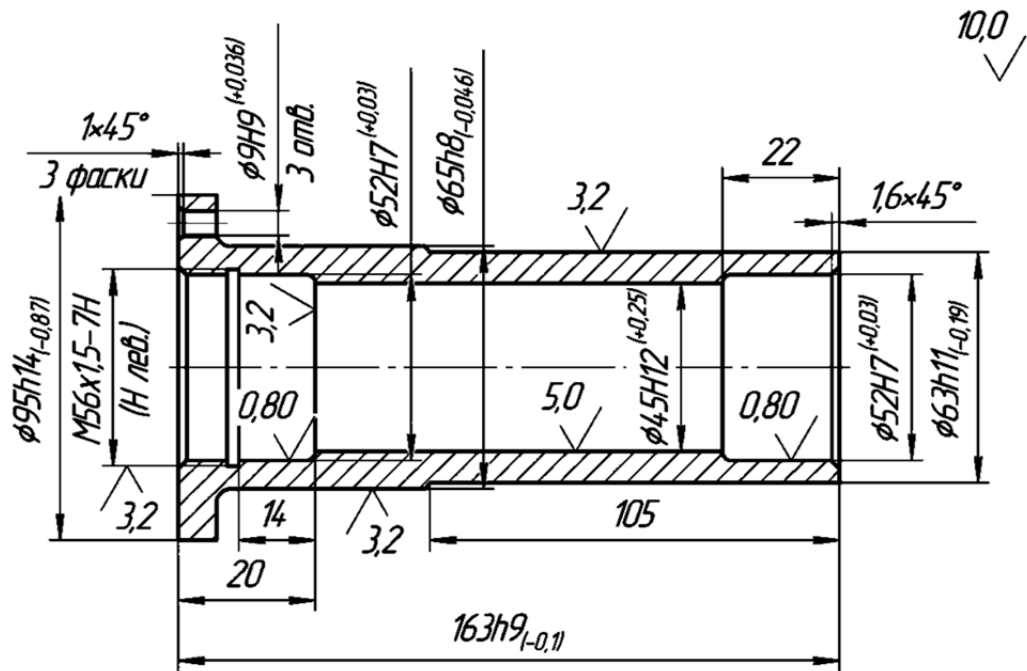
Варианты заданий

Наименование	Номер варианта							
	1		2		3		4	
	16К20 Ф3	3М161	16К20 Ф3	3М161	16К20 Ф3	3М161	16К20 Ф3	3М161
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Годовая программа выпуска $N$ , шт.	5000		10000		4500		6350	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масса заготовки $M$ , кг	3,09		4,5		3,37		3,25	
Цена 1 кг материала $C_m$ , грн.	6		6,4		6,0		6,4	
Масса отходов $Q$ , кг	1,19		0,7		1,2		1,35	
Цена 1 кг отходов $C_o$ , грн.	1,2		1,2		1,2		0,3	
Штучно-калькуляционное время на операцию $T$ , мин	9,29	13,68	9,65	12,03	12,9	13,68	12,03	13,68
Зарплата за 1 мин $Z_m$ , грн.	1,5		1,9	2	2	2,2	2,7	3
$\sum T_{шт-к.}$ , мин	244,3	248,7	224,6	227	242,9	243,7	252,6	253,3
$\sum Z_m$ , грн.	19		15,3	15,6	18	18,2	19	19,3
Стоимость станка $S_6$ , грн.	80000	60000	70000	65000	65000	60000	80000	76000
Годовой фонд времени станка $F_2$ , час	4029	4029	3890	4029	4029		4029	
Количество смен, $m$	2		2		2		2	
Коэффициент загрузки станка, $\eta$	0,75	0,92	0,75	0,75	0,92	0,75	0,75	0,92
Стоимость приспособления $S_{np}$ , грн.	800	800	1410	1410	1310	1290	1315	1320
Цена 1 кВт·ч электроэнергии, коп.	62		62		62		62	
Основное время, $T_o$ , мин.	7,86	10,74	7,86	10,5	10,3	10,74	10,5	10,74
Мощность электродвигателя, $N_y$ , кВт·час	14	20	10	13	11	14	11	9

## 5.2. Затраты на материалы $C_m$ зависят от

- массы отходов;
- стоимость единицы массы материала;
- массы заготовки;
- стоимости единицы массы отходов;
- не зависит от перечня, приведенного выше.



1. Неуказанные допуски  $H14$ ;  $h14$ ;  $\pm \frac{H14}{h14}$ ;
2. HRC3 35;
3. Хим. окс. пром.

Рис. 2.7. Чертеж детали стакан

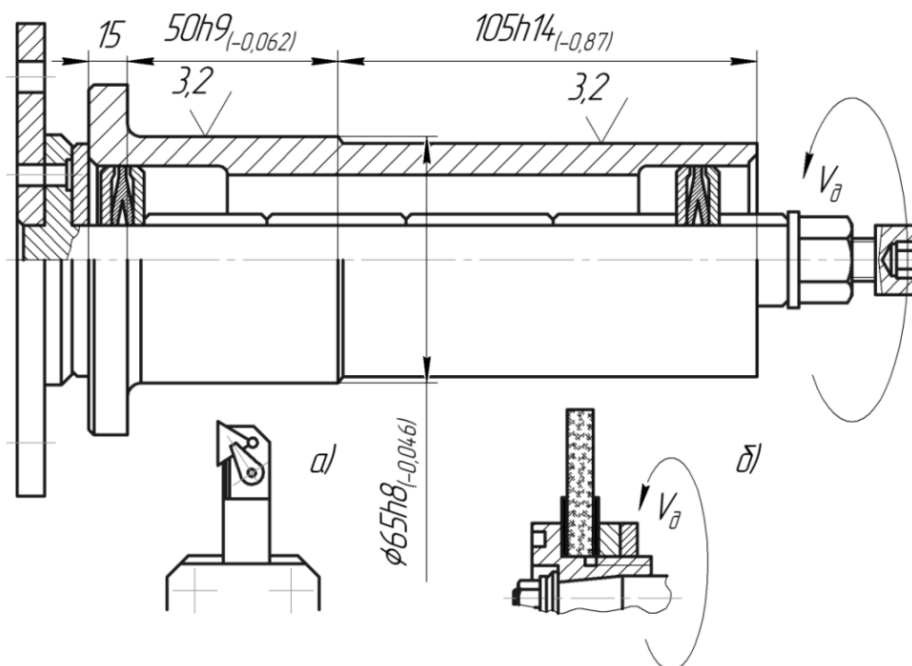


Рис. 2.8. Наладка на операцию:  
токарную (а) и круглошлифовальную (б)

## 2.5. Выбор наиболее экономичного варианта технологического процесса (операции)

**Цель работы** – исследовать методы оценки экономичности варианта технологического процесса и научить студента вести обоснование вариантов при выборе процесса (операции).

### 1. Общие сведения

Существующие технологические процессы изготовления деталей используют в своей основе технологические решения прошлых лет, даже весьма эффективные по меркам того периода времени.

Физический и моральный износ оборудования и оснастки требуют их замены в действующем и вновь проектируемом производстве на новое более производительное, совершенное, менее энергозатратное и т.д.

Проблема состоит в том, что существующее оборудование, допустим, менее производительное, но более дешевое, а новое – более производительное, однако более дорогое (это может быть более энергозатратное, с ручным вариантом управления, а не автоматическим, т.е. более трудоемкое и др.). В конечном счете, все другие версии можно привести к денежным затратам, а сумма денежных затрат не снижается в сравнении с существующим оборудованием, поэтому предположение о более затратном (новом) варианте абсолютно достоверно. Ответ на вопрос: «что выбрать?» лежит в основе оценки экономической целесообразности дополнительных вложений. Допустим, что на действующем оборудовании с капитальными вложениями  $K_1$ , грн, – себестоимость годового выпуска  $C_1$ , грн/год. По новому варианту с капитальным вложением  $K_2$ , грн, – себестоимость годового выпуска  $C_2$ , грн/год. При этом  $C_1 > C_2$ , а  $K_1 < K_2$ . Необходимо определить эффективность  $E$ :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1},$$

где  $C_1, C_2$  – себестоимости годового выпуска по 1 и 2 вариантам, грн/год;  
 $K_1, K_2$  – капитальные затраты на реализацию процессов, грн.

Под  $K_1$  и  $K_2$  нужно понимать балансовую стоимость, например станка в грн. В балансовую стоимость входит отпускная цена станка и затраты на транспортирование и монтаж станка, обычно составляющие 10 % от его цены:

$$S_{бал} = S_{см} \cdot 1,1 \quad C_1 \text{ и } C_2 = (C_{Т1} \text{ или } C_{Т2}) \cdot N,$$

где  $N$  – годовой выпуск изделий шт.;

$C_{Т1}$  и  $C_{Т2}$  – себестоимость процесса первого и второго вариантов (воз-



можно, это будут операции двух процессов), грн/год;

$C_{T1}$  и  $C_{T2} = \sum C_{Ti}$ , где  $\sum C_{Ti}$  – сумма себестоимости всех операций процесса, грн/год.

В машиностроении для этой оценки применяют нормативный коэффициент экономической эффективности  $E_H$ , который определяет минимальную величину годовой экономии на себестоимости продукции на 1 гривну дополнительных капитальных затрат. Обычно  $E_H = 0,2 \frac{\text{грн}}{\text{грн. кап. затр}}$ .

Величина  $1/E_H$  определяет срок окупаемости денежных вложений. При  $E_H = 0,2$  величина  $1/E_H = 5$  лет или менее для станков и другого универсального оборудования. Для приспособлений  $E_H = 0,35 \dots 0,5 \frac{\text{грн.}}{\text{грн. кап. затрат}}$ ,

а срок окупаемости – 2 – 3 года.

Годовая экономия от нового решения  $\mathcal{E}$  равна:

$$\mathcal{E} = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N, \text{ грн.}$$

В данной работе используется метод определения составляющих себестоимости  $C_m$ ,  $C_z$  и  $C_n$ , который был подробно рассмотрен ранее в работе №2.4, но для других условий, часто встречающихся в практике технологов.

К этим условиям можно отнести, например, такие: на заводе выпускают серийно какую-то продукцию, например вентиляторы. Каждую деталь изготавливают по определенному технологическому процессу. Возникает потребность рынка в вентиляторах и появляется заказ на увеличение объема выпуска при жестких сроках поставки. Анализ существующего процесса одной из деталей – крышки – показывает, что для увеличения программы выпуска на 2-х операциях – токарно-револьверной и вертикально-сверлильной – необходимо удвоить число рабочих мест или же заменить эти две операции одной – обработкой на многошпиндельном токарном станке 1284Г5. При этом стоимость двух станков по предыдущему процессу меньше стоимости нового варианта: в нашей версии 16000 и 5000 грн, т.е. 21000 грн и 100000 грн по новому варианту.

Целесообразно ли выбирать более дорогостоящее оборудование и делать такую замену?

## **2. Порядок выполнения работы:**

**2.1.** Варианты заданий приведены в табл. 2.10 и каждый студент в начале занятия получает свой вариант.

**2.2.** Рассмотрим реальный объект – крышку вентилятора из сплава

АЛ–3В массой 6,5 кг с годовой программой выпуска – 10000 штук. Заготовка – отливка в кокиль массой 6,75 кг. Действующий процесс осуществляется на станках 1П365 и 2Н118, а предполагаемый (для анализа) вариант – на вертикальном токарном восьмишпиндельном полуавтомате 1284Б. Основные показатели двух техпроцессов приведены в табл. 2.11 в разделе «Исходные данные». Поскольку стоимость заготовки  $C_3$  в обоих вариантах не изменилась, то ее величину из анализа исключаем, а остальные значения определяем по формулам. Работы № 2.4 приведены в разделе «Расчетные данные» табл. 2.11.

Таблица 2.10

Содержание заданий

№ н/и	Наименование показателя	Вариант заданий			
		№1	№2		
		Станок 1284Б	Станки 1П 365 и 2Н118	Станок 1284Б	Станки 1П 365 и 2Н118
1.	$T_{шт}$ , мин	1,22	18,3 + 8,34	1,83	18,3 + 8,34
2.	$T_o$ , мин	и	15,6 + 7,08	1,6	15,6 + 7,08
3.	Стоимость приспособления, грн.	800	500 + 500	2400	500 + 500

2.3. Определим срок окупаемости для станка  $R_{CT} = \frac{S_{CT1} - S_{CT2}}{(C_2 - C_1) \cdot N}$ , лет.

2.4. Определим срок окупаемости приспособления:

$$R_{np} = \frac{S_{np1} - S_{np2}}{(C_{T1} - C_{T2}) \cdot N}, \text{ лет.}$$

2.5 Определим ожидаемую годовую экономию  $\mathcal{E}_T = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N$ , грн, и сформулируем выводы.

2.6 На примере варианта № 1 произведем цифровой расчет величин.

2.6.1. Определим  $C_3$ :

$$C_{31} = 0,125 \cdot 1,22 = 0,153 \text{ грн};$$

$$C_{32} = 0,125 \cdot 18,3 = 2,29 \text{ грн};$$

$$C_{32} = 0,1 \cdot 8,34 = 0,834 \text{ грн.}$$

2.6.2. Определим  $C_{нд}$ :

$$C_{нд1} = 0,153 \left[ \frac{17,5}{100} + \frac{7,5}{100} \cdot \left( 1 + \frac{17,5}{100} \right) \right] = 0,04 \text{ грн};$$

$$C_{НД2} = 2,29 \left[ \frac{17,5}{100} + \frac{7,5}{100} \cdot \left( 1 + \frac{17,5}{100} \right) \right] = 0,6 \text{ грн};$$

$$C_{НД1} = 0,834 \left[ \frac{17,5}{100} + \frac{7,5}{100} \cdot \left( 1 + \frac{17,5}{100} \right) \right] = 0,22 \text{ грн}.$$

Таблица 2.11

## Показатели в вариантах технологического процесса

№	Наименование	Вариант		
		I	II	
		Станок 1284 Б	Станок 1П 365	Станок 2Н118
1	2	3	4	5
Исходные данные				
1.	Стоимость станка, грн	100 000	16 000	5000
2.	Стоимость приспособления, грн	800	500	500
3.	$T_{ит}, \text{ мин}$	1,22	18,3	8,34
4.	$T_O, \text{ мин}$	1,1	15,6	7,08
5.	Время работы инструментов, мин			
	– резцы проходные Т15К6 16x25 мм	4,91	5,5	–
	– сверла Р6М5 Ø11 мм	0,32	–	–
	– сверла Р6М5 Ø8,4 мм	0,24	–	–
	– зенковка Р6М5 Ø26 мм	0,032	–	0,5
	– зенкер сборный Т15К6 Ø39,2 мм	0,37	–	–
	– зенкер сборный Т15К6 Ø47,7 мм	0,25	–	–
	– зенкер сборный Т15К6 Ø58,8 мм	0,08	–	–
6.	Разряд работы	3	3	2
7.	Минутная ставка станочника грн/мин	0,125	0,125	0,1
8.	Мощность э/дв., кВт	20	14	2,8
9.	Коэффициент загрузки	0,75	0,97	0,92
Расчетные данные				
10.	Зарплата станочника, грн.	0,153	2,29	0,834
11.	Должностные начисления, грн.	0,04	0,6	0,22
12.	Амортизация станков, грн.	8,3	15,41	2,31
13.	Расходы на эксплуатацию станка, грн.	3,8	7,0	1,05
14.	Амортизация приспособлений, грн.	2,9	1,8	1,8
15.	Расходы на электроэнергию, грн.	0,13	1,34	0,12
16.	Расходы на Р.П., грн.	0,3	0,61	0,28
Итого: технологическая себестоимость, грн		15,6	29,05	6,61

2.6.3. Определим  $C_{HA}$ :

$$C_{HA1} = \frac{11 \cdot 10000 \cdot 1,1 \cdot 1,22}{60 \cdot 3950 \cdot 0,75} = 8,3 \text{ грн};$$

$$C_{HA2} = \frac{11 \cdot 16000 \cdot 1,1 \cdot 18,3}{60 \cdot 3950 \cdot 0,97} = 15,41 \text{ грн.}$$

$$C_{HA3} = \frac{11 \cdot 5000 \cdot 1,1 \cdot 8,34}{60 \cdot 3950 \cdot 0,92} = 2,31 \text{ грн.}$$

2.6.4. Определим  $C_{Hcm}$ :

$$C_{Hcm1} = \frac{5 \cdot 100000 \cdot 1,1 \cdot 1,22}{60 \cdot 3950 \cdot 0,75} = 3,8, \text{ грн};$$

$$C_{Hcm2} = \frac{5 \cdot 16000 \cdot 1,1 \cdot 18,3}{60 \cdot 3950 \cdot 0,97} = 7 \text{ грн};$$

$$C_{Hcm3} = \frac{5 \cdot 5000 \cdot 1,1 \cdot 8,34}{60 \cdot 3950 \cdot 0,92} = 1,05 \text{ грн.}$$

2.6.5. Определим  $C_H$ :

$$C_{Hnp1} = \frac{(26 + 10) \cdot 800}{10000} = 2,88, \text{ грн};$$

$$C_{Hnp2} = \frac{(26 + 10) \cdot 500}{10000} = 1,8 \text{ грн.}$$

2.6.6. Определим  $C_{Hu}$ :

$$C_{Hu1} = \left( \frac{130 \cdot 140}{60 \cdot 11} \right) \cdot 1,1 = 0,3 \text{ грн};$$

$$C_{Hu2} = \left( \frac{130 \cdot 20}{60 \cdot 11} \right) \cdot 15,6 = 0,61 \text{ грн};$$

$$C_{Hu3} = \left( \frac{130 \cdot 20}{60 \cdot 11} \right) \cdot 7,08 = 0,28, \text{ грн.}$$

2.6.7. Определим  $C_{Hэ}$ :

$$C_{Hэ1} = [0,25 \cdot (1,22 - 1,1) \cdot 20 + 0,55 \cdot 20 \cdot 1,1] \cdot \frac{0,62}{60} = 0,13 \text{ грн.}$$

$$C_{Hэ2} = [0,25 \cdot (18,3 - 15,6) \cdot 14 + 0,55 \cdot 14 \cdot 15,5] \cdot \frac{0,62}{60} = 1,34 \text{ грн.}$$

$$C_{Hэ3} = [0,25 \cdot (8,34 - 7,08) \cdot 2,8 + 0,55 \cdot 2,8 \cdot 7,08] \cdot \frac{0,62}{60} = 0,12 \text{ грн.}$$

2.6.8. Определим  $C_H$ :

$$C_{H1} = 0,04 + 8,3 + 3,8 + 2,88 + 0,3 + 0,13 = 15,45 \text{ грн};$$

$$C_{H2} = 0,6 + 15,41 + 7 + 1,8 + 0,61 + 1,34 = 26,76 \text{ грн};$$

$$C_{H3} = 0,22 + 2,31 + 1,05 + 1,8 + 0,28 + 0,12 = 5,78 \text{ грн.}$$

2.6.9. Определим  $C_3 + C_H$ :

$$C_{31} + C_{H1} = 0,153 + 15,45 = 15,6 \text{ грн};$$

$$C_{32} + C_{H2} = 2,29 + 26,76 = 29,05 \text{ грн};$$

$$C_{33} + C_{H3} = 0,834 + 5,78 = 6,61 \text{ грн.}$$

2.6.10. Определим срок окупаемости  $R$ :

$$R_{CT} = \frac{100000 - (16000 + 5000)}{(29,05 + 6,61 - 15,6) \cdot 10000} \approx 0,4 \text{ года};$$

$$R_{CT} = \frac{1000 - 800}{(29,05 + 6,61 - 15,6) \cdot 10000} \approx 0,001 \text{ года.}$$

Как видно, предлагаемая замена станков 1П365 и 2Н118 на станок 1284Б целесообразна и эффективна, поскольку имеет место малый срок окупаемости.

### 3. Отчет о работе.

В отчете студент приводит данные расчетов (по обоим вариантам):  $C_3$ ,  $C_{нд}$ ,  $C_H$ ,  $C_3 + C_H$ ,  $R$  и делает вывод о целесообразности выбора.

### 4. Литература [7; 8].

### 5. Вопросы для самоконтроля:

#### 5.1. Нормативный коэффициент $E_n$ принимают равным

- 0,5;
- 0,4;
- 0,3;
- 0,2;
- 0,1.

#### 5.2. К капитальным затратам относят затраты на покупку

- оборудования;
- режущего инструмента;
- заготовок;
- смазочно-охлаждающих сред;
- мерителей.

### **3. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ (ТПП) МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВАЛОВ, ВТУЛОК, КРЫШЕК, ШКИВОВ И ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

#### **3.1. Разработка типового технологического процесса (ТПП) изготовления ступенчатых валов**

**Цель работы** – научить студента разрабатывать ТПП разной конструкции в серийном производстве;

– научить студента оформлять документацию на ТПП вала.

##### **1. Общие сведения**

Валы – это детали машин, которые должны передавать вращательное движение. Класс валов делят на подклассы (подклассы валов длиной до 500 мм и длиной 500 – 1500 мм), группы (каждый подкласс состоит из 2-х групп: валы цельные и валы с центральным отверстием), а каждая группа состоит из типов: например валы длиной до 500 мм цельные имеют типы: валы гладкие – оси; валы ступенчатые; валы ступенчатые со шлицевыми пазами; валы ступенчатые со шлицевыми пазами и цилиндрическим венцом; валы ступенчатые со шлицевыми пазами и коническим венцом. В связи с большими знакопеременными нагрузками в процессе эксплуатации валы изготавливают из качественных углеродистых, конструкционных легированных сталей и низкоуглеродистых легированных сталей, которые упрочняют объемной или поверхностной закалкой или цементацией с закалкой.

Валы – это точные детали, основные поверхности которых изготавливают:

– диаметры – по h6 – h8;  $Ra - 0,63 \div 2,5$  мкм;

– пазы – по H8 – H10;  $Ra - 0,63 \div 2,5$  мкм;

– венцы – по 6 – 8 степени точности.

Так как основная масса валов изготавливается из сталей разных марок, то заготовками в среднесерийном производстве чаще всего являются разного вида штамповки, а в мелкосерийном – порезки из проката. Гладкие валы или оси, а также валы с коническими венцами в классе валов занимают относительно малый удельный вес, поэтому в данной работе их не рассматриваем.

В табл. 3.1 – табл. 3.4 приведены ТПП основных типов валов, которые подвержены упрочнению, а в табл. 3.5 – ТПП сырого вала ступенчатого без шлицев и венцов.

Таблица 3.1

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления ступенчатого вала без шлицев ( $L < 500$  мм) с ТО, заготовка – штамповка

№ пп	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, оснастки	Инструмент	Контроль
10	Фрезерно-центровальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать 2 торца в размер [ ] окончательно 2. Сверлить 2 отверстия в размер [ ] окончательно	Фрезерно- центр. станок [ ], спец. приспособление [ ]	Фрезы торцовые Т30К4 Сверла Р6М5	Калибры - скоба и пробка
20	Токарно-копировальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить шейки вала в размер [ ] 2. Точить фаски и канавки в размер [ ] предварительно	Токарно-копировальный полуавтомат [ ], Поводк. патрон [ ]	Резцы Т15К6	Калибры – скобы
30	Вертикально-фрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать шпоночные пазы в размеры [ ]	Вертикально-фрезерный станок [ ], Спец. приспособления [ ]	Фрезы Р6М5	Калибры - пробки
40	Термическая	Уложить в тару [ ], установить тару в печь	Печь закалочная [ ]		Твердомер
50	Кругло-шлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать шейки [ ] предварительно в размеры [ ] 2. Шлифовать шейки [ ] окончательно в размеры [ ]	Кругло - шлиф. станок [ ], Центра [ ]	Круг ПП 300 ÷ 400х40х203 14А40Н СМ1-С17К3	Калибры - скобы
60	Моечная	Уложить в тару [ ], установить тару в моечную машину	Моечная машина [ ]		
70	Слесарная	Маркировать номер детали	Вертикальный станок слесарный		
80	Контрольная	Выборочный контроль (5 % деталей)	Стенд контроля [ ]		

Таблица 3.2

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления ступенчатого вала со шлицами ( $L < 500$  мм) с ТО, заготовка – штамповка

№ пп	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, оснастки	Инструмент	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Фрезерно - центральная	Установить, закрепить (снять) заготовку. 1.Фрезеровать 2 торца в размер [ ] оконч. 2.Сверлить 2 отв. в размер [ ] оконч.	Фрез.-центр. станок [ ] спец. присп. [ ]	Фрезы торц. Т30К4 Сверла Р6М5	Калибры – скоба и пробка
20	Токарно-копирвальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Точить шейки вала в размер [ ] 2.Точить фаски и канавки в размер [ ] предв.	Токарно-копир. полуавтомат [ ], Поводк. патрон [ ]	Резцы Т15К6	Калибры – скобы
30	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Шлифовать предварительно шейки [ ] в размеры [ ]	Круглошлиф. станок [ ] Центра [ ] Поводк. патрон [ ]	Круг 300 ÷ 400x40x203 14А40Н СМ1-С17К3	Калибры – скобы
40	Вертикально - фрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Фрезеровать шпоночные пазы в размеры [ ]	Вертик.-фрезерный станок [ ] Спец. присп. [ ]	Фрезы Р6М5	Калибры – пробки
50	Шлицефрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Фрезеровать шлицы [ ] штук в размер [ ]	Шлицефрез. станок [ ] Спец. присп. [ ]	Фреза Р6М5	Спец. калибры
60	Токарно-винторезная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Точить резьбу [ ] в размер окончательно	Токарно-винт. станок [ ] Центра [ ] Поводк. патрон [ ]	Резец Т30К4	Резьб. калибры
70	Термическая	Уложить в тару [ ], установить тару в печь	Печь закалочная [ ]		Твердомер
80	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать окончательно шейки [ ] в размеры [ ]	Круглошлиф. станок [ ] Центра [ ] Поводк. патрон [ ]	Круг ПП 300 ÷ 400x40x203 14А40Н СМ1-С17К3	Калибры – скобы
90	Шлицешлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать шлицы [ ] штук окончательно в размер [ ]	Шлицешлиф. станок [ ] Спец. присп. [ ]	Круг ПП 100x20x32 14А40НС17К3	Спец. калибры



1	2	3	4	5	6
100	Слесарная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Калибровать резьбу 2.Зачистить заусеницы на шлицах 3.Маркировать номер детали	Машинные тиски [ ]	Напильники, надфили, плашка Р6М5	Спец. калибры
110	Моечная	Уложить в тару [ ], установить тару в моечную машину	Моечная машина [ ]		
120	Контрольная	Выборочный контроль (5% деталей)	Стенд контроля [ ]		

Таблица 3.3

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления вала-шестерни без шлицев ( $L < 500$  мм) с ТО, заготовка – штамповка

№ пп.	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, оснастки	Инструмент	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Фрезерно - центральная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Фрезеровать 2 торца в размер [ ] оконч. 2.Сверлить 2 отв. в размер [ ] оконч.	Фрез.-центр. станок [ ] спец. присп. [ ]	Фрезы торц. Т30К4 Сверла Р6М5	Калибры – скоба и пробка
20	Токарно-копирвальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Точить шейки вала в размер [ ] 2.Точить фаски и канавки в размер [ ] предв.	Токарно-копир. полуавтомат [ ], Поводк. патрон [ ]	Резцы Т15К6	Калибры – скобы
30	Вертикально-фрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Фрезеровать шпоночные пазы в размеры [ ]	Вертик.-фрезерный станок [ ] Спец. присп. [ ]	Фрезы Р6М5	Калибры – пробки
40	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Фрезеровать [ ] зуб(ьев) в размер [ ]	Зубофрезер. станок [ ] Спец. присп. [ ]	Черв. фреза Р6М5	Спец. инстр.
50	Зубозакругляющая	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Закруглить [ ] зубьев с двух сторон	Зубозакругл. станок [ ] Спец. оправка [ ]	Фреза Р6М5	
60	Зубошевинговальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Шевинговать [ ] зубьев окончательно	Зубошевинг. станок [ ] Спец. оправка [ ]	Шевер 9ХС	Зубомер
70	Термическая	Уложить в тару [ ], установить тару в печь	Печь закалочная [ ]		Твердомер

1	2	3	4	5	6
80	Кругло-шлифовальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шлифовать шейки [ ] предварительно в размеры [ ] 2. Шлифовать шейки [ ] окончательно в размеры [ ]	Круглошлиф. станок [ ] Центра [ ] Повод. патрон [ ]	Круг ПП 300 ÷ 400x40x203 14A40H CM1-S17K3	Калибры – скобы
90	Моечная	Уложить в тару [ ], установить тару в моечную машину	Моечная машина [ ]		
100	Слесарная	Маркировать номер детали	Верстак слесарный		
110	Контрольная	Выборочный контроль (5 % деталей)	Стенд контроля [ ]		

Таблица 3.4

Типовой технологический процесс (ТПП) изготовления вала-шестерни со шлицами ( $L < 500$  мм) с ТО, заготовка – штамповка

№ пп.	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, оснастки	Инструмент	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Фрезерно-центровальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать 2 торца в размер [ ] оконч. 2. Сверлить 2 отв. в размер [ ] оконч.	Фрез.-центр. станок [ ] спец. присп. [ ]	Фрезы торц. Т30К4 Сверла Р6М5	Калибры – скоба и пробка
20	Токарно-копировальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить шейки вала в размер [ ] 2. Точить фаски и канавки в размер [ ] предв.	Токарно-копир. полуавтомат [ ], Поводк. патрон [ ]	Резцы Т15К6	Калибры – скобы
30	Кругло-шлифовальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шлифовать предварительно шейки [ ] в размеры [ ]	Кругло-шлиф. станок [ ] Центра [ ] Повод. патрон [ ]	Круг 300 ÷ 400x40x203 14A40H CM1-S17K3	Калибры – скобы
40	Вертикально-фрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать шпоночные пазы в размеры [ ]	Вертик.-фрезерный станок [ ] Спец. присп. [ ]	Фрезы Р6М5	Калибры – пробки
50	Шлице-фрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать шлицы [ ] штук в размер [ ]	Шлицефрез. станок [ ] Спец. присп. [ ]	Фреза Р6М5	Спец. калибры

1	2	3	4	5	6
60	Токарно-винторезная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Точить резьбу [ ] в размер окончательно	Токарно-винт. станок [ ] Центра [ ] Пов. патрон [ ]	Резец Т30К4	Резьб. калибры
70	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Фрезеровать [ ] зуб(ьев) в размер [ ]	Зубофрезер. станок [ ] Спец. присп. [ ]	Черв. фреза Р6М5	Спец. инстр.
80	Зубозакругляющая	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Закруглить [ ] зубьев с двух сторон	Зубозакругл. станок [ ] Спец. оправка [ ]	Фреза Р6М5	
90	Зубошевинговальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Шевинговать [ ] зубьев окончательно	Зубошевинг. станок [ ] Спец. оправка [ ]	Шевер 9ХС	Зубомер
100	Термическая	Уложить в тару [ ], установить тару в печь	Печь закалочная [ ]		Твердо-метр
110	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать окончательно шейки [ ] в размеры [ ]	Кругло-шлиф. станок [ ] Центра [ ] Пов. патрон [ ]	Круг ПП 300 ÷ 400х40х203 14А40Н СМ1-С17К3	Калибры – скобы
120	Шлицешлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать шлицы [ ] штук окончательно в размер [ ]	Шлицешлиф. станок [ ] Спец. присп. [ ]	Круг ПП 100х 20х32 14А40СМ17К3	Спец. калибры
130	Зубошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать [ ] зубьев окончательно в размер [ ]	Зубошлиф. станок [ ] Спец. оправка [ ]	Круг ПП 100х 20х32 14А 16÷12 НСМ1÷С17К3	Зубомер
140	Слесарная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Калибровать резьбу 2.Зачистить заусеницы на шлицах 3.Маркировать номер детали	Маш. тиски [ ]	Напильники, надфили, плашка Р6М5	Спец. калибры
150	Моечная	Уложить в тару [ ], установить тару в моечную машину	Моечная машина [ ]		
160	Контрольная	Выборочный контроль (5 % деталей)	Стенд контроля [ ]		

Таблица 3.5

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления ступенчатого вала без шлицев ( $L < 500$  мм) без ТО, заготовка – штамповка

№ пп.	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, оснастки	Инструмент	Контроль
10	Фрезерно-центровальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Фрезеровать 2 торца в размер [ ] оконч. 2.Сверлить 2 отв. в размер [ ] оконч.	Фрез.-центр. станок [ ] спец. присп. [ ]	Фрезы торц. Т30К4 Сверла Р6М5	Калибры – скоба и пробка
20	Токарно-копировальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Точить шейки вала в размер [ ] 2.Точить фаски и канавки в размер [ ] предв.	Токарно-копир. Полуавтомат [ ], Поводк. патрон [ ]	Резцы Т15К6	Калибры – скобы
30	Вертикально-фрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Фрезеровать шпоночные пазы в размеры [ ]	Вертик.-фрезерный станок [ ] Спец. присп. [ ]	Фрезы Р6М5	Калибры – пробки
40	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать шейки [ ] предварительно в размеры [ ] 2.Шлифовать шейки [ ] окончательно в размеры [ ]	Кругло-шлиф. станок [ ] Центра [ ]	Круг ПП 300 ÷ 400х40х203 14А40Н СМ1-С17К3	Калибры – скобы
50	Моечная	Уложить в тару [ ], установить тару в моечную машину	Моечная машина [ ]		
60	Слесарная	Маркировать номер детали	Верстак слесарный		
70	Контрольная	Выборочный контроль (5 % деталей)	Стенд контроля [ ]		

Разработка ТТП вала при заданных условиях производится следующим образом.

Рассмотрим объект изготовления и отнесем его к одному из типов данного подкласса и группы.

Сопоставим объект и представитель типа и определим их отличия: если объект имеет какие-то поверхности, отсутствующие у типа, или имеющие более высокие требования по точности и качеству поверхности, то наметим

переходы к существующим операциям или новые операции, руководствуясь типовыми рекомендациями.

Следует учесть несколько правил:

1. Если поверхность обрабатывается более точно или с более высокими требованиями по шероховатости поверхности, чем у типового представителя, то последующие операции (переходы) следует добавить в соответствующие этапы.

2. Если на объекте имеются вспомогательные поверхности (резьбовые отверстия, лыски, скосы), то операции по их обработке добавляются в массив переходов формирования основной поверхности, на которой они расположены, при этом до термической обработки этой основной поверхности.

3. При введении новых операций следует руководствоваться унифицированным подходом, т.е. использовать такие же методы обработки, как и заложенные в ТТП, станки и т.д.

## 2. Порядок выполнения работы

2.1. Каждый студент должен получить у преподавателя задание на работу, исходя из рис. 3.1 – рис. 3.14.

2.2. Провести анализ чертежа детали и отнести его к одному из 6 типов ступенчатых валов.

2.3. Произвести разметку чертежа вала, обозначив порядковыми номерами (по или против часовой стрелки) все поверхности детали на всех проекциях.

2.4. Составить табл. 3.6 поверхностей типового представителя и детали – задания.

Таблица 3.6

Поверхности типового представителя и детали – задания

Типовой представитель		Деталь–задание		Методы обработки
№ поверхности	Наименование	№ поверхности	Наименование	
1	2	3	4	5

**2.5.** На все поверхности детали, которых не оказалось у типового представителя, используя таблицы «Методы обработки типовых поверхностей» записать в табл. 3.1, графа 5 рекомендации по методам обработки для заданной точности и шероховатости поверхности.

**2.6.** Используя типовой техпроцесс, исключить из него операции, которые назначены на отсутствующие у детали поверхности, и включить операции обработки на поверхности, которые имеются у детали и отсутствуют у типового представителя. Нумерацию вводимых операций давать цифрами от 1 до 9 в соответствующем разделе (21, 31, 61 – 69 и т.д.)

**2.7.** Записать ТТП в МК.

**2.8.** Оформить отчет.

### **3. Оформление отчета**

**3.1.** Табл. 3.6.

**3.2.** Обоснование вводимых методов.

**3.3.** МК на деталь.

### **4. Литература [ ]**

### **5. Вопросы для самоконтроля:**

#### **5.1. Валы в машине служат для:**

- установки подшипников;
- установки шпонок;
- передачи вращения;
- возвратно-поступательного движения;
- создания декоративной обстановки.

#### **5.2. В качестве чистовых баз у валов выбирают:**

- торцы;
- канавки кольцевые;
- центровые отверстия;
- канавки цилиндрические;
- пазы шлицевые.

#### **5.3. Шпоночные пазы делают:**

- в заготовке;
- после черновой обработки шейки перед чистовой обработкой;
- после чистовой обработки шейки перед закалкой;
- после чистовой обработки шейки и ее закалки;
- можно сделать на любом этапе.

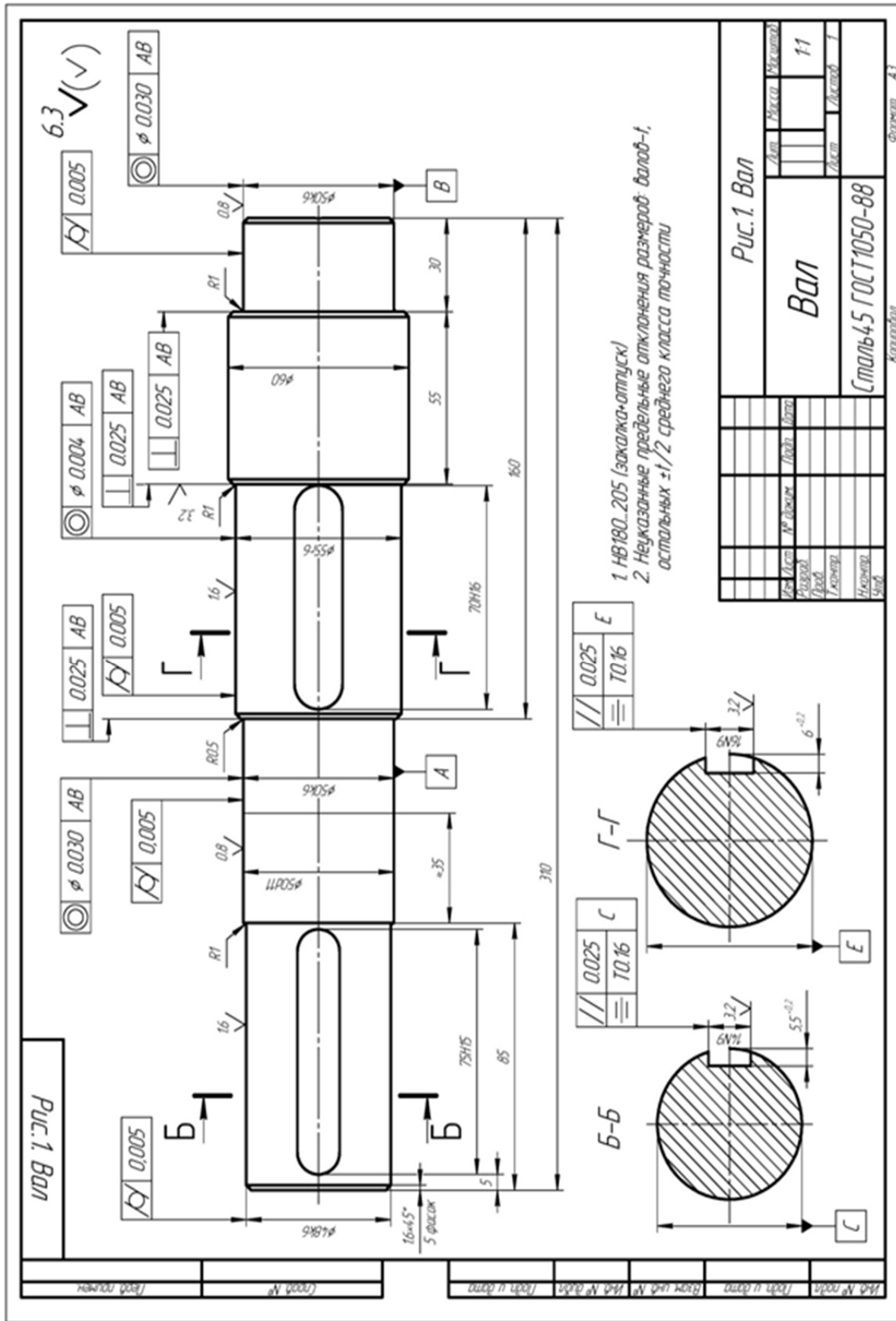
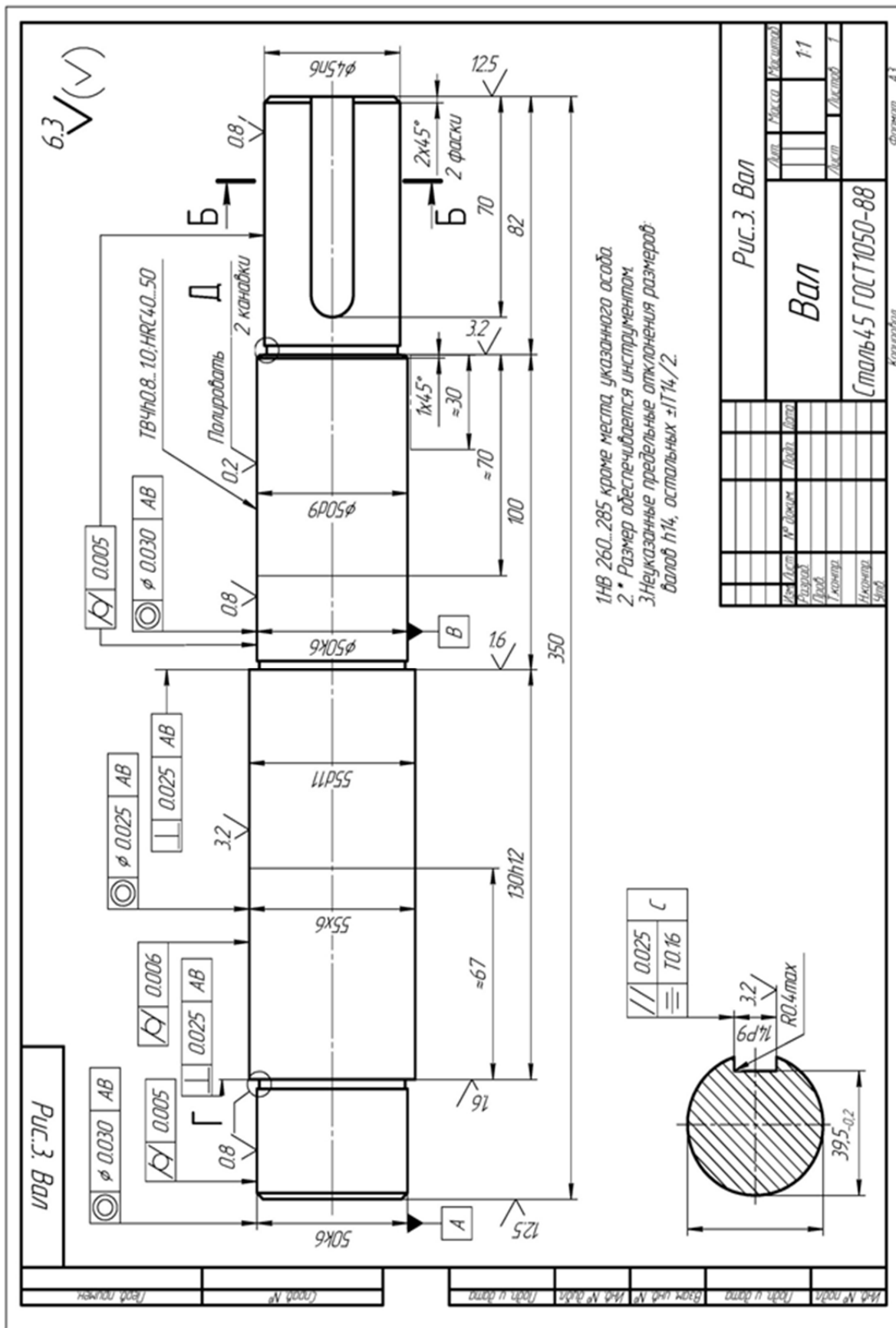


Рис. 3.1. Чертеж вала







1. HB 260...285 кроме места, указанного осью.
2. \* Размер обеспечивается инструментом.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, остальных  $\pm IT14/2$ .

Рис. 3.3. Чертеж вала

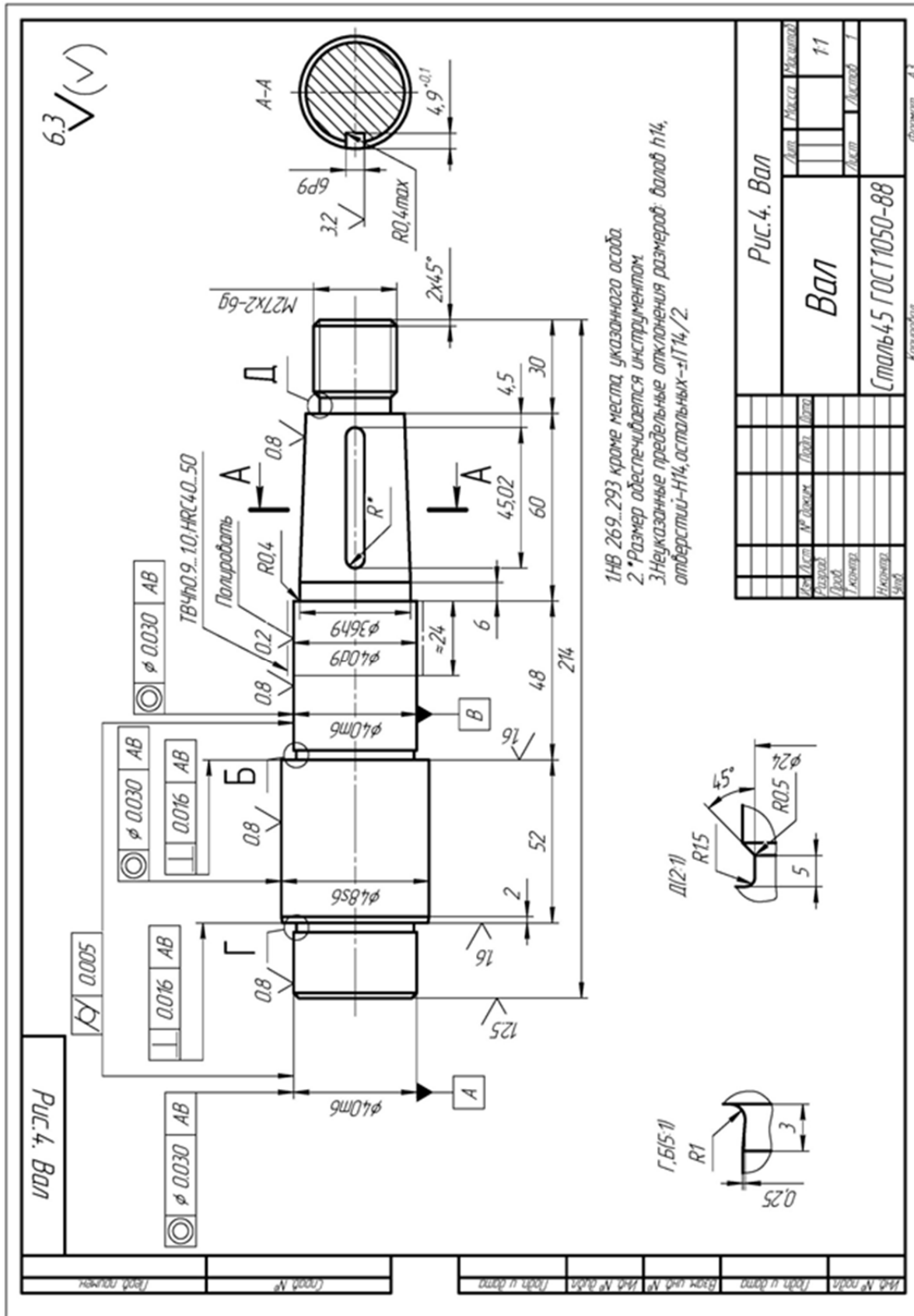


Рис. 3.4. Чертеж вала

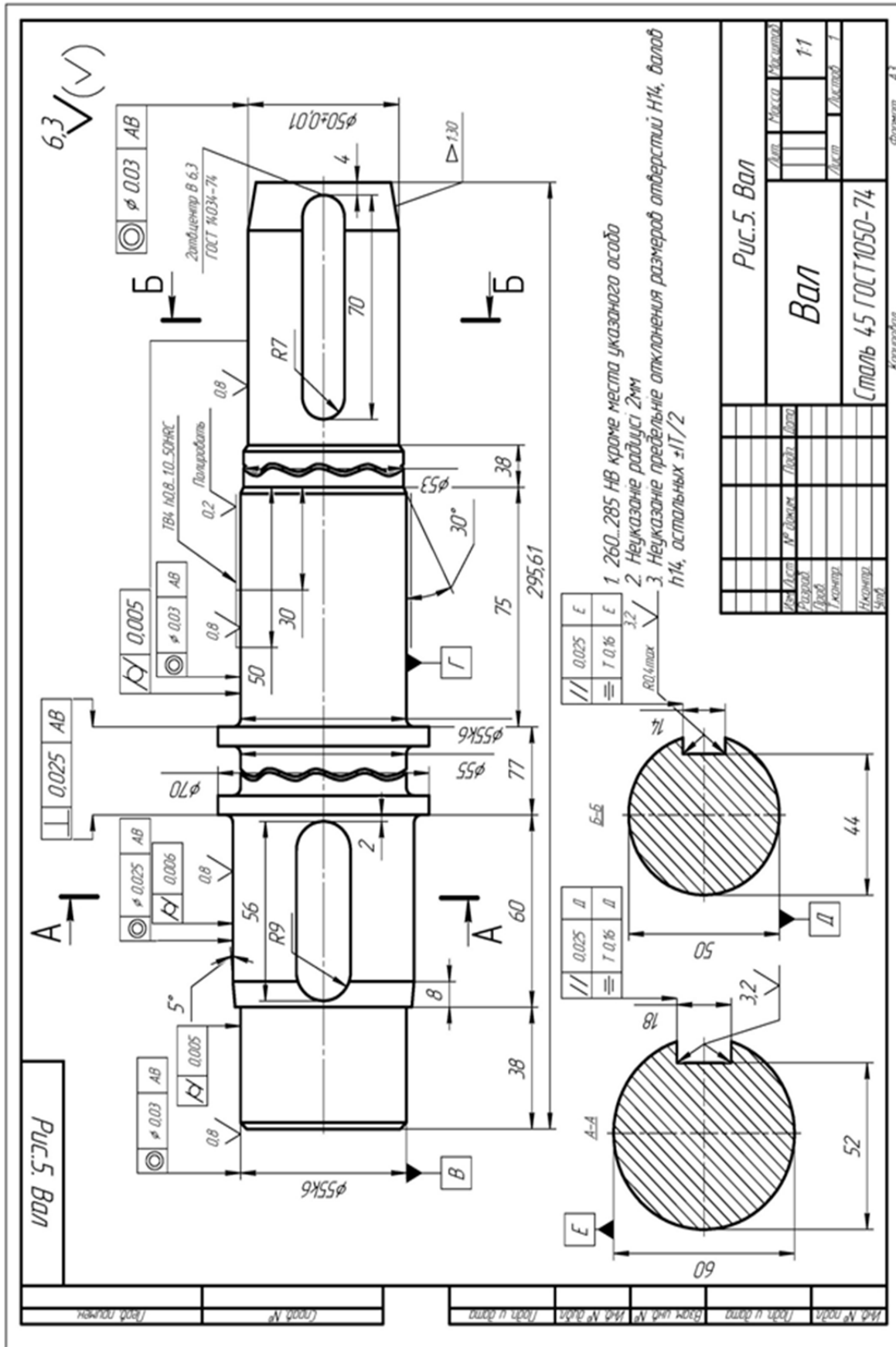


Рис. 3.5. Чертеж вала



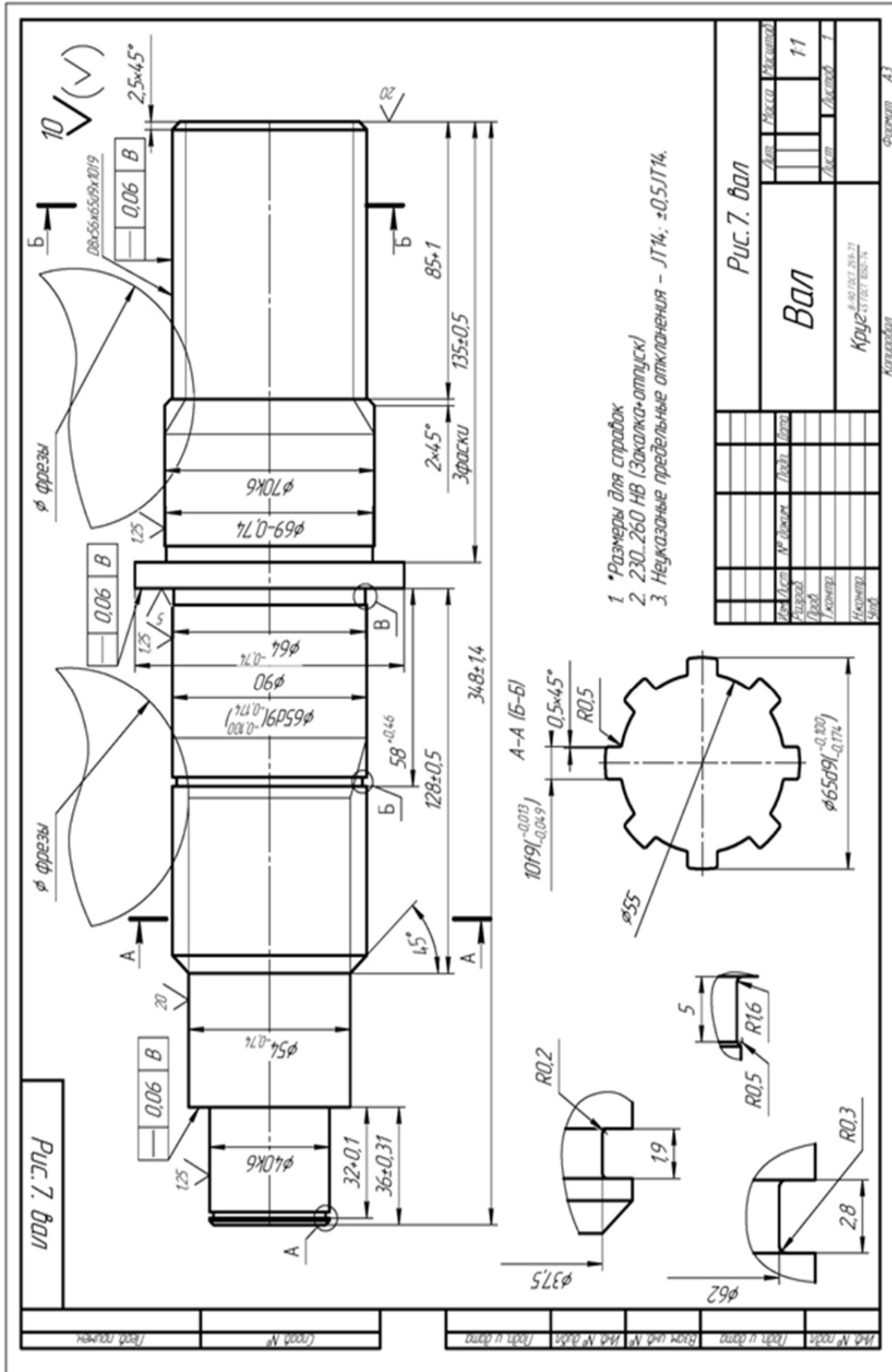


Рис. 3.7. Чертеж вала



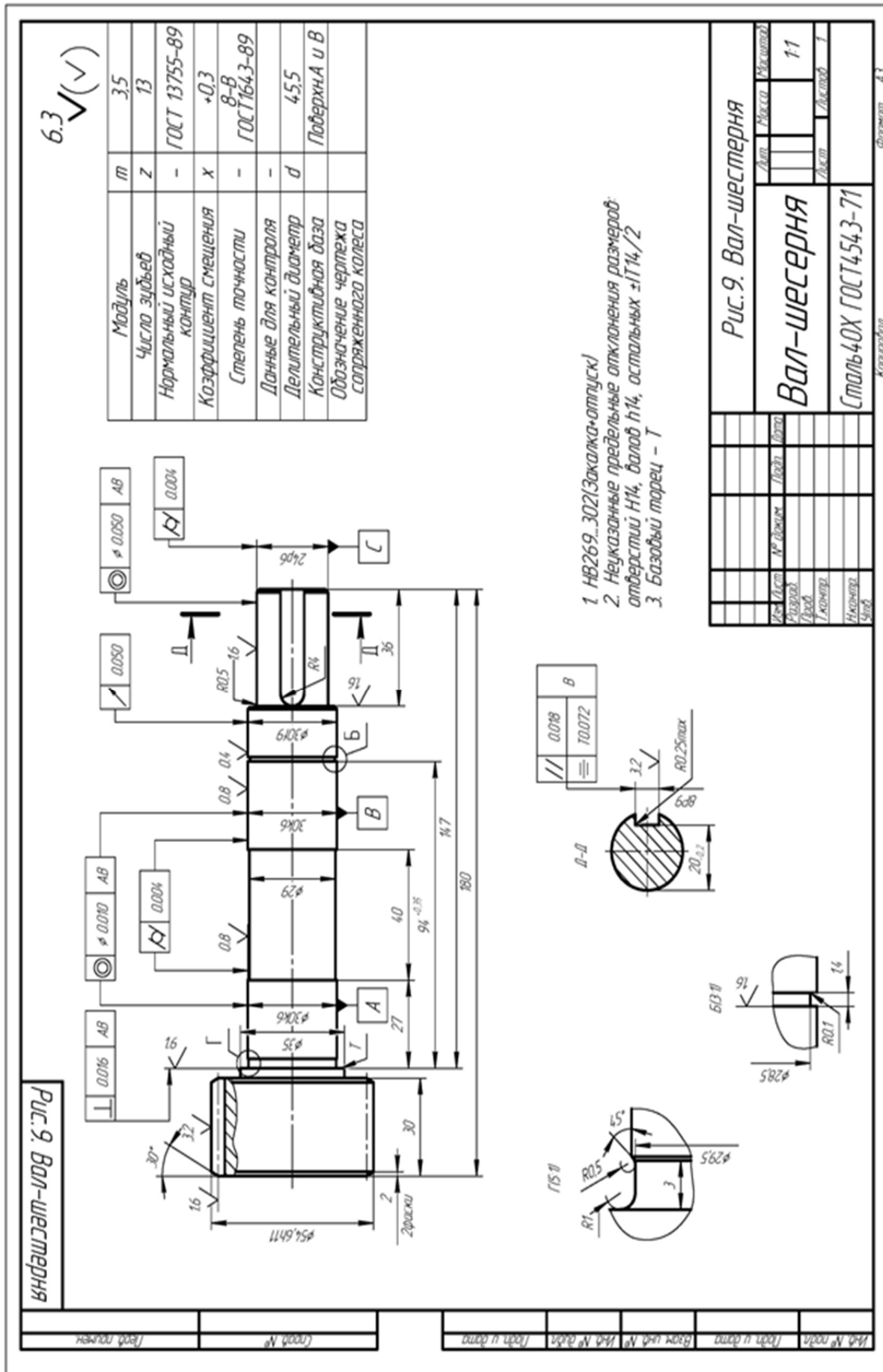


Рис. 3.9. Чертеж вал-шестерни

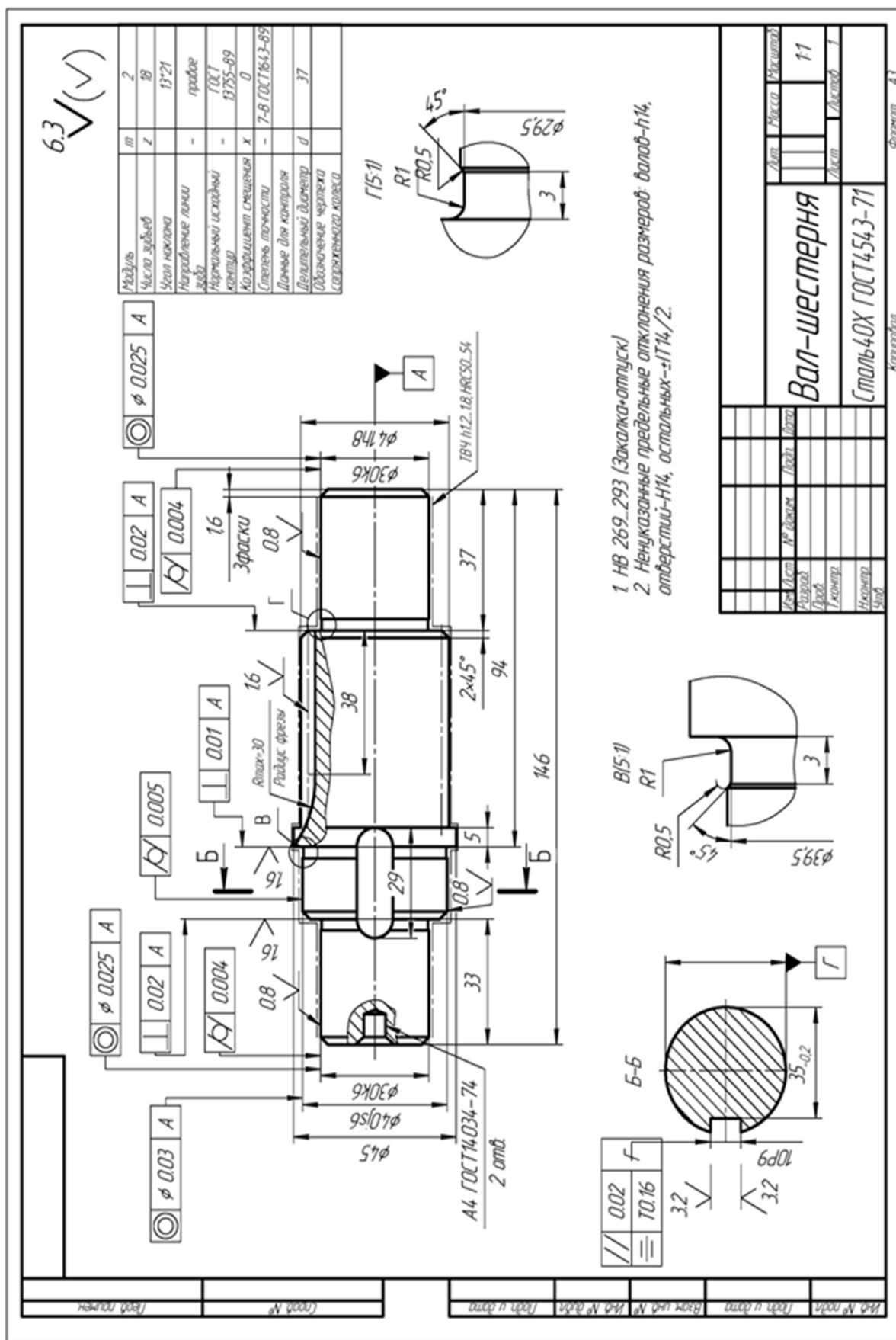


Рис. 3.10. Чертеж вал-шестерни



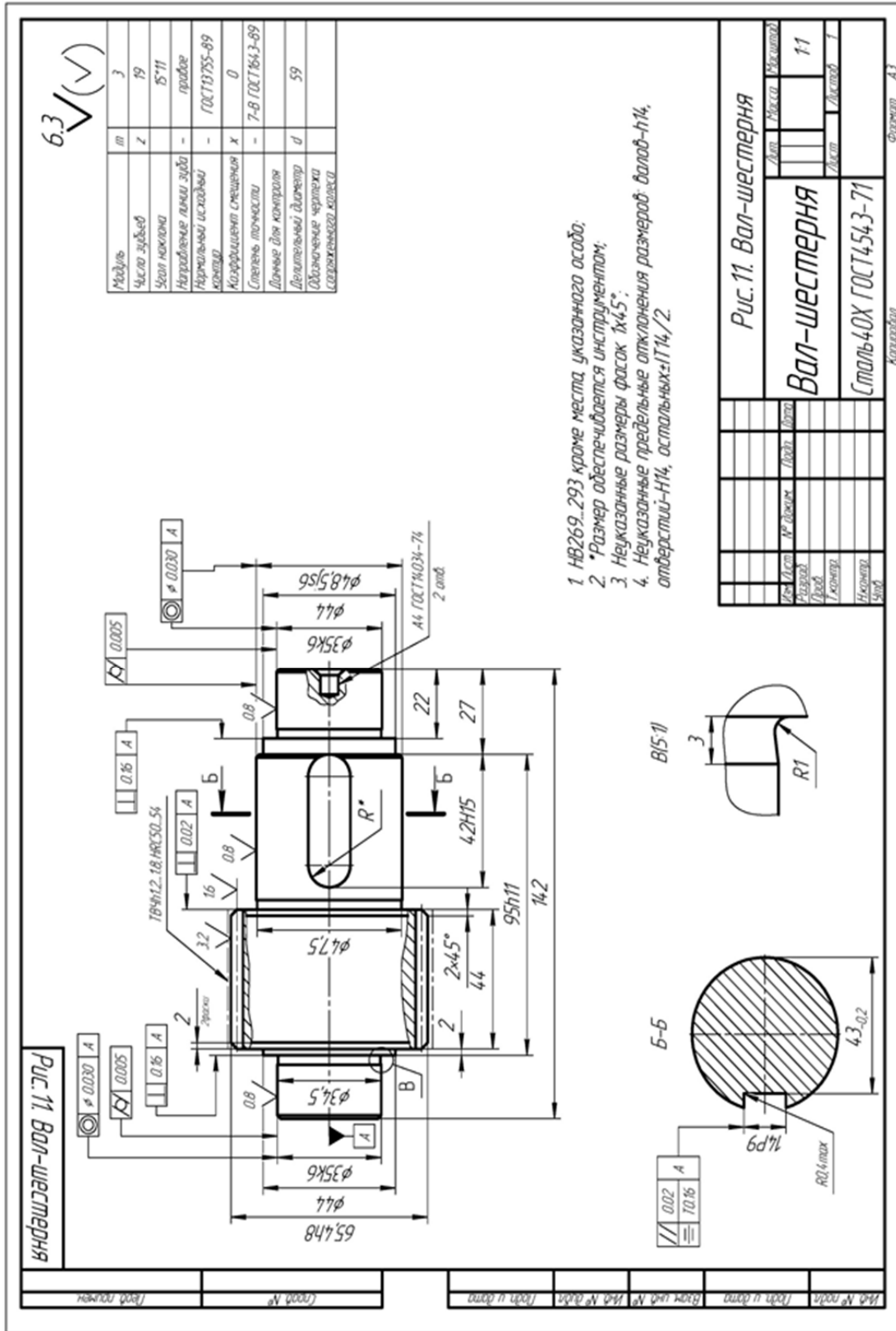


Рис. 3.11. Чертеж вал-шестерни

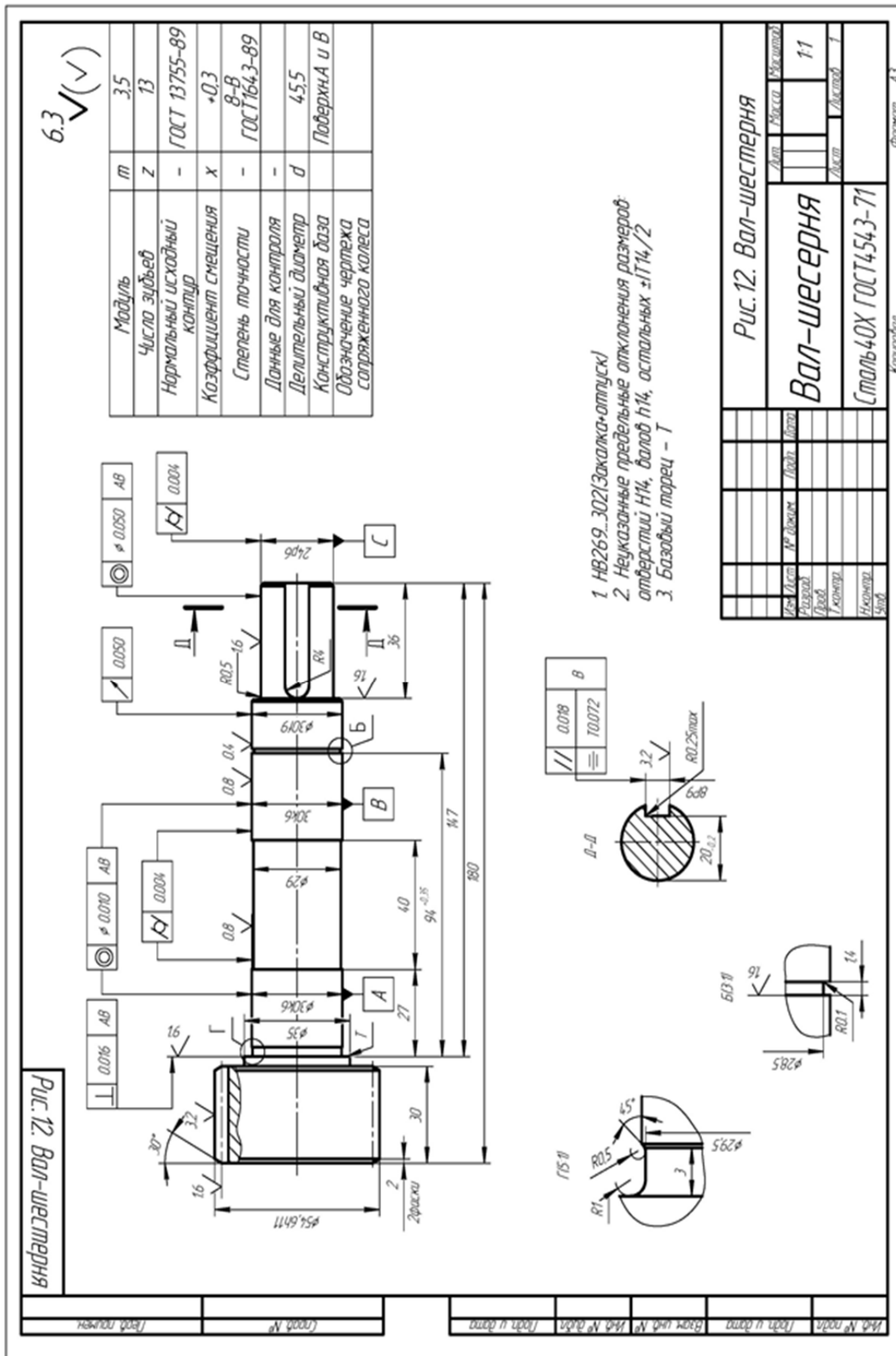


Рис. 3.12. Чертеж вал-шестерни

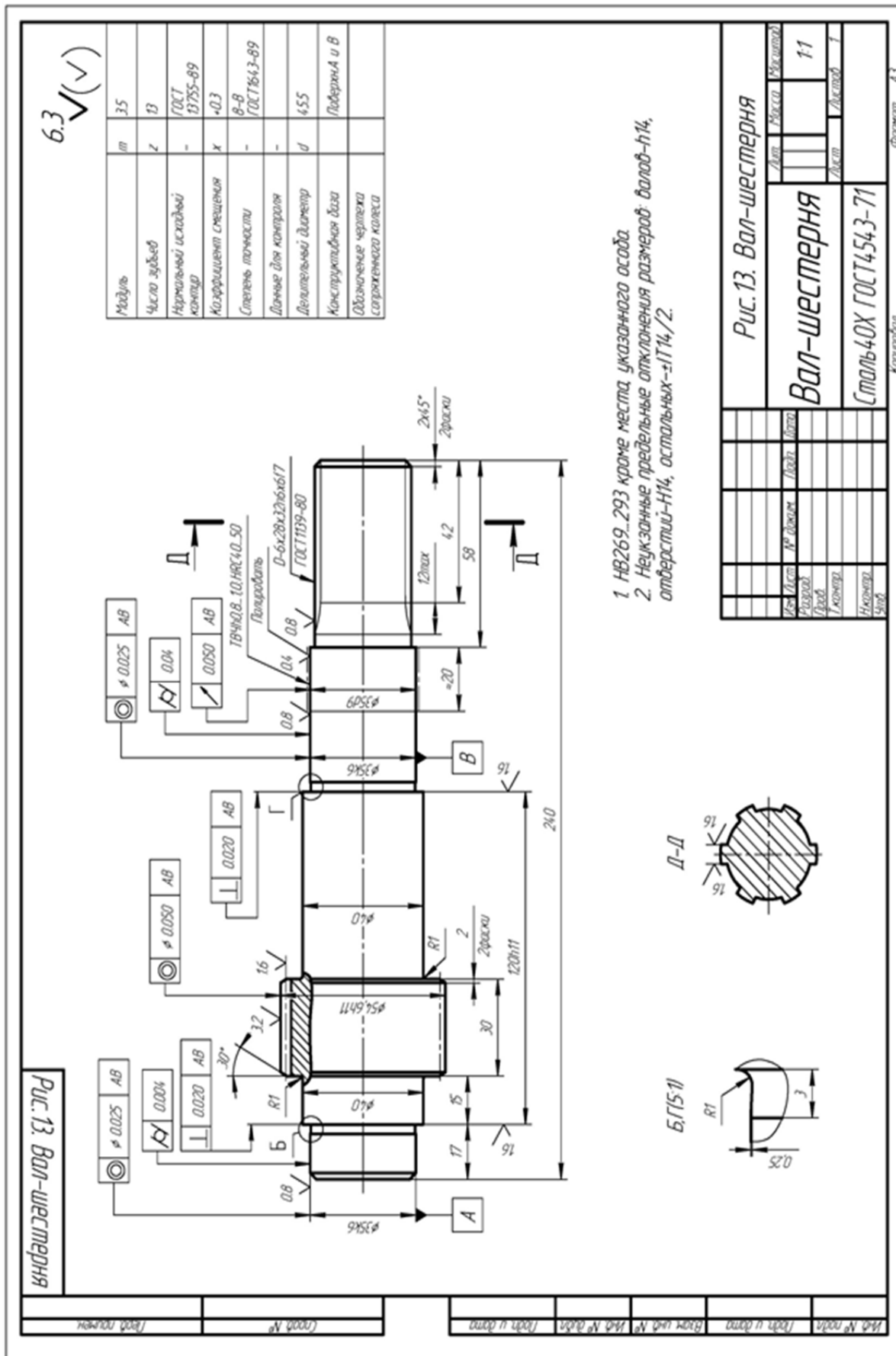


Рис. 3.13. Чертеж вал-шестерни

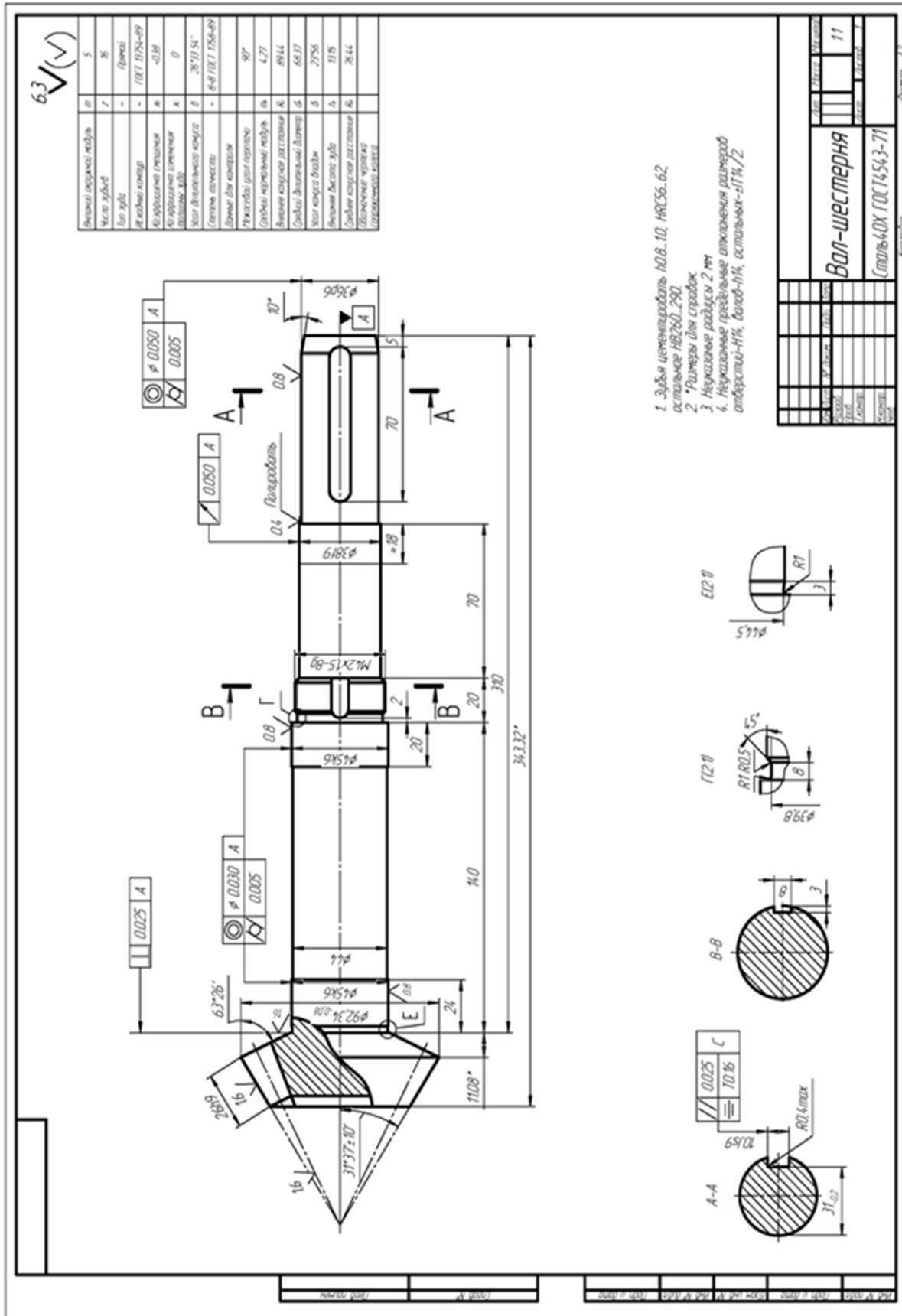


Рис. 3.14. Чертеж вал-шестерни

### 3.1.1. Сравнение методов обработки наружных цилиндрических поверхностей деталей на токарно-копировальных и токарно-револьверных станках

**Цель работы** – дать информацию об основных методах обработки наружных цилиндрических поверхностей валов, втулок, шестерен на токарно-револьверных и токарно-копировальных станках;

– научить обосновывать и выбирать наиболее эффективный метод обработки для заданных условий.

#### 1. Общие сведения

Наружные цилиндрические поверхности многих типовых деталей обрабатывают точением на различных токарных станках: универсальных, копировальных, многорезцовых, револьверных, одно- и многошпиндельных автоматах и полуавтоматах, станках с ЧПУ. Весьма часто технологи выбирают из этого перечня токарную обработку деталей на револьверных и копировальных станках (рис. 3.15, рис. 3.16). Этот выбор обусловлен условиями:

- 1) относительно высокая производительность обработки;
- 2) невысокая стоимость оборудования и относительная простота его обслуживания;
- 3) малое время переналадки копировальных станков при переходе на обработку других деталей;
- 4) высокая концентрация инструментов на револьверных станках (6 позиций или 8 позиций в револьверной головке и один или более резцов в поперечном суппорте).

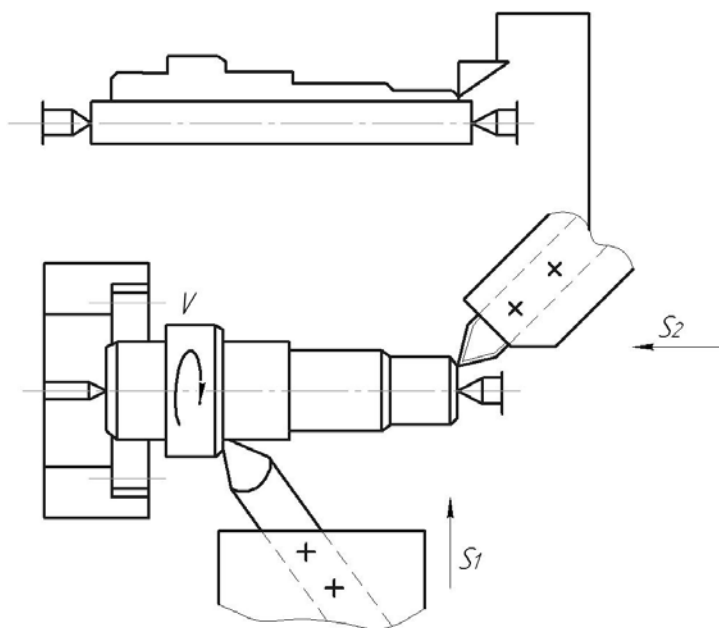


Рис. 3.15. Наладка на токарно-копировальный станок

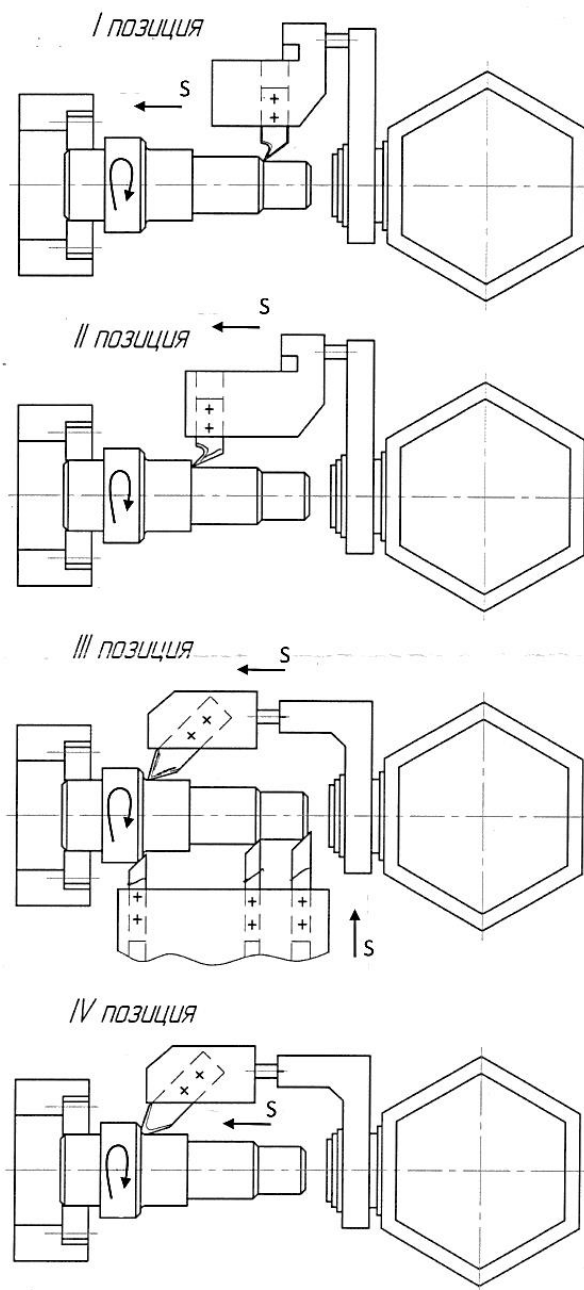


Рис. 3.16. Наладка на токарно-револьверный станок

Черновая обработка деталей из стали 45 резами Т30К4 может быть выполнена на режиме:  $V_p = 30 \div 70$  м/мин;  $t < 5$  мм;  $S = 0,6 \div 1,2$  мм/об. ( $\varnothing 50 \div 80$  мм) и  $S = 1 \div 1,6$  мм/об. ( $\varnothing 80 \div 120$  мм).

Меньшие значения скоростей и подач принимают при обработке на револьверных станках, а большие – на копировальных станках. Для выбора варианта не интуитивно, а рационально следовало бы сопоставить два метода друг с другом.

Объективной оценкой в таких ситуациях служит полная себестоимость изготовления детали, но на начальных этапах проектирования процесса такой

расчет невозможен, поэтому попробуем сделать выбор на базе ограниченного массива информации.

В соответствии с типовыми рекомендациями при известных размерах детали, материале детали и его свойствах при разработке операции можно выбрать станок, приспособление и комплект инструментов для изготовления детали, а также выбрать режимы работы и, пользуясь известной формулой  $T_0 = \frac{L_0}{n \cdot S} \cdot i$ , быстро рассчитать основное время обработки  $T_0$ .

В технической литературе имеются рекомендации: при копировальной обработке  $T_{шт-к} = 1,7 \cdot T_0$ , а при револьверной и многолезвовой обработке  $T_{шт-к} = 2 \cdot T_0$ . Таким образом, имеется информация о станках, приспособлениях, инструментах, режимах и производительности обработки, и поэтому на базе такой неполной информации можно сопоставить 2 рассматриваемых метода обработки по их затратам  $C_{\Sigma}$ :

$$C_{\Sigma} = C_0 + C_{II} + C_p + C_3 + C_{рем},$$

где  $C_0$  – затраты на эксплуатацию оборудования, грн;

$C_{II}$  – затраты на приспособления, грн;

$C_p$  – затраты на инструмент – резцы, грн;

$C_3$  – зарплата рабочих и наладчиков, грн;

$C_{рем}$  – затраты на ремонт станков, грн.

Ниже рассмотрим рекомендации по определению этих затрат.

Для резцов из твердых сплавов период их стойкости равен  $T = 40 \div 75$  мин. Каждый резец может быть восстановлен до 10 раз ( $i=10$ ), поэтому, если принять  $T = 60$  мин, то срок службы резца  $T_{\Sigma}$  составит:  $60 + 60 \cdot i = 660$  мин основного времени обработки. Затраты на резец составляют:  $C_p = C_{p1} + C_{p2}$ , где  $C_p$  – стоимость нового резца, грн. Можно принять, что стоимость резца с напайной пластиной из твердого сплава равна  $C_{p1} = 20$  грн, а  $C_{p2}$  – стоимость  $i$ -х переточек резца, грн. При стоимости одной переточки приблизительно равной 5 грн, имеем  $C_{p2} = i \cdot 5 = 10 \cdot 5 = 50$  грн.

Таким образом, за все время службы – 660 мин – затраты на резец составляют  $C_p = 20 + 50 = 70$  грн или 1 минута основного времени эксплуатации резца (времени резания) равна:

$$\frac{C_p}{T} = \frac{70}{660} \cong 0,105 \text{ грн} = 10,5 \text{ коп.}$$

Затраты на приспособления для двух методов следующие:

– на копировальных станках – это поводковый патрон и комплект передних и задних центров. Можно принять срок их амортизации 2 года и тогда

$C_{\Pi}$  в год равен  $0,5 \cdot C_{\Pi}$ . По рыночным ценам  $C_{\Pi} = 2000$  грн, тогда в год величина  $C_{\Pi} = 0,5 \cdot 2000 = 1000$  грн. Таким образом, при годовой программе выпуска  $N$  деталей величина  $C_{\Pi} = \frac{1000}{N}$  (на одну деталь) для обоих вариантов.

Затраты на эксплуатацию оборудования составляют  $C_0 = C_{01} + C_{02} + C_{03}$ , где,  $C_{01}$  – суммарные затраты на приобретение станка, его доставку и монтаж. Тогда для копировального станка имеем  $C_{01} = 62000$  грн, а для револьверного станка –  $C_{01} = 49100$  грн.

Годовые отчисления на амортизацию станков составляют приблизительно 15 % их балансовой стоимости. При годовой программе выпуска деталей  $N$  шт. на одну деталь (при использовании 1 станка) эта величина равна:

$$C_{01к} = \frac{62000 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{9300}{N}, \text{ грн};$$

$$C_{01р} = \frac{49100 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{7365}{N}, \text{ грн.}$$

$C_{02}$  – затраты на электроэнергию станков. Если принять коэффициент использования мощности  $\eta_N = 0,8$ , а коэффициент загрузки копировального станка  $\eta_k$ , а револьверного станка  $\eta_m$  (их величина будет определена ниже), а также стоимость 1 kw = 1,3 грн/kw (на 01.01.14), то можно найти эту величину.

$C_{03}$  – затраты на содержание станков; их величины можно принять:  $C_{03к} = 1,2$  коп/дет;  $C_{03р} = 0,7$  коп/дет.

Зарплата рабочих и наладчиков  $C_3$  может быть определена с учетом следующих условий:

1. Разряд работы токаря – 3.
2. Разряд работы наладчика – 5.
3. Плановая переработка норм – 20 %.
4. Наладчик обслуживает 8 станков.
5. Минимальная зарплата 1 разряда – 1250 грн/месяц при фонде времени 165 часов в месяц или 7,6 грн/час. Тарифный коэффициент 3 разряда – 1,3, пятого разряда – 1,7.

Таким образом, зарплата рабочих  $C_3$  составит: для 3 разряда –  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 11,82$  грн/час, для 5 разряда –  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,7 = 15,5$  грн/час. Затраты на ремонт станка  $C_{рм}$  (его механической части при длительности ремонтного цикла 5 лет) составляют 30 часов работы ремонтника 3 разряда или:

$$C_{рм} = 30 \cdot 11,82 = 354,6 \text{ грн.}$$

Затраты на ремонт электротехнической части  $C_{рэ}$  обычно принимают равными 40 % от  $C_{рм}$ , т.е.  $C_{рэ} = 354,6 \cdot 0,4 = 141,84$  грн.



Таким образом, затраты на ремонт станка составляют:

$$C_{\text{рст}} = C_{\text{рм}} + C_{\text{рэ}} = 354,6 + 141,84 = 496,44 \text{ грн.}$$

Затраты на материалы при ремонте  $C_{\text{рмат}}$  принимают равными  $75 \% \cdot C_{\text{р}}$  или  $C_{\text{рмат}} = 496,44 \cdot 0,75 = 372,33 \text{ грн.}$

Цеховые расходы  $C'$  ремонтного подразделения принимают равными  $196 \% \cdot C_{\text{рст}}$  или  $C' = 496,44 \cdot 1,96 = 973 \text{ грн.}$

Исходя из выше изложенного, суммарные затраты на ремонт равны  $C_{\text{рем}\Sigma} = C_{\text{рст}} + C_{\text{рмат}} + C' = 496,44 + 372,33 + 973 = 1841,77 \text{ грн.}$

Выбранные станки имеют категорию ремонтной сложности – 10, а затраты на ремонт на одну деталь составляют:

$$C_{\text{рдет}} = \frac{C_{\text{р}\Sigma} \cdot 10}{N} = \frac{1841,77 \cdot 10}{N} = \frac{18417,7}{N} \text{ грн.}$$

## 2. Порядок выполнения работы

2.1. Получить задание на выполнение работы из табл. 3.6.

Таблица 3.6

Варианты заданий (Вал из стали 45 ГОСТ 1051-89)

№ вар.	N, шт./год	Размеры, мм					
		$d_1$	$l_1$	$d_2$	$l_2$	$d_3$	$l_3$
1	200000	40	40	50	60	60	40
2	4000	40	20	50	70	60	50
3	5000	40	20	45	60	70	60
4	10000	50	30	60	90	80	30
5	1500	50	30	70	80	80	30
6	1600	60	30	70	80	80	30

2.2. Задать режим работы  $V$  и  $S$ .

2.3. Определить  $T_0$  для вариантов.

2.4. Определить  $T_{\text{шт-к}}$  для вариантов.

2.5. Определить  $C_{\text{р}}$ .

2.6. Определить  $C_{\text{п}}$ .

2.7. Определить  $C_0$ .

2.8. Определить  $C_3$ .

2.9. Определить  $C_{\text{рдет}}$ .

2.10. Определить  $C_{\Sigma}$ .

2.11. Сопоставить два варианта и сформулировать выводы.

2.12. На примере задания № 1 приведен цифровой расчет.

2.12.1. Режим работы на копировальном станке:  $V = 70$  м/мин;  $S = 1,2$  мм/об., а на револьверном станке:  $V = 40$  м/мин;  $S = 0,6$  мм/об.

2.12.2. Определим  $T_0$  (расчет ведется для диаметра  $d_2$ ):

– копировальный станок:

$$T_0 = \frac{L_0}{n \cdot S} = \frac{40 + 60 + 40}{\frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 50} \cdot 1,2} = 0,26 \text{ мин};$$

– револьверный станок:

$$T_0 = \frac{L_0}{n \cdot S} = \frac{l_1 + 2 + l_2 + 2 + l_3 + 2}{\frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 50}} = 0,95 \text{ мин.}$$

2.12.3. Определим  $T_{\text{шт-к}}$ :

– копировальный станок:  $T_{\text{шт-к}} = 1,7T_0 = 1,7 \cdot 0,26 = 0,44$  мин;

– револьверный станок:  $T_{\text{шт-к}} = 2T_0 = 2 \cdot 0,95 = 1,9$  мин.

2.12.4. Определим загрузку станков при фонде времени в одну смену – 1980 час и работе в две смены:

– копировальный станок:  $\eta_k = \frac{N \cdot T_{\text{шт-к}}}{F} = \frac{200000 \cdot 0,44}{1980 \cdot 60 \cdot 2} = 0,37$ ;

– револьверный станок:  $\eta_m = \frac{N \cdot T_{\text{шт-к}}}{F} = \frac{200000 \cdot 1,9}{1980 \cdot 60 \cdot 2} = 1,6$ .

Таким образом, необходимо либо изменить режим работы револьверного станка, либо принять 2 станка. Принимаем 2 станка и тогда  $\eta_p = \frac{1,6}{2} = 0,8$ .

2.12.5. Определим затраты на режущий инструмент:

– копировальный станок (работают 2 резца):

$$C_p = 2 \cdot T_0 \cdot 10,5 = 2 \cdot 0,26 \cdot 10,5 \approx 5,5 \text{ коп/дет};$$

– револьверный станок (работают 7 резцов):

$$C_p = 7 \cdot T_0 \cdot 10,5 = 7 \cdot 0,95 \cdot 10,5 = 70 \text{ коп/дет.}$$

2.12.6. Затраты на приспособления  $C_{\text{п}}$  для обоих вариантов одинаковы и равны:

$$C_{\text{п}} = \frac{1000}{N} = \frac{1000}{200000} = 0,5 \text{ коп.}$$

2.12.7. Затраты на электроэнергию  $C_{02}$  равны:

– копировальный станок:

$$C_{02} = \frac{\Phi \cdot \eta_N \cdot \eta_k \cdot 1,3 \cdot 30}{60 \cdot 200000} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,37 \cdot 1,3 \cdot 30}{60 \cdot 200000} = 0,229 \text{ грн};$$

– револьверный станок:

$$C_{02} = \frac{\Phi \cdot \eta_N \cdot \eta_k \cdot 1,3 \cdot 16,7}{60 \cdot 200000} = \frac{2 \cdot 238000 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 17}{60 \cdot 200000} = 0,56 \text{ грн.}$$

2.12.8. Затраты на содержание копировальных станков  $C_{03} = 1,2$  коп/дет, револьверных – 0,7 коп/дет.

2.12.9. Затраты, связанные с амортизацией  $C_{01}$ , составляют:

– копировальный станок:  $C_{01к} = \frac{9300}{200000} = 4,65$  коп/дет;

– револьверный станок:  $C_{01р} = \frac{2 \cdot 7080}{200000} = 7,4$  коп/дет.

2.12.10. Зарплата рабочих  $C_3$  составляет:

– копировальный станок:  $C_3 = T_{шт-к} \cdot C'_3 = 0,44 \cdot \frac{11,82}{60} = 8,67$  коп/дет;

– револьверный станок:  $C_3 = T_{шт-к} \cdot C'_3 = 1,9 \cdot \frac{11,82}{60} = 37,4$  коп/дет.

2.12.11. Зарплата наладчика  $C_3$  составляет:

– копировальный станок:  $C_3 = T_{шт-к} \cdot \frac{C'_3}{8 \cdot 60} = 0,44 \cdot \frac{15,5}{8 \cdot 60} = 1,4$  коп/дет;

– револьверный станок:  $C_3 = T_{шт-к} \cdot \frac{C'_3}{8 \cdot 60} = 1,9 \cdot \frac{15,5}{8 \cdot 60} = 6,1$  коп/дет.

2.12.12. Затраты на ремонт станков  $C_{рем}$  составляют для копировальных и револьверных станков:  $C_{рем} = \frac{18417,7}{200000} = 9,21$  коп/дет.

2.12.13. Определим расходы на обработку  $C_{\Sigma} = C_{01} + C_{п} + C_0 + C_3 + C_{рем}$  для вариантов:

– копировальный станок:

$$C_{\Sigma} = 5,5 + 0,5 + 22,9 + 1,2 + 4,65 + 8,67 + 1,4 + 9,21 = 54,03 \text{ коп};$$

– револьверный станок:

$$C_{\Sigma} = 70 + 1 + 7,4 + 56 + 0,7 + 37,4 + 6,1 + 9,21 = 187,8 \text{ коп}.$$

2.12.14. Сравнение вариантов при заданной программе выпуска указывает на целесообразность выбора копировального станка, так как затраты ниже в 3,5 раза.

### 3. Оформление отчета

3.1. Расчет  $T_0$ ;  $T_{шт-к}$ ;  $C_p$ ;  $C_{п}$ ;  $C_0$ ;  $C_3$ ;  $C_{рем}$ ;  $C_{\Sigma}$ .

3.2. Выводы.

4. Литература [ ].

### 3.1.2. Сравнение методов обработки наружных цилиндрических поверхностей деталей на токарно-копировальных и многорезцовых станках

**Цель работы** – привести информацию об основных методах обработки наружных цилиндрических поверхностей валов, втулок, шестерен на токарно-копировальных и многорезцовых станках;

– научить обоснованию и выбору наиболее эффективных методов обработки для заданных условий.

### 1. Общие сведения

Наружные цилиндрические поверхности многих типовых деталей обрабатывают точением на различных токарных станках: универсальных, копировальных, многорезцовых, револьверных, одно- и многошпиндельных автоматах и полуавтоматах, станках с ЧПУ.

Весьма часто технологи выбирают из этого перечня токарную обработку деталей на многорезцовых и копировальных станках, и этот выбор связан со следующими требованиями:

- 1) высокая производительность обработки;
- 2) относительно невысокая стоимость оборудования и простота обслуживания;
- 3) малое время переналадки копировальных станков при переходе на обработку других деталей;
- 4) высокая концентрация инструментов – резцов при многорезцовой обработке.

Схемы обработки ступенчатого вала приведены на рис. 3.17, рис. 3.18.

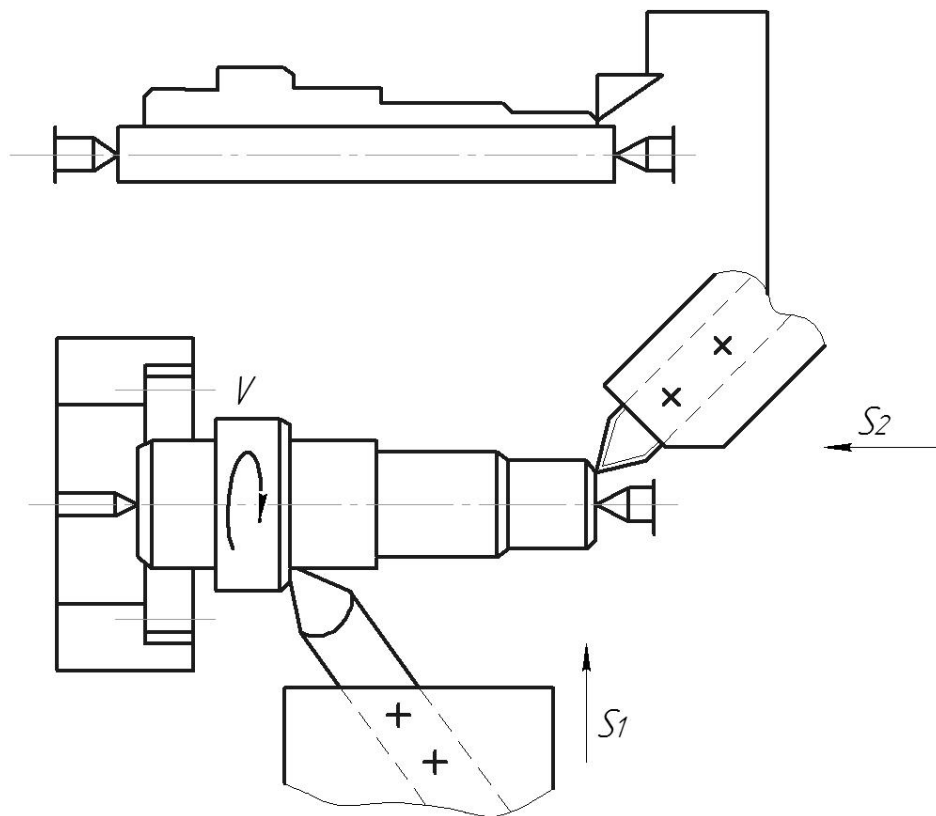


Рис. 3.17. Наладка на токарно-копировальный станок

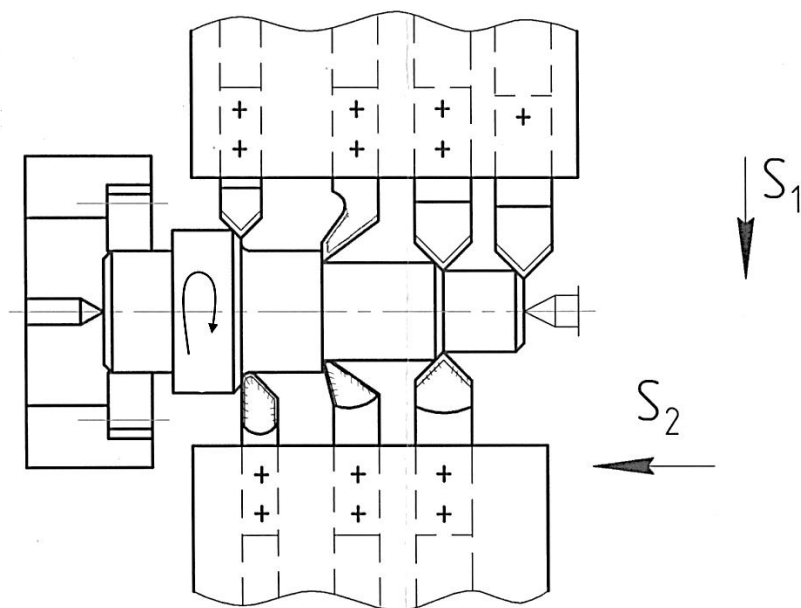


Рис. 3.18. Наладка на многорезцовый станок

Черновая обработка деталей из стали 45 резцами Т30К4 может быть выполнена на режиме:  $V_p = 30 \div 70$  м/мин;  $t < 5$  мм;  $S = 0,6 \div 1,2$  мм/об. ( $\varnothing 50 \div 80$  мм) и  $S = 1 \div 1,6$  мм/об. ( $\varnothing 80 \div 120$  мм).

Меньшие значения скоростей и подач принимают при многорезцовой обработке, а большие – при копировальной обработке. Для выбора варианта не интуитивно, а рационально необходимо сопоставить два метода. Объективной оценкой в таких ситуациях служит полная себестоимость изготовления детали, но на начальных этапах проектирования процесса такой расчет невозможен, поэтому следует осуществить выбор на базе ограниченного массива информации.

В соответствии с типовыми рекомендациями при известных размерах детали, материале детали и его свойствах при разработке операции можно выбрать станок, приспособление и комплект инструментов для изготовления детали, а также выбрать режимы обработки и, пользуясь известной формулой:  $T_0 = \frac{L_0}{n \cdot S} \cdot i$ , быстро рассчитать основное время обработки  $T_0$ .

В технической литературе имеются рекомендации – при копировальной обработке  $T_{шт-к} = 1,7 \cdot T_0$ , а при револьверной и многорезцовой –  $T_{шт-к} = 2 \cdot T_0$ . Таким образом, имеется информация о станках, приспособлениях, инструментах, режимах и производительности обработки, и на базе такой неполной информации можно сопоставить 2 рассматриваемых метода по их затратам  $C_{\Sigma}$ :

$$C_{\Sigma} = C_0 + C_{\Pi} + C_p + C_3 + C_{\text{рем}},$$

где  $C_0$  – затраты на эксплуатацию оборудования, грн;

$C_{\Pi}$  – затраты на приспособления, грн;

$C_p$  – затраты на инструмент – резцы, грн;

$C_3$  – зарплата рабочих и наладчиков, грн;

$C_{\text{рем}}$  – затраты на ремонт станков, грн.

Рассмотрим рекомендации по определению затрат.

Для резцов из твердых сплавов период их стойкости  $T = 40 \div 75$  мин, каждый резец может быть восстановлен до 10 раз ( $i = 10$ ). Поэтому, если принять  $T = 60$  мин, то срок службы резца  $T_{\Sigma}$  составит:  $60 + 60 \cdot i = 660$  мин основного времени. Затраты на резец составляют:  $C_p = C_{p1} + C_{p2}$ , где  $C_p$  – стоимость нового резца, грн. Можно принять, что средняя стоимость резца с напайной пластиной из твердого сплава равна  $C_{p1} = 20$  грн, а  $C_{p2}$  – стоимость  $i$ -х переточек резца, грн. При стоимости одной переточки приблизительно равной 5 грн, величина  $C_{p2} = i \cdot 5 = 10 \cdot 5 = 50$  грн.

Таким образом, за все время службы – 660 мин – затраты на резец составляют  $C_p = 20 + 50 = 70$  грн, т.е. 1 минута основного времени эксплуатации резца (времени резания) равна:

$$\frac{C_p}{T} = \frac{70}{660} \cong 0.105 \text{ гр.} = 10,5 \text{ коп.}$$

Затраты на приспособления (поводковый патрон и комплект передних и задних центров) для обоих методов примем одинаковыми. Можно принять срок амортизации приспособлений, равным 2 года, тогда  $C_{\Pi}$  в год равно  $0,5 \cdot C_{\Pi}$ . По рыночным ценам  $C_{\Pi} = 2000$  грн. В год эта величина равна  $0,5 \cdot 2000 = 1000$  грн. При годовой программе выпуска  $N$  деталей величина  $C_{\Pi} = \frac{1000}{N}$  (на одну деталь).

Затраты на эксплуатацию оборудования  $C_0 = C_{01} + C_{02} + C_{03}$ , где  $C_{01}$  – суммарные затраты на приобретение станка, его доставку и монтаж. Для копировального станка –  $C_{01} = 62000$  грн, а для многорезцового станка  $C_{01} = 47200$  грн.

Годовые отчисления на амортизацию станков составляют приблизительно 15 % их балансовой стоимости. При годовой программе выпуска деталей  $N$  шт. на одну деталь (при использовании 1 станка) эта величина равна:

$$C_{01к} = \frac{62000 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{9300}{N}, \text{ грн.}$$

$$C_{01м} = \frac{47200 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{7080}{N}, \text{ грн.}$$

$C_{02}$  – затраты на электроэнергию станков. Если принять коэффициент использования мощности  $\eta_N=0,8$ , а коэффициент загрузки копировального станка  $\eta_K$  и многорезцового станка  $\eta_M$  (их величины будут определены ниже), а также стоимость 1 kw = 1,3 грн/kw (на 01.01.2014 г.), то можно определить эту величину.

$C_{03}$  – затраты на содержание станков. Их величины можно принять:  $C_{03K} = 1,2$  коп/дет;  $C_{03M} = 0,7$  коп/дет.

Заработная плата рабочих и наладчиков  $C_3$  может быть определена при следующих условиях:

1. Разряд работы токаря – 3;
2. Разряд работы наладчика – 5;
3. Плановая переработка норм – 20 %;
4. Наладчик обслуживает 8 станков;
5. Минимальная зарплата 1 разряда – 1250 грн/мес при фонде времени 165 часов в месяц или 7,6 грн/час. Тарифный коэффициент третьего разряда – 1,3, пятого разряда – 1,7.

Таким образом, заработная плата  $C_3$  рабочих составит: для 3 разряда –  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 11,82$  грн/час, для 5 разряда –  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,7 = 15,5$  грн/час. Затраты на ремонт станка  $C_{рм}$  (его механической части – при длительности ремонтного цикла 5 лет) составляют 30 часов работы ремонтника 3 разряда или:

$$C_{рм} = 30 \cdot 11,82 = 354,6 \text{ грн.}$$

Затраты на ремонт электротехнической части  $C_{рэ}$  обычно принимают 40 % от  $C_{рм}$ , т.е.  $C_{рэ} = 354,6 \cdot 0,4 = 141,84$  грн.

Таким образом, затраты на ремонт станка составляют:

$$C_{рст} = C_{рм} + C_{рэ} = 354,6 + 141,84 = 496,44 \text{ грн.}$$

Затраты на материалы при ремонте  $C_{рмат}$  принимают равными 75 % от  $C_{р}$ , т.е.  $C_{рмат} = 496,44 \cdot 0,75 = 372,33$  грн.

Цеховые расходы  $C'$  ремонтного подразделения составляют 196 % от  $C_{рст}$ , т.е.  $C' = 496,44 \cdot 1,96 = 973$  грн.

Исходя из вышеизложенного, суммарные затраты на ремонт составляют  $C_{рем\Sigma} = C_{рст} + C_{рмат} + C' = 496,44 + 372,33 + 973 = 1841,77$  грн.

Выбранные станки имеют категорию ремонтной сложности – 10, а затраты на ремонт одной детали составляют:

$$C_{рдет} = \frac{C_{р\Sigma} \cdot 10}{N} = \frac{1841,77 \cdot 10}{N} = \frac{18417,7}{N} \text{ грн.}$$

## 2. Порядок выполнения работы

2.1. Получить задание на выполнение работы согласно табл. 3.7.

Таблица 3.7

Варианты заданий (вал из стали 45 ГОСТ 1051-89)

№ варианта	N, шт./год	Размеры, мм					
		$d_1$	$l_1$	$d_2$	$l_2$	$d_3$	$l_3$
1	200000	40	40	50	60	60	40
2	400000	40	20	50	70	60	50
3	50000	40	20	45	60	70	60
4	1000000	50	30	60	90	80	30
5	150000	50	30	70	80	80	30
6	160000	60	30	70	80	80	30

2.2. Задать режим работы  $V$  и  $S$ .

2.3. Определить  $T_0$  для вариантов.

2.4. Определить  $T_{шт-к}$  для вариантов.

2.5. Определить  $C_p$ .

2.6. Определить  $C_{п.}$

2.7. Определить  $C_o$ .

2.8. Определить  $C_з$ .

2.9. Определить  $C_{рдет.}$

2.10. Определить  $C_{\Sigma}$ .

2.11. Сопоставить два варианта и сформулировать выводы.

2.12. На примере задания № 1 произведен цифровой расчет.

2.12.1. Режим работы на копировальном станке:  $V = 70$  м/мин,  $S = 1,2$  мм/об., на многорезцовом станке  $V = 40$  м/мин,  $S = 0,6$  мм/об.

2.12.2. Определим  $T_0$  (расчет ведется для диаметра  $d_2$ ):

– копировальный станок:

$$T_0 = \frac{L_0}{n \cdot S} = \frac{40 + 60 + 40}{\frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 50} \cdot 0,6} = \frac{140 \cdot 157}{84000} = \frac{21980}{84000} = 0,26 \text{ мин};$$

– многорезцовый станок:

$$T_0 = \frac{L_0}{n \cdot S} = \frac{60}{\frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 50} \cdot 0,6} = \frac{60 \cdot 157}{24000} = 0,39 \text{ мин.}$$

2.12.3. Определим  $T_{шт-к}$ :

– копировальный станок:  $T_{шт-к} = 1,7T_0 = 1,7 \cdot 0,26 = 0,44$  мин;

– многорезцовый станок:  $T_{шт-к} = 2T_0 = 2 \cdot 0,39 = 0,78$  мин.



2.12.4. Определим загрузку станков при фонде времени в одну смену – 1980 час и работе в две смены:

– копировальный станок:  $\eta_k = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{F} = \frac{200000 \cdot 0,44}{1980 \cdot 60 \cdot 2} = 0,37$ ;

– многорезцовый станок:  $\eta_m = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{F} = \frac{200000 \cdot 0,78}{1980 \cdot 60 \cdot 2} = 0,66$ .

2.12.5. Определим затраты на режущий инструмент:

– копировальный станок (работают 2 резца):

$$C_p = 2 \cdot T_o \cdot 10,5 = 2 \cdot 0,26 \cdot 10,5 \approx 5,5 \text{ коп/дет};$$

– многорезцовый станок (работают 7 резцов):

$$C_p = 7 \cdot T_o \cdot 10,5 = 7 \cdot 0,39 \cdot 10,5 = 28,7 \text{ коп/дет}.$$

2.12.6. Затраты на приспособления  $C_{п}$  составляют:

$$C_{п} = \frac{1000}{N} = \frac{1000}{200000} = 0,5 \text{ коп}.$$

2.12.7. Затраты на электроэнергию  $C_{o2}$  составляют:

– копировальный станок:

$$C_{o2} = \frac{\Phi \cdot \eta_N \cdot \eta_k \cdot 1,3 \cdot 30}{60 \cdot 200000} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,37 \cdot 1,3 \cdot 30}{60 \cdot 200000} = 0,229 \text{ грн};$$

– многорезцовый станок:

$$C_{o2} = \frac{\Phi \cdot \eta_N \cdot \eta_k \cdot 1,3 \cdot 16,7}{60 \cdot 200000} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,66 \cdot 1,3 \cdot 16,7}{60 \cdot 200000} = 0,227 \text{ грн}.$$

2.12.8. Затраты на содержание копировальных станков составляют  $C_{o3} = 1,2$  коп/дет, а револьверных станков – 0,7 коп/дет.

2.12.9. Затраты, связанные с амортизацией  $C_{o1}$ , равны:

– копировальный станок:  $C_{o1к} = \frac{9300}{200000} = 4,65$  коп/дет;

– многорезцовый станок:  $C_{o1р} = \frac{7080}{200000} = 3,54$  коп/дет.

2.12.10. Зарплата рабочих  $C_3$  составит:

– копировальный станок:  $C_3 = T_{шт-к} \cdot C'_3 = 0,44 \cdot \frac{11,82}{60} = 8,67$  коп/дет;

– многорезцовый станок:  $C_3 = T_{шт-к} \cdot C'_3 = 0,78 \cdot \frac{11,82}{60} = 15,4$  коп/дет.

2.12.11. Зарплата наладчика  $C_3$  составит:

– копировальный станок:  $C_3 = T_{шт-к} \cdot \frac{C'_3}{8 \cdot 60} = 0,44 \cdot \frac{15,5}{60} = 1,4$  коп/дет;

– многорезцовый станок:  $C_3 = T_{шт-к} \cdot \frac{C'_3}{8 \cdot 60} = 0,78 \cdot \frac{15,5}{60} = 2,5$  коп/дет.

2.12.12. Затраты на ремонт копировальных и многорезцовых станков  $C_{рем}$  составляют  $C_{рем} = \frac{18417,7}{200000} = 9,21$  коп/дет.

2.12.13. Определим расходы на обработку  $C_{\Sigma} = C_{o1} + C_{п} + C_o + C_3 + C_{рем}$  для вариантов:

– копировальный станок:

$$C_{\Sigma} = 5,5 + 0,5 + 22,9 + 1,2 + 4,65 + 8,67 + 1,4 + 9,21 = 54,03 \text{ коп.};$$

– многорезцовый станок:

$$C_{\Sigma} = 21,7 + 0,5 + 22,7 + 0,7 + 3,54 + 15,4 + 2,5 + 9,21 = 83,25 \text{ коп.}$$

2.12.14. Сравнение вариантов при заданной программе выпуска указывает на целесообразность выбора копировального станка, так как затраты ниже в 1,5 раза.

### 3. Оформление отчета

3.1. Расчет  $T_o$ ;  $T_{шт-к}$ ;  $C_p$ ;  $C_{п}$ ;  $C_o$ ;  $C_3$ ;  $C_{рем}$ ;  $C_{\Sigma}$ .

3.2. Выводы.

4. Литература [].

### 3.1.3. Сравнение методов обработки наружных цилиндрических поверхностей деталей на токарно-револьверных и многорезцовых станках

**Цель работы** – представить информацию об основных методах обработки наружных цилиндрических поверхностей валов на токарно-револьверных и многорезцовых станках;

– научить обоснованию и выбору наиболее эффективного метода обработки для заданных условий.

#### 1. Общие сведения

Наружные цилиндрические поверхности многих типовых деталей обрабатываются точением на различных токарных станках: универсальных, копировальных, многорезцовых, револьверных, одно- и многошпиндельных автоматах и полуавтоматах, станках с ЧПУ.

Весьма часто технологи выбирают из этого перечня токарную обработку деталей на многорезцовых и револьверных станках, что связано с:

- 1) относительно высокой производительностью обработки;
- 2) невысокой стоимостью оборудования и относительной простотой его обслуживания;
- 3) высокой концентрацией режущих инструментов: до 10 – 12 резцов на многорезцовых станках и 7 или 9 и более – на револьверных (6 позиций или 8 позиций в револьверной головке и 1 или более резцов в поперечном суппорте).

Схемы обработки ступенчатого вала показаны на рис. 3.19, рис. 3.20.

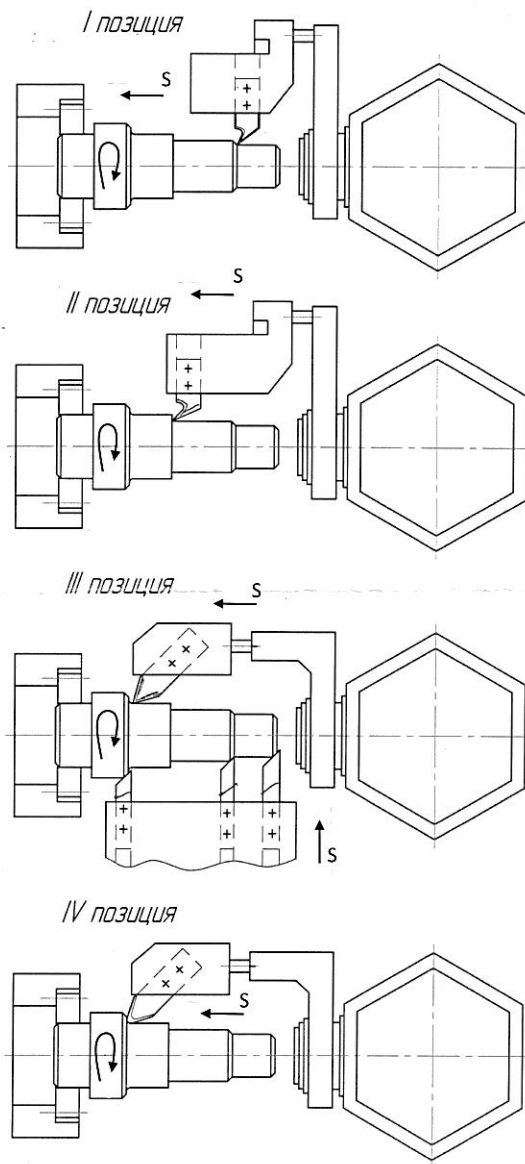


Рис. 3.19. Наладка на токарно-револьверный станок

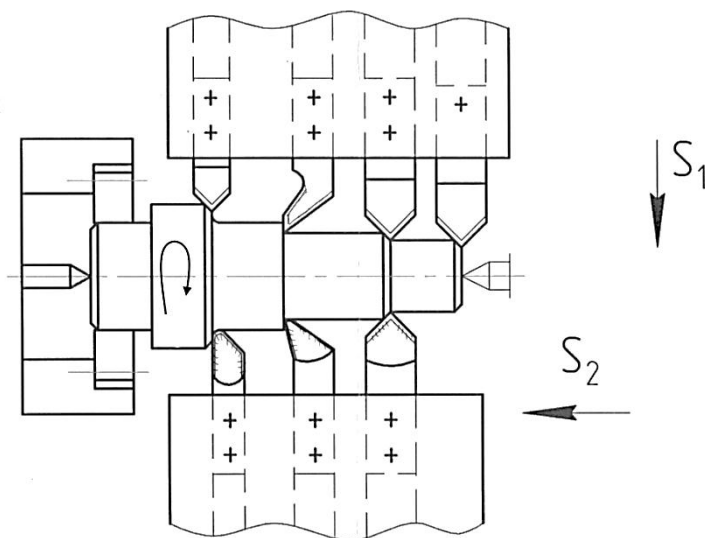


Рис. 3.20. Наладка на токарно-многолезцовый станок

Черновая обработка деталей из стали 45 резцами Т30К4 может быть выполнена на режиме:  $V_p = 30 \div 50$  м/мин;  $t < 5$  мм;  $S = 0,6 \div 1,2$  мм/об. ( $\varnothing 50 \div 80$  мм) и  $S = 1 \div 1,6$  мм/об. ( $\varnothing 80 \div 120$  мм).

Для выбора варианта не интуитивно, а рационально следует сопоставить два метода. Объективной оценкой в таких ситуациях служит полная себестоимость изготовления детали, но на начальных этапах проектирования процесса такой расчет невозможен. Поэтому можно сделать выбор на базе ограниченного массива информации.

В соответствии с типовыми рекомендациями при известных размерах детали, материале детали и его свойствах при разработке операции можно выбрать станок, приспособление и комплект инструментов для изготовления детали, а также выбрать режимы обработки и, пользуясь известной формулой:  $T_o = \frac{L_o}{n \cdot S} \cdot i$ , быстро рассчитать основное время обработки  $T_o$ .

В технической литературе имеются рекомендации: при копировальной обработке  $T_{шт-к} = 1,7 \cdot T_o$ , а при револьверной и многорезцовой обработке –  $T_{шт-к} = 2 \cdot T_o$ .

Таким образом, располагая данными о станках, приспособлениях, инструментах, режимах и производительности обработки, можно сопоставить два метода по их затратам  $C_\Sigma$ :

$$C_\Sigma = C_o + C_{п} + C_p + C_3 + C_{рем},$$

где,  $C_o$  – затраты на эксплуатацию оборудования, грн;

$C_{п}$  – затраты на приспособления, грн;

$C_p$  – затраты на инструмент – резцы, грн;

$C_3$  – зарплата рабочих и наладчиков, грн;

$C_{рем}$  – затраты на ремонт станков, грн.

Рассмотрим рекомендации по их определению.

Период стойкости резцов из твердых сплавов равен  $T = 40 \div 75$  мин, при этом каждый резец может быть восстановлен до 10 раз ( $i = 10$ ). Принимая  $T = 60$  мин, можно определить срок службы резца  $T_\Sigma = 60 + 60 \cdot i = 660$  мин по основному времени обработки. Затраты на резец составляют:  $C_p = C_{p1} + C_{p2}$ , где  $C_p$  – стоимость нового резца, грн.

Допустим, что средняя стоимость резца с напайной пластиной из твердого сплава равна  $C_{p1} = 20$  грн. Рассматривая  $C_{p2}$  – стоимость  $i$ -х переточек резца, грн и принимая стоимость одной переточки 5 грн, получим:

$$C_{p2} = i \cdot 5 = 10 \cdot 5 = 50 \text{ грн.}$$

Таким образом, за все время службы – 660 мин – затраты на резец составляют  $C_p = 20 + 50 = 70$  грн, тогда 1 минута основного времени эксплуатации резца (времени резания) равна:

$$\frac{C_p}{T} = \frac{70}{660} \cong 0,105 \text{ грн.} = 10,5 \text{ коп.}$$

Затраты на приспособления  $C_{\Pi}$  для обоих методов будут следующими:

– приспособлением на револьверных станках является трехкулачковый патрон с ручным зажимом. Можно принять срок его амортизации 2 года, тогда  $C_{\Pi}$  (в год) равен  $0,5 \cdot C_{\Pi}$ . При рыночных ценах  $C_{\Pi} = 2000$  грн, годовая величина  $C_{\Pi}$  составит  $0,5 \cdot 2000 = 1000$  грн.

– приспособлениями на многорезцовом станке являются поводковый патрон и комплект передних и задних центров. Однозначно можно принять срок амортизации 2 года, тогда  $C_{\Pi}$  (в год) равен  $0,5 \cdot C_{\Pi}$ . При рыночных ценах  $C_{\Pi} = 2000$  грн годовая величина  $C_{\Pi}$  составит  $0,5 \cdot 2000 = 1000$  грн. Таким образом, при годовой программе выпуска  $N$  деталей величина  $C_{\Pi} = \frac{1000}{N}$  (на одну деталь) одинакова для обоих вариантов.

Затраты на эксплуатацию оборудования определяются  $C_o = C_{o1} + C_{o2} + C_{o3}$ , где  $C_{o1}$  – суммарные затраты на приобретение станка, его доставку и монтаж. Для револьверного станка  $C_{o1} = 49100$  грн, а многорезцового станка  $C_{o1} = 47200$  грн.

Годовые отчисления на амортизацию станков составляют приблизительно 15 % их балансовой стоимости. При годовой программе выпуска деталей  $N$  шт. на одну деталь (при использовании 1 станка) эта величина составляет:

$$C_{o1к} = \frac{49100 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{7365}{N}, \text{ грн};$$

$$C_{o1р} = \frac{47200 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{7080}{N}, \text{ грн.}$$

$C_{o2}$  – затраты на электроэнергию станков. Если принять коэффициент использования мощности  $\eta_N = 0,8$ , а коэффициент загрузки револьверного станка  $\eta_p$  и коэффициент загрузки многорезцового станка  $\eta_m$  (их величины будут определены ниже), а также стоимость 1 kw = 1,3 грн/kw (на 01.01.2014), то можно найти эту величину затрат.

$C_{o3}$  – затраты на содержание станков. Их величины можно принять:  $C_{o3р} = C_{o3м} = 0,7$  коп/дет.

Заработная плата рабочих и наладчиков  $C_3$  может быть определена при следующих условиях:

1. Разряд работы токаря – 3.
2. Разряд работы наладчика – 5.

3. Плановая переработка норм – 20 %.

4. Наладчик обслуживает 8 станков.

5. Минимальная заработная плата рабочего 1 разряда равна 1250 грн/мес при фонде времени 165 часов в месяц или 7,6 грн/час. Тарифный коэффициент 3 разряда – 1,3, пятого разряда – 1,7.

Таким образом, заработная плата  $C_3$  рабочих составит: для 3 разряда  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 11,82$  грн/час, для 5 разряда  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,7 = 15,5$  грн/час.

Затраты на ремонт станка  $C_{рм}$  (его механической части при длительности ремонтного цикла 5 лет) составляют 30 часов работы ремонтника 3 разряда или:

$$C_{рм} = 30 \cdot 11,82 = 354,6 \text{ грн.}$$

Затраты на ремонт электротехнической части  $C_{рэ}$  обычно принимают 40 % от  $C_{рм}$ , т.е.  $C_{рэ} = 354,6 \cdot 0,4 = 141,84$  грн.

Таким образом, затраты на ремонт станка составляют:

$$C_{рст} = C_{рм} + C_{рэ} = 354,6 + 141,84 = 496,44 \text{ грн.}$$

Затраты на материалы при ремонте  $C_{рмат}$  принимают равными 75 % от  $C_{р}$ , т.е.  $C_{рмат} = 496,44 \cdot 0,75 = 372,33$  грн.

Цеховые расходы  $C'$  ремонтного подразделения принимают 196 % от  $C_{рст}$ , т.е.  $C' = 496,44 \cdot 1,96 = 973$  грн.

Исходя из выше изложенного, суммарные затраты на ремонт составляют:  $C_{рем\Sigma} = C_{рст} + C_{рмат} + C' = 496,44 + 372,33 + 973 = 1841,77$  грн.

Выбранные станки имеют категорию ремонтной сложности – 10, а затраты на их ремонт (на одну деталь) составляют:

$$C_{рдет} = \frac{C_{р\Sigma} \cdot 10}{N} = \frac{1871,77 \cdot 10}{N} = \frac{18417,7}{N} \text{ грн.}$$

## 2. Порядок выполнения работы

### 2.1. Получить задание на выполнение работы согласно табл. 3.8.

Таблица 3.8

Варианты заданий (вал из стали 45 ГОСТ 1051-89)

№ варианта	N, шт./год	Размеры, мм					
		$d_1$	$l_1$	$d_2$	$l_2$	$d_3$	$l_3$
1	200000	40	40	50	60	60	40
2	400000	40	20	50	70	60	50
3	50000	40	20	45	60	70	60
4	1000000	50	30	60	80	80	30
5	150000	50	30	70	80	80	30
6	160000	60	30	70	80	80	30

- 2.2. Принять режим работы  $V$  и  $S$ .
- 2.3. Определить  $T_o$  для вариантов.
- 2.4. Определить  $T_{шт-к}$  для вариантов.
- 2.5. Определить  $C_p$ .
- 2.6. Определить  $C_{п}$ .
- 2.7. Определить  $C_o$ .
- 2.8. Определить  $C_з$ .
- 2.9. Определить  $C_{рдет}$ .
- 2.10. Определить  $C_{\Sigma}$ .
- 2.11. Сопоставить два варианта и дать выводы.
- 2.12. На примере задания № 1 произведен цифровой расчет.
- 2.12.1. Режим работы на обоих станках:  $V = 40$  м/мин;  $S = 0,6$  мм/об.
- 2.12.2. Определим  $T_o$  (расчет ведется для диаметра  $d_2$ ):

– револьверный станок:

$$T_o = \frac{L_o}{n \cdot S} = \frac{60}{\frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 50} \cdot 0,6} = 0,95 \text{ мин};$$

– многорезцовый станок:

$$T_o = \frac{L_o}{n \cdot S} = \frac{l_1 + 2 + l_2 + 2 + l_3 + 2}{\frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 50} \cdot 0,6} = \frac{60}{\frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 50} \cdot 0,6} = \frac{60 \cdot 157}{24000} = 0,39 \text{ мин.}$$

2.12.3. Определим  $T_{шт-к}$ :

– револьверный станок:  $T_{шт-к} = 2T_o = 2 \cdot 0,95 = 1,9$  мин;

– многорезцовый станок:  $T_{шт-к} = 2T_o = 2 \cdot 0,39 = 0,78$  мин.

2.12.4. Определим загрузку станков при фонде времени в одну смену – 1980 час и работе в две смены:

– многорезцовый станок:  $\eta_m = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{F} = \frac{200000 \cdot 0,78}{1980 \cdot 60 \cdot 2} = 0,66$ ;

– револьверный станок:  $\eta_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{F} = \frac{200000 \cdot 1,9}{1980 \cdot 60 \cdot 2} = 1,6$ .

Таким образом, необходимо изменить режим работы револьверного станка или принять 2 револьверных станка. Принимаем 2 станка, тогда  $\eta_p = \frac{1,6}{2} = 0,8$ .

2.12.5. Определим затраты на режущий инструмент  $C_p$ . В связи с тем, что в обеих наладках работает по 7 резцов, эти затраты составят:

– многорезцовый станок:  $C_{pm} = i \cdot T_o \cdot C_p = 7 \cdot 0,39 \cdot 10,5 \approx 28,7$  коп/дет;

– револьверный станок:  $C_{pp} = i \cdot T_o \cdot C_p = 7 \cdot 0,95 \cdot 10,5 = 70$  коп/дет.

2.12.6. Затраты на приспособления  $C_{п}$  для обоих вариантов одинаковы:

$$C_{\Pi} = \frac{1000}{N} = \frac{1000}{200000} = 0,5 \text{ коп.}$$

2.12.7. Затраты на электроэнергию  $C_{02}$  составляют:

– револьверный станок:

$$C_{02} = \frac{\Phi \cdot \eta_N \cdot \eta_p \cdot 1,3 \cdot 17}{60 \cdot 200000} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 30}{60 \cdot 200000} = 0,56 \text{ грн}$$

$$= 56 \text{ коп/дет.}$$

– многорезцовый станок:

$$C_{02} = \frac{\Phi \cdot \eta_N \cdot \eta_m \cdot 1,3 \cdot 16,7}{60 \cdot 200000} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,66 \cdot 1,3 \cdot 16,7}{60 \cdot 200000} = 0,227 \text{ грн}$$

$$= 22,7 \text{ коп/дет.}$$

2.12.8. Затраты на содержание станков  $C_{03}$  одинаковы и составляют  $C_{03} = 0,7$  коп/дет.

2.12.9. Затраты, связанные с амортизацией  $C_{01}$ , составляют:

– револьверный станок:  $C_{01p} = \frac{2 \cdot 7365}{200000} = 7,4$  коп/дет;

– многорезцовый станок:  $C_{01m} = \frac{7080}{200000} = 3,54$  коп/дет.

2.12.10. Заработная плата рабочих  $C_3$  составит:

– револьверный станок:  $C_3 = T_{\text{шт-к}} \cdot C'_3 = 1,9 \cdot \frac{11,82}{60} = 37,4$  коп/дет;

– многорезцовый станок:  $C_3 = T_{\text{шт-к}} \cdot C'_3 = 0,78 \cdot \frac{11,82}{60} = 15,4$  коп/дет.

2.12.11. Зарплата наладчика  $C_3$  составит:

– револьверный станок:  $C_3 = T_{\text{шт-к}} \cdot \frac{C'_3}{8 \cdot 60} = 1,9 \cdot \frac{15,5}{60} = 6,1$  коп/дет;

– многорезцовый станок:  $C_3 = T_{\text{шт-к}} \cdot \frac{C'_3}{8 \cdot 60} = 0,78 \cdot \frac{15,5}{60} = 2,5$  коп/дет.

2.12.12. Затраты на ремонт станков  $C_{\text{рем}}$  составят для обоих станков:

$$C_{\text{рем}} = \frac{18417,7}{200000} = 9,21 \text{ коп/дет.}$$

2.12.13. Определим суммарные расходы на обработку  $C_{\Sigma} = C_{01} + C_{\Pi} + C_0 + C_3 + C_{\text{рем}}$  для вариантов:

– револьверный станок:  $C_{\Sigma} = 70 + 1 + 7,4 + 56 + 0,7 + 37,4 + 6,1 + 9,21 = 187,8$  коп;

– многорезцовый станок:  $C_{\Sigma} = 28,7 + 0,5 + 22,7 + 0,7 + 3,54 + 15,4 + 2,5 + 9,21 = 83,25$  коп.

2.12.14. Сравнение вариантов при заданной программе выпуска указывает на целесообразность выбора многорезцового станка, так как затраты ниже приблизительно в 2,3 раза.



### 3. Оформление отчета.

3.1. Расчет  $T_0$ ;  $T_{шт-к}$ ;  $C_p$ ;  $C_{п}$ ;  $C_0$ ;  $C_3$ ;  $C_{рем}$ ;  $C_{\Sigma}$ .

3.2. Выводы.

4. Литература [ ].

## 3.2. Разработка ТТП изготовления деталей втулок

**Цель работы** – научить студента разрабатывать типовой технологический процесс деталей класса «Втулка»;

– научить оформлять документацию на типовую технологию.

### 1. Общие сведения

Детали класса «Втулки» в структуре машины выполняют несколько разных функций: направление других контактируемых с ними тел; подшипники качения или скольжения; опоры. Исходя из этих функций, они изготовлены из высокопрочных износостойчивых материалов, подвергаются упрочняющей ТО, обычно имеют высокую точность и малую высоту микронеровностей.

В составе машины эти детали встречаются часто, и поэтому их выпуск может быть большим, т.е. даже в серийном производстве машин втулки могут быть в крупной серии или выпускаться массово.

Особая часть класса втулок – это кольца подшипников качения шариковых, роликовых или карданных. В настоящей работе они не рассматриваются.

Класс втулок показан на рис. 3.21.

В данной работе рассмотрена разработка ТТП на примерах наиболее часто встречающихся типовых представителей этого класса: гладких втулок и с буртом.

Втулки могут быть из сырого материала и термообработанными, гладкими и ступенчатыми.

Основной посадочный размер втулок  $D$  может быть менее 60 мм, свыше 60 до 120 мм и свыше 120 мм (рис. 3.22, рис. 3.23).

ТТП приведен в табл. 3.9 – табл. 3.18.

Последовательность действий технолога при проектировании ТТП класса «Втулки» такая же, как и при любом другом типовом объекте:

– анализ чертежа детали «втулка» и определение ее к одному из типовых представителей;

– сравнение конструктивных элементов детали – представителя типа и втулки;

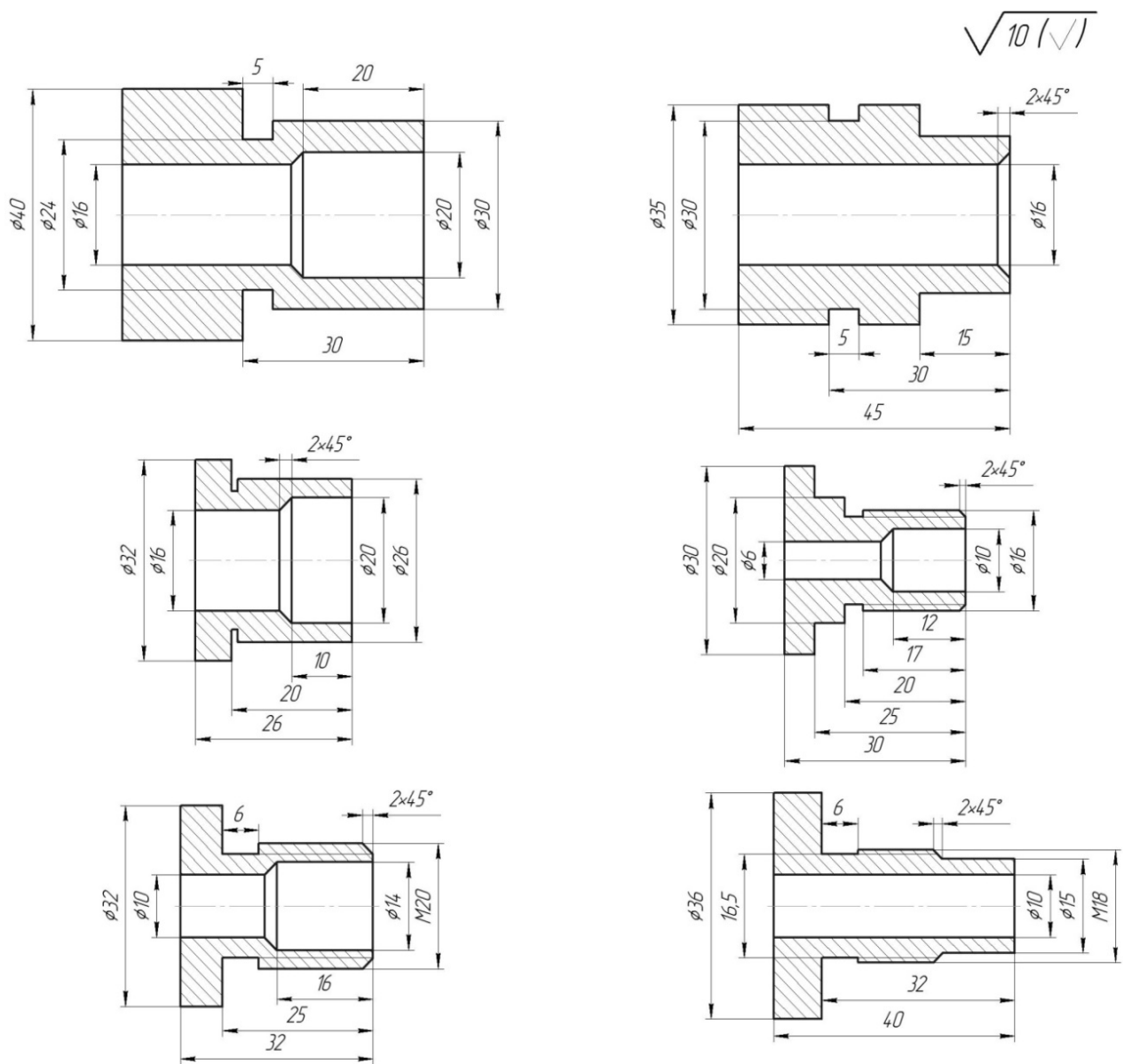


Рис. 3.21. Конструкция втулок

- определение совпадающих поверхностей и поверхностей, которых нет у представителя типа;
- назначение методов обработки на несовпадающие поверхности по таблицам справочника «Экономическая точность и качество поверхности»;
- корректировка ТП представителя класса путем исключения переходов или операций на поверхности, которых нет у втулки, и добавление переходов или операций на поверхности, которые есть у втулки и отсутствуют у представителя;
- заполнение маршрутно-операционной (МО) карты ТП.

В данной работе в пробных целях принят вариант составления карты МО, а не МК и ОК, при этом форма записи перехода – повелительная.

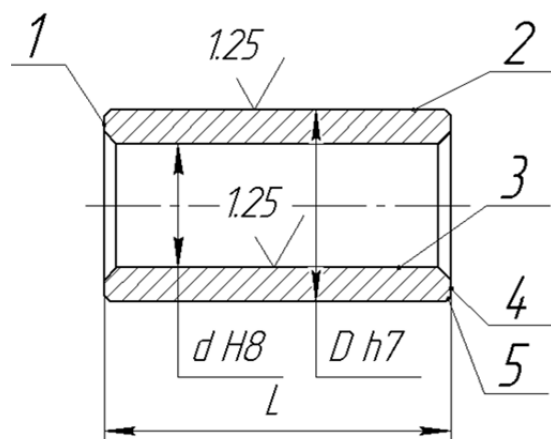


Рис. 3.22. Втулка гладкая:

- 1, 4, 6 – торцовые поверхности;
- 2, 8 – наружные цилиндрические поверхности;
- 3 – внутренние цилиндрические поверхности
- 5 – фаски;
- 7 – канавка.

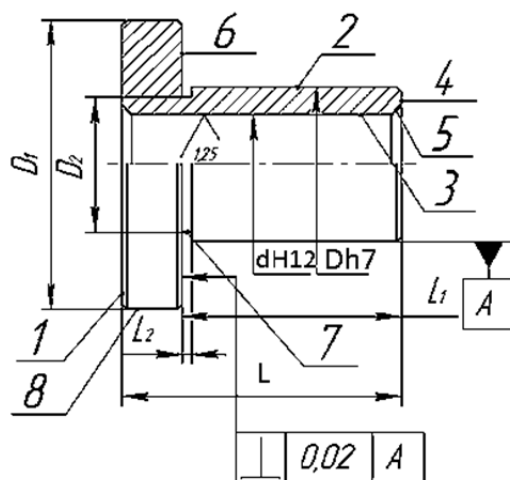


Рис. 3.23. Втулка ступенчатая

## 2. Порядок выполнения работы

Часть 1.

**2.1.** Каждый студент получает у преподавателя чертежи детали (рис. 3.24 – рис. 3.26) и вариант задания из таблицы на чертеже.

**2.2.** По табл. 3.1 – 3.13 найти прототип детали «втулка» и в соответствии с приведенным выше порядком действия откорректировать ТТП, проставив необходимые индексы и размеры в пустых графах.

Часть 2.

**2.3.** Каждый студент получает у преподавателя чертеж детали (аналог рис. 3.22) и вариант задания.

**2.4.** Повторить п. 2.2.

**2.5.** Обосновать место вводимых операций в ТТП. В двух сравниваемых объектах (рис. 3.22 и рис. 3.24) можно найти следующие отличия:

- на бурте имеется рифления сетчатые 1,0 ГОСТ 21474-89;
- на бурте имеется 2 лыски: 9 и 10;
- отверстие выполнено не по H14, а по G7.

Студент, пользуясь таблицами «Экономическая точность и качество поверхности типовых методов обработки», должен добавить в технологический процесс (табл. 3.14 – табл. 3.18) некоторые операции, раскрыть их содержание по переходам, назначить оборудование, приспособления, инструменты режущие и мерительные.

### **3. Оформление отчета**

**3.1.** ТП детали № 1

**3.2.** ТП детали № 2

**3.3** Обоснование и выводы.

**4. Литература [ ].**

### **5. Вопрос для самоконтроля:**

**5.1. Типовое проектирование – это**

- поиск прототипа;
- сопоставление объектов;
- обнаружение расхождений;
- добавление каких-то сведений;
- сброс ненужных сведений.

**5.2. В чем преимущества ТТП**

- на всем готовом;
- заранее известен результат;
- мало ошибок;
- малые затраты времени;
- малые затраты денег.

Таблица 3.9

ТТП втулки гладкой без ТО ( $D$  до 60 мм)

№ пп.	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. ин-ты
10	Фрезерно-отрезная	Установить, закрепить (снять) пруток 1.Отрезать заготовку в размер	Фрез.-отрезной станок [ ] Машин. тиски [ ]	Дисковая пила Р6М6	Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Подрезать торец [ ] 2.Сверлить отв. [ ] 3.Рассверлить отв. [ ] (для $\varnothing > 22$ мм) 4.Расточить отв. [ ] 5.Развернуть отв. [ ] 6.Точить пов. [ ] (с пропуском) 7.Точить фаски [ ] 8.Отрезать деталь	Токарно-револьверный станок [ ] $N=4,3$ кВт Трехкулачковый патрон	Резцы Т15К10, Т15К6, сверла и развертка из Р18 или Р6М5	Калибр – скоба и пробка
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Подрезать второй торец [ ] 2.Точить фаски [ ]	_____	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр – скоба
40	Кругло-шлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать начерно р-р [ ] 2.Шлифовать окончательно р-р [ ]	Кругло-шлифовальный станок [ ] Центровая оправа [ ]	Шлифовальный круг ПП 300х40х203 14А 40НС М3 7К5	_____
50	Контрольная	Выборочный контроль (5 %)	Стенд контрольный [ ]	_____	Спец. прибор

Таблица 3.10

ТТП втулки гладкой с ТО ( $D$  до 60 мм)

№ пп.	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. ин-ты
1	2	3	4	5	6
10	Фрезерно-отрезная	Установить, закрепить (снять) пруток 1.Отрезать заготовку в р-р [ ]	Фрез.-отрезной станок [ ] Машин. тиски [ ]	Дисковая пила Р6М6	Линейка

1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Подрезать торец [_____] ] 2.Сверлить отв. [_____] ] 3.Расверлить отв. [_____] ] (для $\varnothing > 22$ мм) 4.Расточить отв.[_____] ] 5.Развернуть отв.[_____] ] 6.Точить пов. [_____] ] (с пропуском под шлиф) 7.Точить фаски [_____] ] 8.Отрезать деталь	Токарно-револьверный станок [_____] ] $N=4,3$ кВт Трехкулачковый патрон [_____] ]	Резцы Т15К10, Т15К6, сверла и развертка из Р18 или Р6М5	Калибр – скоба и пробка
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Подрезать второй торец [_____] ] 2.Точить фаски [_____] ]	_____	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр – скоба
40	Термическая	Уложить деталь в тару	Печь закалочная [_____] ]	_____	Твердомер
50	Внутришлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать отв. [_____] ] в р-р	Внутришлифовальный станок [_____] ], Трехкулачковый патрон [_____] ]	Шлифовальный круг ПП 14А40-25НСМ2-М37К5	Калибр – пробка
60	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать пов. [_____] ] в р-р оконч.	Круглошлифовальный станок [_____] ] Центровая оправа [_____] ]	Шлифовальный круг ПП 300х40х203 14А 40НС М3 7К5	Калибр – скоба
70	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контрольный [_____] ]	_____	Спец. прибор

Таблица 3.11

ТТП втулки гладкой ( $D 60 - 120$  мм) без ТО

№ пп.	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. ин-ты
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная (штамповочная)	Штамповать заготовку	ГКМ [_____] ] Штамп [_____] ]	_____	Линейка

1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [_____] 2. Расточить отв. [_____] предварительно 3. Расточить отв. [_____] окончательно 4. Точить пов. [_____] предварительно 5. Точить фаски [_____] Б. Переустановить деталь, закрепить (снять) 6. Подрезать торец [_____] в р-р 7. Точить пов. [_____] предварительно 8. Точить фаски [_____]	Токарно-револьверный станок [_____] N=7,8 кВт Трехкулачковый патрон [_____]	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр – скоба и пробка
30	Внутришлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать отв. [_____] предварительно в р-р 2. Шлифовать отв. [_____] окончательно	Внутришлифовальный станок [_____] Трехкулачковый патрон	Шлифовальный круг ПП 14А 40-25НСМ2-М37К5	Калибр – пробка
40	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать пов. предварительно [_____] в р-р 2. Шлифовать пов. [_____] окончательно	Круглошлифовальный станок [_____] Центровая оправа [_____]	Шлифовальный круг ПП 300x127x40 14А 40НС1-М2 7К5	Калибр – скоба
50	Контрольная	Выборочный контроль (5 %)	Стенд контрольный [_____]	_____	Спец. прибор

Таблица 3.12

ТТП втулки гладкой ( $D 60 - 120$  мм) с ТО

№ пп.	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. ин-ты
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная (штамповочная)	Штамповать заготовку	ГКМ [_____] Штамп [_____]	_____	Линейка

1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [ ] 2. Расточить отв. [ ] предварительно 3. Расточить отв. [ ] в р-р 4. Точить фаски [ ] Б. Переустановить деталь, закрепить (снять) 5. Точить пов. [ ] предварительно в р-р 6. Точить пов. [ ] в р-р 7. Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=7,8 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр – скоба и пробка
30	Термич.	Уложить деталь в тару	Печь закалочная	—	Твердометр
40	Внутришлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать отв. в р-р [ ] предварительно 2. Шлифовать отв. в р-р [ ] окончательно	Внутришлифовальный станок [ ] Трехкулачковый патрон [ ]	Шлифовальный круг ПП МА 40-25НСМ2-М37К5	Калибр – пробка
50	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать пов. в р-р [ ] предварительно 2. Шлифовать пов. [ ] окончательно	Круглошлифовальный станок [ ] Центровая оправка [ ]	Шлифовальный круг ПП 300x127x40 14А 40НС1-М2 7К5	Калибр – скоба
50	Контрольная	Выборочный контроль (5 %)	Стенд контрольный [ ]	—	Спец. прибор

Таблица 3.13

ТТП втулки гладкой ( $D$  больше 120 мм)

№ пп.	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. ин-ты
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная (штамповочная)	Штамповать заготовку	Пресс [ ] Штамп [ ]	—	Линейка
20	Токарная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец 2. Точить пов. [ ] предв. 3. Точить пов. [ ] предварительно в р-р 4. Точить фаски [ ] Б. Переустановить деталь, закрепить (снять) 5. Подрезать торец [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=10 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр – скоба и пробка



1	2	3	4	5	6
30	Токарная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Точить пов. [ ] получисто в р-р 3.Точить пов. [ ] окончательно в р-р 4.Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=10 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр – скоба
40	Кругло-шлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать пов. [ ] окончательно в р-р	Кругло-шлифовальный станок [ ] Грибки [ ]	Шлифовальный круг ПП 300х203х50 14А 40-25НС1-СМ2 7К5	_____
50	Внутришлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать отв. в р-р [ ] окончательно	Внутришлифовальный станок [ ] Трехкулачковый патрон [ ]	Шлифовальный круг ПП 14А 40-25НСМ2-М37К5	Калибр – пробка
60	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контрольный [ ]	_____	Спец. прибор

Таблица 3.14

ТТП втулки ступенчатой с буртиком без ГО ( $D$  до 60 мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. INSTR.
10	Фрезерно-отрезная	Установить, закрепить (снять) пруток 1.Отрезать заготовку в размер	Фрезерно-отрезной станок [ ] Машин. тиски [ ]	Дисковая пила Р6М6	Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Подрезать торец [ ] 2.Сверлить отв. [ ] 3.Расверлить отв. [ ] (для $\varnothing > 22$ мм) 4.Точить пов. [ ] предв. 5. Точить пов. [ ] получисто в р-р 6.Точить бурт [ ] в р-р 7.Точить фаски [ ] и канавку [ ] 8.Отрезать деталь	Токарно-револьверный станок [ ] N=4,3 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы Т15К10, Т15К6, сверла Р6М5	Калибр – скоба и пробка
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Подрезать второй торец 2.Точить пов. [ ] окон. р-р 3.Точить бурт [ ] окон. р-р 4.Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=4,3 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр – скоба и пробка
40	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контрольный [ ]	_____	Спец. прибор

Таблица 3.15

ТТП втулки ступенчатой с буртиком с ТО ( $D$  до 60 мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. инстр.
10	Фрезерно-отрезная	Установить, закрепить (снять) пруток 1.Отрезать заготовку в размер [ ]	Фрезерно-отрезной станок [ ] Машин. тиски [ ]	Дисковая пила Р6М6	Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Подрезать торец [ ] 2.Сверлить отв. [ ] 3.Рассверлить отв. [ ] (для $\varnothing > 22$ мм) 4.Точить пов. [ ] предварительно в р-р 5. Точить пов. [ ] получисто в р-р 6.Точить бурт [ ] в р-р 7.Точить фаски [ ] и канавку [ ] 8.Отрезать деталь	Токарно-револьверный станок [ ] $N=4,3$ кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы Т15К10, Т15К6, сверла Р6М5	Калибр-скоба и пробка
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Подрезать второй торец [ ] 2.Точить фаски [ ]	_____	_____	_____
40	Термическая	Уложить деталь в тару	Печь закалочная	_____	Твердомер
50	Внутришлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать отв. в р-р [ ] окончательно	Внутришлифовальный станок [ ] Трехкулачковый патрон [ ]	Шлиф. круг ПП 14А 40-25НСМ1-М37К5	Калибр-пробка
60	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать пов. [ ] предварительно в р-р 2.Шлифовать бурт [ ] предварительно в р-р 3.Шлифовать пов. [ ] и бурт [ ] окончательно	Круглошлифовальный станок [ ] Центровая оправка [ ]	Шлифовальный круг ПП 300x127x40 14А 40-25НС1-СМ2 7К5	Калибр-скоба
70	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контрольный [ ]	_____	Спец. прибор

Таблица 3.16

ТТП втулки ступенчатой с буртиком без ТО ( $D 60 - 120$  мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. INSTR.
10	Заготовительная (штамповочная)	Штамповать заготовку	ГКМ [_____] Штамп [_____] _____	_____	Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [_____] 2. Сверлить отв. [_____] в р-р 3. Точить пов. [_____] в р-р 4. Точить пов. [_____] предварительно 5. Точить бурт [_____] в р-р 6. Точить фаски [_____] и канавку [_____] 7. Точить пов. [_____] полукругом в р-р	Токарно-револьверный станок [_____] $N=4,3$ кВт Трехкулачковый патрон [_____] _____	Резцы Т15К10, Т15К6, сверла Р6М5	Калибры и пробка
30	Токарная	А. Установить, закрепить (снять) деталь 1. Точить пов. [_____] окончательно в р-р 2. Точить бурт [_____] окончательно в р-р Б. Переустановить деталь 3. Точить торец [_____] в р-р 4. Точить фаски [_____] _____	Токарно-револьверный станок [_____] Трехкулачковый патрон [_____] _____	Резцы Т15К10, Т15К6	_____
40	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контрольный [_____] _____	_____	Спец. прибор

Таблица 3.17

ТТП втулки ступенчатой с буртиком с ТО ( $D 60 - 120$  мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. INSTR.
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная (штамповочная)	Штамповать заготовку	ГКМ [_____] Штамп [_____] _____	_____	Линейка

1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [ ] 2. Сверлить отв. [ ] в р-р 3. Точить пов. [ ] в р-р 4. Точить пов. [ ] предварительно в р-р 5. Точить бурт [ ] в р-р 6. Точить пов. [ ] получисто в р-р 7. Точить фаски [ ] и канавку [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=7,8 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибрыскоба и пробка
30	Термическая	Уложить деталь в тару	Печь закалочная	_____	Твердомер
40	Внутришлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать отв. [ ] окончательно	Внутришлифовальный станок [ ] Трехкулачковый патрон [ ]	Шлиф. круг ПП 14А 40-25НС1-СМ17К5	Калибр-пробка
50	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать пов. [ ] предварительно в р-р 2. Шлифовать бурт [ ] предварительно в р-р 3. Шлифовать пов. [ ] и бурт [ ] окончательно	Круглошлифовальный станок [ ] Центровая оправа [ ]	Шлифовальный круг ПП 400х203х50 14А 40-25НС1-СМ17К5	Калибрыскоба, Спец. прибор
60	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контрольный [ ]	_____	Спец. прибор

Таблица 3.18

ТТП втулки ступенчатой с буртиком без ТО ( $D$  более 120 мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание переходов	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. инстр.
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная (штамповочная)	Штамповать заготовку	Пресс [ ] Штамп [ ]	_____	Линейка

1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Подрезать торец [_____] ] 2.Расточить пов. [_____] ] окончательно в р-р 3.Точить пов. [_____] ] в р-р 4.Точить пов. [_____] ] предварительно в р-р 5.Точить бурт [_____] ] в р-р 6.Точить пов. [_____] ] получисто в р-р 7.Точить фаски [_____] ] и канавку [_____] ]	Токарно-револьверный станок [_____] ] N=7,8 – 14 кВт Трехкулачковый патрон [_____] ]	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр-скоба и пробка
30	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) деталь 1.Подрезать торец [_____] ] Б. Переустановить деталь 2.Точить пов. [_____] ] окончательно в р-р 3. Точить бурт [_____] ] окончательно в р-р 4.Точить фаски [_____] ]	Токарно-револьверный станок [_____] ] N=7,8 – 14 кВт Трехкулачковый патрон [_____] ]	Резцы Т15К10, Т15К6	Калибр-скоба и пробка
40	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контрольный [_____] ]	_____	Спец. прибор

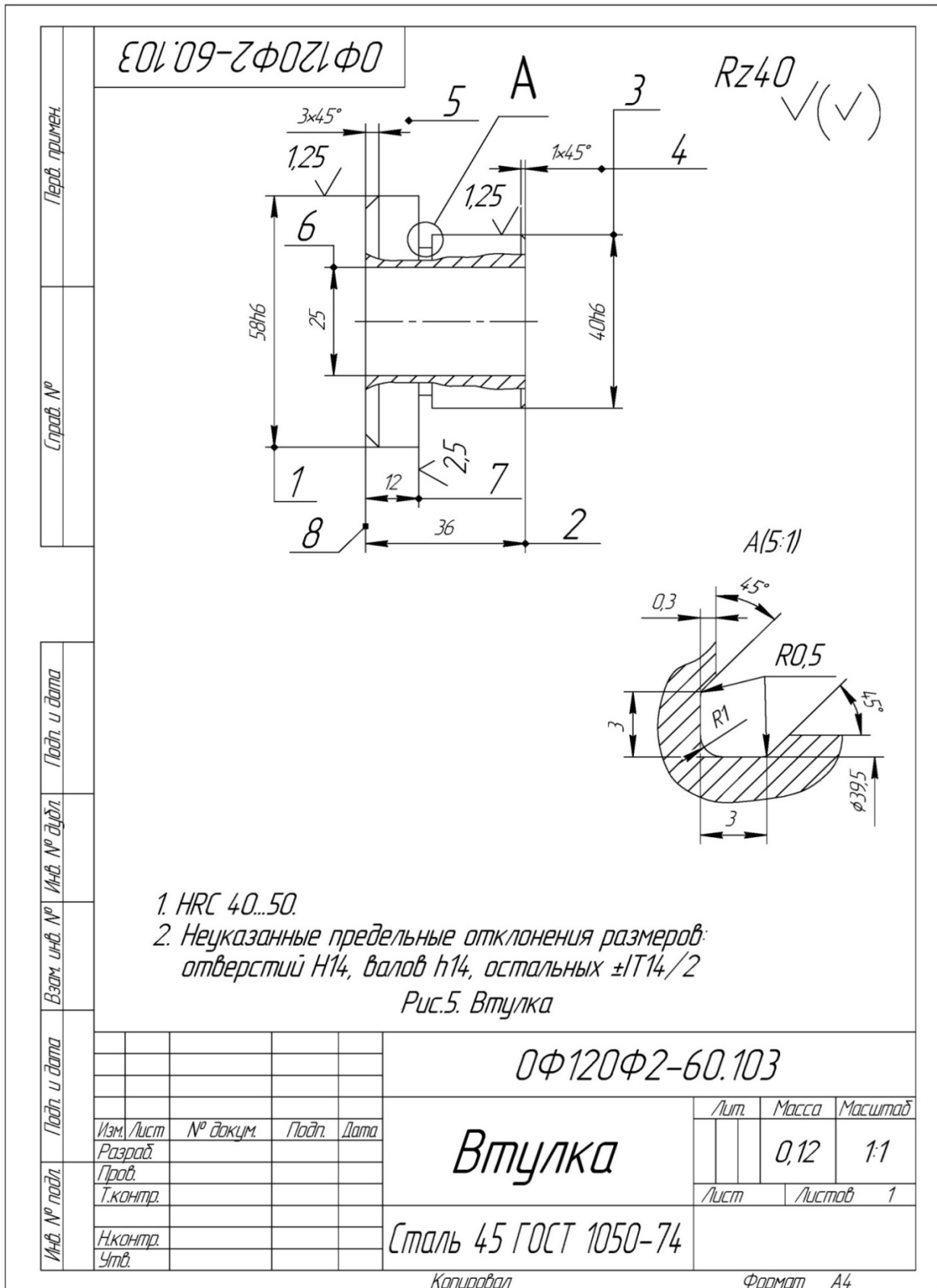


Рис. 3.24. Чертеж втулки

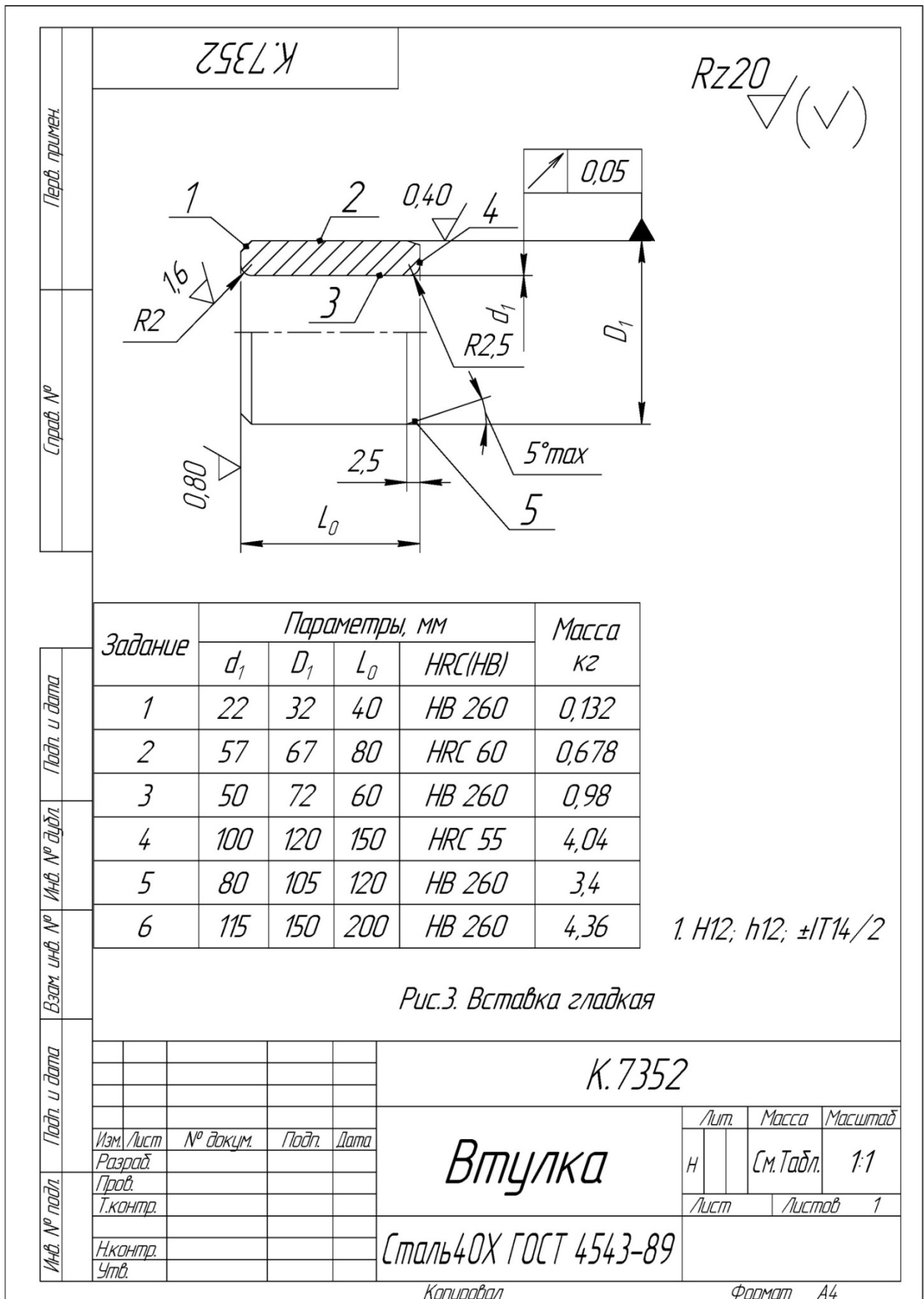


Рис.3. Вставка гладкая

Рис. 3.25. Чертеж втулки

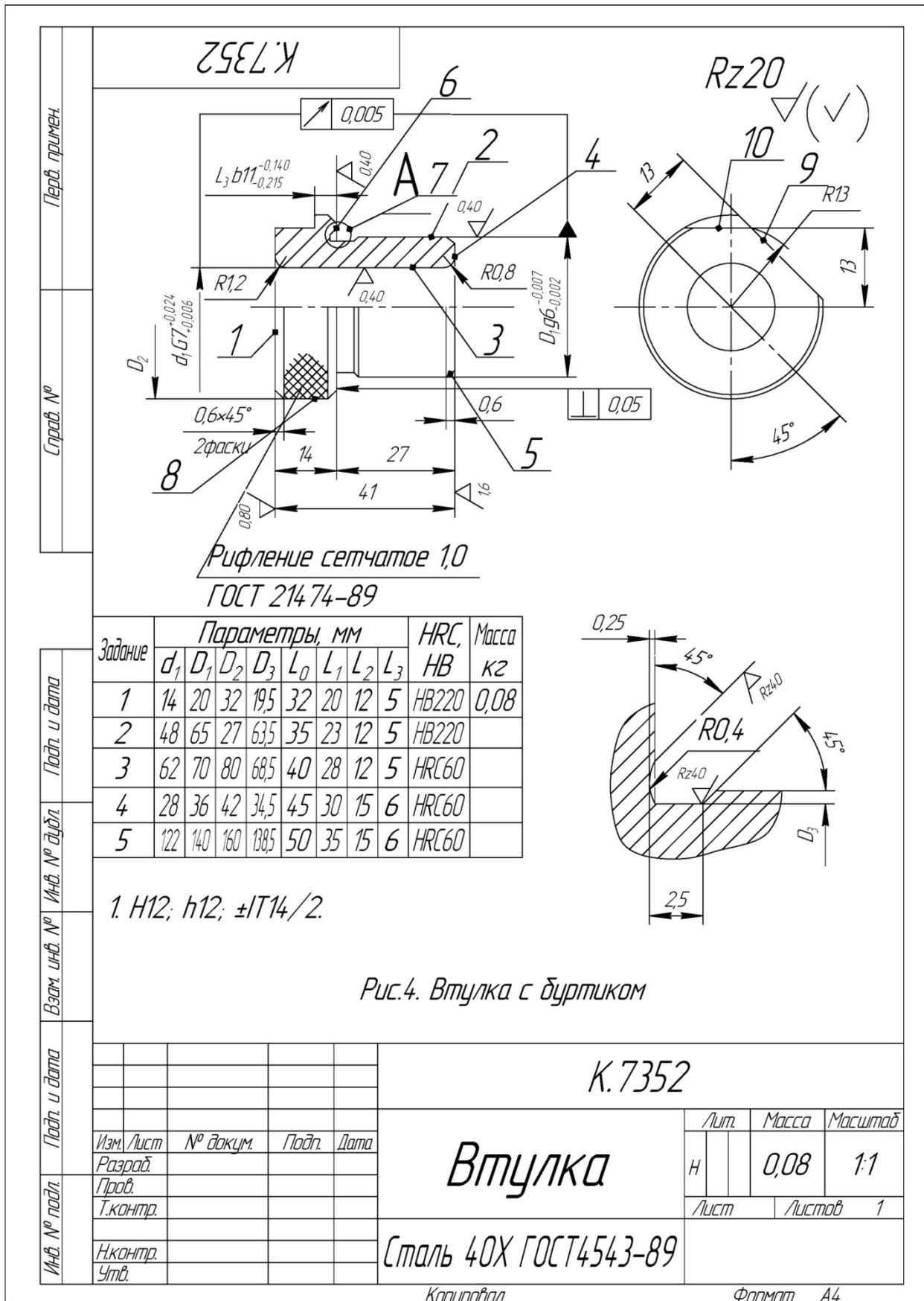


Рис. 3.26. Чертеж втулки



### 3.2.1. Выбор метода обработки точных отверстий типовых деталей

**Цель работы** – представить информацию об основных методах обработки внутренних цилиндрических поверхностей – отверстий на токарно-револьверных и вертикально-сверлильных станках;

– научить обоснованию и выбору наиболее эффективных методов обработки для заданных условий.

#### 1. Общие сведения

Внутренние цилиндрические поверхности – это отверстия многих типовых деталей, которые формируют в сплошном материале или они предварительно получены в заготовке следующими методами: сверлением и рассверливанием сверлами, зенкерованием и развертыванием на станках сверлильной группы и токарных станках, например, токарно-револьверных; растачиванием резцами и блоками резцов на токарных и расточных станках; протягиванием протяжками на протяжных станках и шлифованием кругами на внутришлифовальных станках.

Весьма часто технологи выбирают из этого перечня для сплошного материала обработку сверлами, зенкерами и развертками на вертикально-сверлильных и токарно-револьверных станках, а при обработке предварительно сформированных отверстий (это могут быть пролитые, прошитые, просверленные и рассверленные отверстия) обработку зенкерами на станках сверлильной группы и резцами на токарных и расточных станках. Этот выбор обусловлен:

- 1) невысокой стоимостью оборудования и инструментов и простотой обслуживания;
- 2) высокой концентрацией инструментов на револьверных станках (до 8);
- 3) простотой смены мерных инструментов: сверл, зенкеров и разверток на сверлильных станках или поворотом револьверной головки на токарных станках при смене переходов.

Схема обработки отверстий на сверлильных станках показана на рис. 3.27, а на токарных станках – на рис. 3.28:

– сверление или рассверливание сверлами из P18 или P6M5 (период стойкости сверла  $T = 45$  мин при  $D_{св} \leq 20$  мм; допустимый износ сверла  $h_3 = 0,4 - 0,8$  мм; период стойкости  $T = 90$  мин при  $D_{св} \leq 50$  мм, допусти-

мый износ сверла  $h_3 \leq 1$  мм) –  $V_{и} = 25 - 12$  м/мин. При  $D_{св} = 20$  мм –  $n_g = 355$  об/мин, а при  $D_{св} = 50$  мм –  $n_g = 90$  об./мин;

–  $S = 0,34 - 0,43$  мм/об., выбираем,  $S_g = 0,4$  мм/об. (для сверления) и  $S = 0,6 - 0,8$  мм/об., выбираем  $S_g = 0,8$  мм/об. (для рассверливания);

– зенкерование зенкерами из Р18 или Р6М5 (период стойкости зенкера  $T = 50$  мин, допустимый износ зенкера  $h_3 = 1,2 \div 1,5$  мм).

При обработке деталей из конструкционных сталей ( $\sigma_B = 700$  МПа) режимы резания могут быть назначены по справочным данным:

–  $V_3 = 10 - 15$  м/мин. При  $D_3 = 20$  мм –  $n_g = 200$  мм/об., а при  $D_3 = 50$  мм –  $n_g = 125$  об./мин;

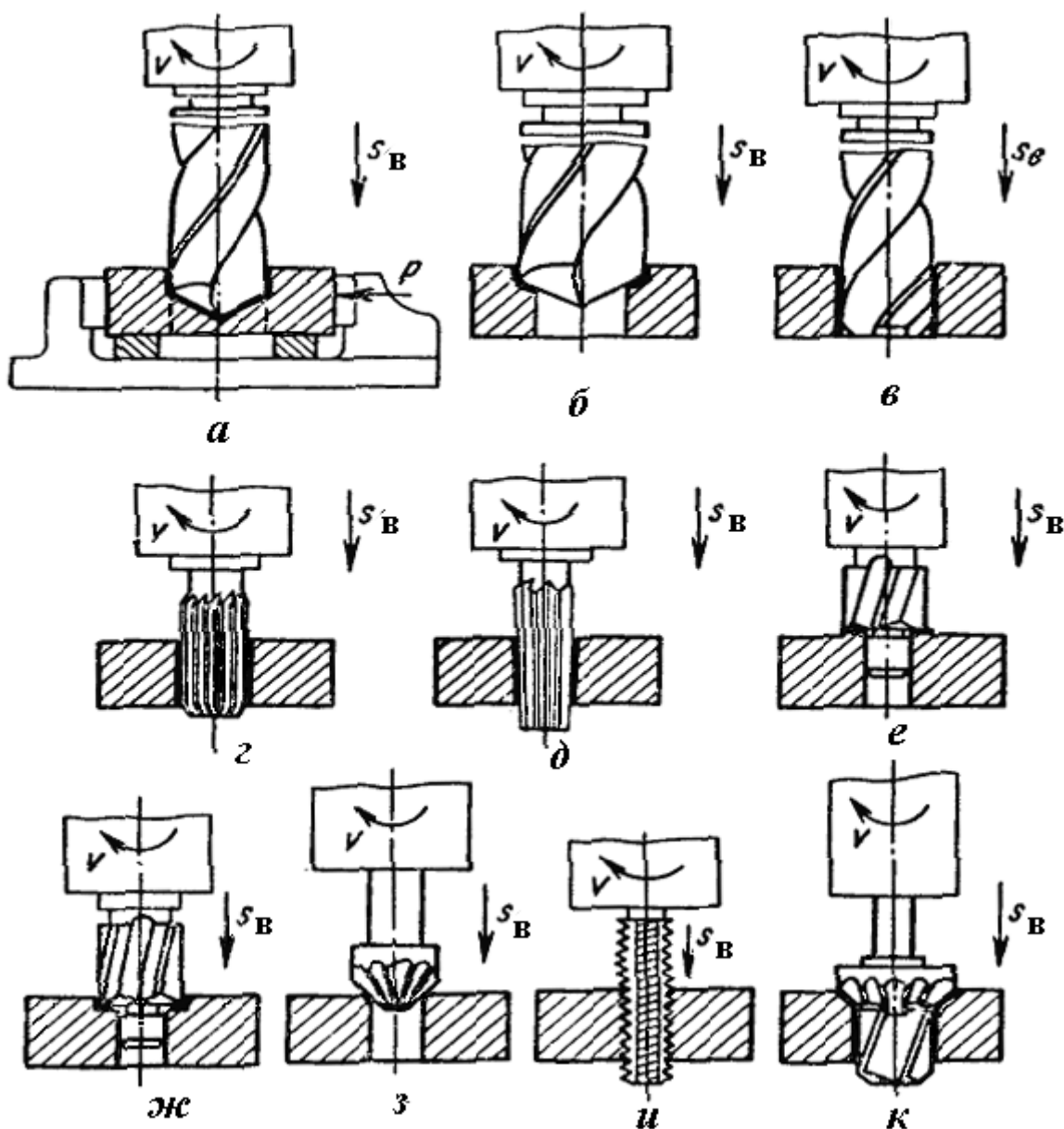
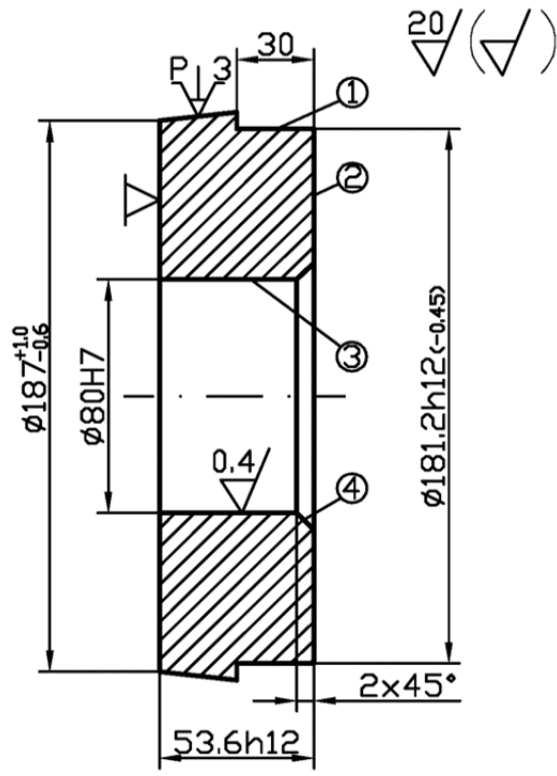
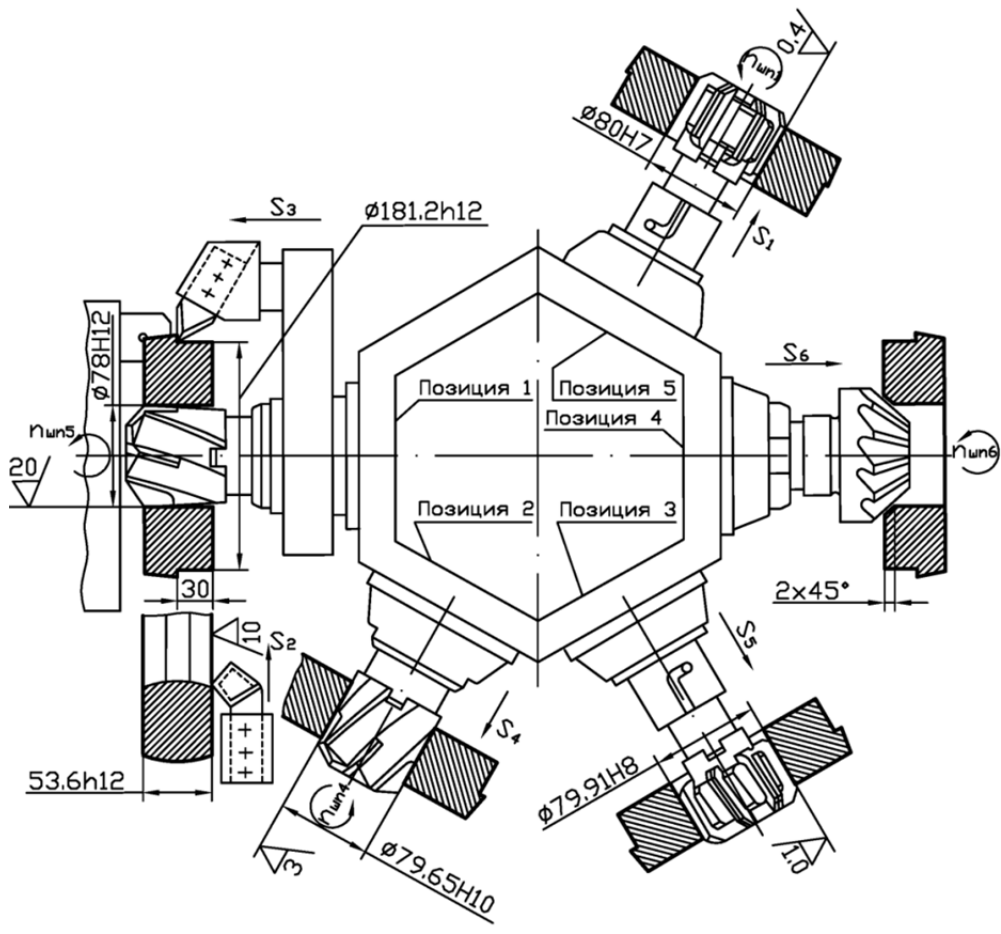


Рис. 3.27. Виды работ, выполняемых на сверлильных станках



a



б

Рис. 3.28. Эскиз обработки (а) и схема наладки (б)

- $S = 0,7 - 0,8$  мм/об., выбираем  $S_g = 0,8$  мм/об.;
- развертывание развертками P18 или P6M5 (период стойкости развертки  $T = 80$  мин, допустимый износ  $h_3 = 0,6 - 0,8$  мм);
- $V_p = 4 - 5$  м/мин ( $R_a = 2,0$  мкм). При  $D_p = 20$  мм –  $n_g = 63$  об./мин, а при  $D_p = 50$  мм –  $n_g = 32$  об./мин;
- $S_p = 0,5 - 0,9$  мм/об., принимаем  $S_g = 0,63$  мм/об.;
- растачивание сквозных отверстий резцами с напайными пластинами из Т30К4 (период стойкости  $T = 60$  мин, допустимый износ  $h_3 = 1,0$  мм);
- $V_p = 100 - 150$  м/мин. При  $D_3 = 40$  мм принимаем  $V_p = 100$  м/мин, тогда  $n_g = 630$  об./мин;
- $S_p = 0,14 - 0,2$  мм/об., принимаем по станку  $S_p = 0,195$  мм/об. При  $D_3 = 48$  мм принимаем  $V_p = 150$  м/мин, тогда  $n_g = 1000$  об./мин, а  $S = 0,14$  мм/об.

Для выбора варианта не интуитивно, а рационально следовало бы сопоставить 2 варианта. Объективной оценкой в таких ситуациях служит полная себестоимость изготовления детали, но на начальных этапах проектирования процесса такой расчет невозможен. Поэтому следует произвести выбор на базе ограниченного массива информации.

В соответствии с типовыми рекомендациями при известных размерах детали, материале детали и его свойствах при разработке операции можно выбрать станок, приспособление и комплект инструментов для изготовления детали, а также выбрать режим обработки и, пользуясь известной формулой  $T_o = \frac{L_o}{n \cdot S} \cdot i$ , быстро рассчитать основное время обработки  $T_o$ .

В технической литературе имеются рекомендации – при обработке на сверлильных и револьверных станках –  $T_{шт-к} = 2 \cdot T_o$ .

Таким образом, располагая информацией о станках, приспособлениях, инструментах, режимах и производительности обработки, можно сопоставить два метода обработки по их затратам  $C_\Sigma$ :

$$C_\Sigma = C_o + C_{п} + C_p + C_3 + C_{рем},$$

где  $C_o$  – затраты на эксплуатацию оборудования, грн.;

$C_{п}$  – затраты на приспособления, грн.;

$C_p$  – затраты на инструмент, грн.;

$C_3$  – зарплата рабочих и наладчиков, грн.;

$C_{рем}$  – затраты на ремонт станков, грн.

Ниже рассмотрены рекомендации по определению затрат.

Затраты на приспособления  $C_{\Pi}$  для обоих методов одинаковы, так как на сверлильных и револьверных станках приспособлением является трехкулачковый патрон с ручным разжимом. Можно принять срок его амортизации 2 года, тогда  $C'_{\Pi}$  (в год) равен  $0,5 \cdot C_{\Pi}$ .

При рыночных ценах  $C_{\Pi} = 2000$  грн, тогда  $C'_{\Pi} = 0,5 \cdot 2000 = 1000$  грн. При годовой программе выпуска  $N$  деталей величина  $C'_{\Pi} = \frac{1000}{N}$  грн (на одну деталь) одинакова для обоих вариантов.

Затраты на эксплуатацию оборудования определяются:

$$C_o = C_{o1} + C_{o2} + C_{o3},$$

где  $C_{o1}$  – суммарные затраты на приобретение станка, его доставку и монтаж, грн.

Суммарные затраты на вертикально-сверлильный станок составляют  $C_{o1} = 11960$  грн, а на револьверный станок  $C_{o1} = 49100$  грн.

Годовые отчисления на амортизацию станков составляют приблизительно 15 % их балансовой стоимости. При годовой программе выпуска деталей  $N$  шт. на одну деталь (при использовании 1 станка) эта величина составляет:

$$C_{o1p} = \frac{49100 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{7365}{N} \text{ грн};$$

$$C_{o1cb} = \frac{11960 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{1794}{N} \text{ грн}.$$

$C_{o2}$  – затраты на электроэнергию для станков. Если принять коэффициент использования мощности  $\eta_N = 0,8$ , коэффициент загрузки револьверного станка  $\eta_p$ , сверлильного станка  $\eta_c$  (их величина будет определена ниже), а также стоимость 1 kw = 1,3 грн/kw (на 01.01.2014), можно определить эти затраты.

$C_{o3}$  – затраты на содержание станков, их величину можно принять:

$$C_{o3m} = C_{o3p} = 0,7 \text{ коп/дет.}$$

Затраты на режущий инструмент  $C'_p$  из быстрорежущих сталей составят:

- сверла  $\varnothing 20$  мм – 30 грн ( $T = 45$  мин);
- сверла  $\varnothing 50$  мм – 70 грн ( $T = 90$  мин);
- зенкер  $\varnothing 20$  мм – 50 грн ( $T = 50$  мин);
- зенкер  $\varnothing 50$  мм – 60 грн ( $T = 50$  мин);
- развертка  $\varnothing 20$  мм – 50 грн ( $T = 80$  мин);
- развертка  $\varnothing 50$  мм – 100 грн ( $T = 80$  мин);
- резец с пластиной Т30К4 – 20 грн ( $T = 60$  мин).

Допустим, что для работы этими инструментами необходимы вспомогательные инструменты–патроны и переходники. Их комплект для разных

станков одинаков и по стоимости составит:  $C''_{pi}$  на отверстия  $\varnothing 20$  мм – 400 грн, а на отверстия  $\varnothing 50$  мм – 500 грн.

Срок его амортизации 1 год, а по аналогии с приспособлениями на одну деталь из  $N$  деталей это составит:  $C''_p = \frac{400}{N}$ , грн (отверстие  $\varnothing 20$  мм) и  $C''_p = \frac{500}{N}$ , грн (отверстие  $\varnothing 50$  мм).

Определим стоимость инструментов на 1 минуту машинного времени их работы при условии, что каждый из них может быть восстановлен  $i = 10$  раз, а стоимость одной переточки  $C_{пер}$  составляет 5 грн.

Срок службы сверла  $\varnothing 20$  мм равен  $T_{\Sigma} = T + i \cdot T = 45 + 10 \cdot 45 = 495$  мин основного времени обработки.

Для сверла  $\varnothing 50$  мм:  $T_{\Sigma} = 90 + 10 \cdot 90 = 990$  мин.

Для зенкера  $\varnothing 20$  мм и  $\varnothing 50$  мм:  $T_{\Sigma} = 50 + 10 \cdot 50 = 550$  мин.

Для развертки  $\varnothing 20$  мм и  $\varnothing 50$  мм:  $T_{\Sigma} = 80 + 10 \cdot 80 = 880$  мин.

Для резцов  $T_{\Sigma} = 60 + 10 \cdot 60 = 660$  мин.

Затраты на сверло  $C_{p св. \varnothing 20}$  мм составляют:

$$C'_{p св_{20}} = C'_p + i \cdot C_{пер} = 30 + 50 = 80 \text{ грн.}$$

Затраты на сверло  $\varnothing 20$  мм  $\varnothing 50$  мм:

$$C'_{p св_{50}} = 70 + 50 = 120 \text{ грн.}$$

Затраты на зенкер  $\varnothing 20$  мм:

$$C'_{p зен_{20}} = 50 + 50 = 100 \text{ грн.}$$

Затраты на зенкер  $\varnothing 50$  мм:

$$C'_{p зен_{50}} = 90 + 50 = 140 \text{ грн.}$$

Затраты на развертку  $\varnothing 20$  мм:

$$C'_{p раз_{20}} = 50 + 50 = 100 \text{ грн.}$$

Затраты на развертку  $\varnothing 50$  мм:

$$C'_{p раз_{50}} = 100 + 50 = 150 \text{ грн.}$$

Затраты на резец:

$$C'_{p рез} = 20 + 10 \cdot 5 = 70 \text{ грн.}$$

Стоимость 1 мин основного времени для разных инструментов равна:

$$- \text{сверло } \varnothing 20 \text{ мм} - \frac{C'_p}{T_{\Sigma}} = \frac{80}{495} = 0,16 \text{ грн/мин;}$$

$$- \text{сверло } \varnothing 50 \text{ мм} - \frac{C'_p}{T_{\Sigma}} = \frac{120}{990} = 0,12 \text{ грн/мин;}$$

$$- \text{зенкер } \varnothing 20 \text{ мм} - \frac{C'_p}{T_{\Sigma}} = \frac{100}{550} = 0,18 \text{ грн/мин;}$$

- зенкер  $\varnothing 50$  мм –  $\frac{C'_p}{T_\Sigma} = \frac{140}{550} = 0,25$  грн/мин;
- развертка  $\varnothing 20$  мм –  $\frac{C'_p}{T_\Sigma} = \frac{100}{880} = 0,11$  грн/мин;
- развертка  $\varnothing 50$  мм –  $\frac{C'_p}{T_\Sigma} = \frac{150}{880} = 0,17$  грн/мин;
- резец –  $\frac{C'_p}{T_\Sigma} = \frac{70}{660} = 0,105$  грн/мин;

Зарплата рабочих и наладчиков  $C_3$  может быть определена при следующих условиях:

- разряд работы сверлильщика и токаря – 3;
- разряд работы наладчика – 5;
- плановая переработка норм – 20 %;
- наладчик обслуживает 8 станков;
- минимальная зарплата рабочего 1 разряда – 1250 грн/мес при фонде времени 165 часов в месяц или 7,6 грн/час. Тарифный коэффициент 3 разряда – 1,3, пятого разряда – 1,7.

Таким образом,  $C'_3$  рабочих составит: для 3 разряда –  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 11,82$  грн/час, для 5 разряда –  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,7 = 15,5$  грн/час. Затраты на ремонт механической части при длительности ремонтного цикла 5 лет  $C_{рм}$  составляют 30 часов работы ремонтника 3 разряда или:

$$C_{рм} = 30 \cdot 11,82 = 354,6 \text{ грн.}$$

Затраты на ремонт электротехнической части  $C_{рэ}$  обычно принимают 40 % от  $C_{рм}$ :  $C_{рэ} = 354,6 \cdot 0,4 = 141,84$  грн.

Таким образом, затраты на ремонт станка составляют:

$$C_{рст} = C_{рм} + C_{рэ} = 354,6 + 141,84 = 496,44 \text{ грн.}$$

Затраты на материалы при ремонте  $C_{рмат}$  принимают равными 75 % от  $C_{р}$  или  $C_{рмат} = 496,44 \cdot 0,75 = 372,33$  грн.

Цеховые расходы  $C'$  ремонтного подразделения равны 196 % от  $C_{рст}$  или  $C' = 496,44 \cdot 1,96 = 973$  грн.

Тогда суммарные затраты на ремонт составят:

$$C_{р\Sigma} = C_{рст} + C_{рмат} + C' = 496,44 + 372,33 + 973 = 1841,77 \text{ грн.}$$

Выбранные станки имеют категорию ремонтной сложности – 10, а затраты на их ремонт на одну деталь составляют:

$$C_{рдет} = \frac{C_{р\Sigma} \cdot 10}{N} = \frac{1841,77 \cdot 10}{N} = \frac{18417,7}{N} \text{ грн.}$$

## 2. Порядок выполнения работы

### 2.1. Получить задание на выполнение работы согласно табл. 3.19.

## Варианты заданий

№ варианта	$N$ , шт./год	Размеры, мм		Материал
		$d_{\text{отв}}$	$L_{\text{отв}}$	
1	10000	20H8	80	ст. 45
2	40000	20H8	80	—//—
3	15000	50H8	100	—//—
4	50000	50H8	100	—//—
5	100000	20H8	100	—//—
6	10000	50H8	80	—//—

2.2. Задать режимы работы  $V$  и  $S$ .

2.3. Определить  $T_0$  для вариантов.

2.4. Определить  $T_{\text{шт-к}}$  для вариантов.

2.5. Определить  $C_p$ .

2.6. Определить  $C_n$ .

2.7. Определить  $C_o$ .

2.8. Определить  $C_z$ .

2.9. Определить  $C_{p \text{ дет.}}$

2.10. Определить  $C_{\Sigma}$ .

2.11. Сопоставить 2 варианта и сделать выводы.

2.12. На примере задания №1 можно произвести цифровой расчет с допущениями:  $d_{\text{отв}} = 20\text{H}8$  мм, поэтому размер при развертывании  $\varnothing 20\text{H}8$  мм, при зенкерования  $\varnothing 19,6 \text{H}10$  мм, а при сверлении  $\varnothing 17,5 \text{H}12$  мм.

2.12.1. Режим работы принимаем:

– сверление –  $n = 335$  об./мин;  $S = 0,4$  мм/об.;

– зенкерование –  $n = 200$  об./мин;  $S = 0,8$  мм/об.;

– развертывание –  $n = 63$  об./мин;  $S = 0,63$  мм/об.

2.12.2. Определим  $T_0 = \frac{L_0 + l_1 + l_2}{n \cdot S}$ :

– сверление:  $L_0 = 80$  мм;

$$l_1 = 0,4 \cdot d_o = 0,4 \cdot 20 = 8 \text{ мм};$$

$$l_2 = 1 \div 3 \text{ мм, принимаем } 2 \text{ мм.}$$

$$T_{0c} = \frac{80+8+2}{355 \cdot 0,4} = 0,63 \text{ мин.}$$

– зенкерование:  $L_0 = 80$  мм;

$$l_1 \cong 1 \text{ мм};$$



$$l_2 = 1 \div 3 \text{ мм, принимаем } 2 \text{ мм.}$$

$$T_{o_3} = \frac{80+1+2}{200 \cdot 0,8} = 0,52 \text{ мин.}$$

– развертывание:  $L_o = 80 \text{ мм}$ ;

$$l_1 \cong 1 \text{ мм};$$

$$l_2 = 1 \div 3 \text{ мм, принимаем } 2 \text{ мм.}$$

$$T_{o_p} = \frac{80+1+2}{63 \cdot 0,63} = 2,09 \text{ мин.}$$

2.12.3. Определим  $T_{шт-к}$ :

Токарный и сверлильный станок:

$$T_{шт-к} = 2(T_{o_c} + T_{o_3} + T_{o_p}) = 2(0,63 + 0,52 + 2,09) = 6,48 \text{ мин};$$

2.12.4. Определим загрузку станков  $\eta_{ст}$  при фонде времени в 1 смену  $F = 1980$  час и работе в  $c = 2$  смены:

$$\eta_{ст} = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{F \cdot c \cdot 60} = \frac{10000 \cdot 6,48}{1980 \cdot 2 \cdot 60} = 0,27.$$

2.12.5. Определим затраты на режущий инструмент  $C_p$ . В наладке станков работают сверло, зенкер и развертка:

$$C_{p \text{ сверло}} = 0,16 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 0,63 \text{ мин} = 0,1 \text{ грн};$$

$$C_{p \text{ зенкер}} = 0,18 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 0,52 \text{ мин} = 0,09 \text{ грн};$$

$$C_{p \text{ развертка}} = 0,11 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 2,09 \text{ мин} = 0,23 \text{ грн};$$

$$\text{Или } C_{p\Sigma} = 0,1 + 0,09 + 0,23 + C_p'' = 0,42 + \frac{400}{1000} = 0,46 \text{ грн.}$$

2.12.6. Затраты на приспособления  $C_{п}$  для обоих вариантов одинаковы и составляют:

$$C_{п} = \frac{1000}{N} = \frac{1000}{10000} = 0,1 \text{ грн.}$$

2.12.7. Затраты на электроэнергию составят:

– на сверлильном станке:

$$C_{o2c} = \frac{F \cdot \eta_m \cdot \eta_{ст} \cdot 1,3 \cdot N_m}{60 \cdot N} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,27 \cdot 1,3 \cdot 2,8}{60 \cdot 10000} = 0,32 \frac{\text{грн}}{\text{дет}} \cong 32 \frac{\text{коп}}{\text{дет}};$$

– на revolverном станке:

$$C_{o2p} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,27 \cdot 1,3 \cdot 17}{60 \cdot 10000} = 1,89 \frac{\text{грн}}{\text{дет}} \cong 189 \frac{\text{коп}}{\text{дет}}.$$

2.12.8. Затраты на содержание этих станков  $C_{o3}$  одинаковы и составляют  $C_{o3} = 0,7 \text{ коп/дет}$ .

2.12.9. Затраты, связанные с амортизацией  $C_{o1}$ , составят:

$$\text{– на revolverном станке: } C_{o1p} = \frac{7365}{N} = \frac{7365}{10000} \cong 0,74 \frac{\text{грн}}{\text{дет}} = 74 \frac{\text{коп}}{\text{дет}};$$

$$\text{– на сверлильном станке: } C_{o1св} = \frac{1784}{N} = \frac{1784}{10000} = 0,179 \frac{\text{грн}}{\text{дет}} \cong 18 \frac{\text{коп}}{\text{дет}}.$$

2.12.10. Зарплата рабочих  $C_3$  на этих станках составит:

$$C_3 = T_{шт-к} \cdot \frac{11,82}{60} = 6,48 \cdot \frac{11,82}{60} \cong 1,28 \frac{\text{грн}}{\text{дет}} = 128 \frac{\text{коп}}{\text{дет}}$$

2.12.11. Зарплата наладчика для этих станков составит:

$$C_3 = T_{шт-к} \cdot \frac{15,5}{8 \cdot 60} = 6,48 \cdot \frac{15,5}{480} \cong 0,21 \frac{\text{грн}}{\text{дет}} = 21 \frac{\text{коп}}{\text{дет}}$$

2.12.12. Затраты на ремонт этих станков  $C_{\text{рем}}$  составят:

$$C_{\text{рем}} = \frac{18417,7}{10000} = 1,84 \frac{\text{грн}}{\text{дет}} = 184 \frac{\text{коп}}{\text{дет}}$$

2.12.13. Определим расходы на обработку:

$$C_{\Sigma} = C_p + C_{\text{п}} + C_o + C_3 + C_{\text{рем}}:$$

– на сверлильном станке:  $C_{\Sigma} = 0,46 + 0,1 + 0,32 + 0,007 + 0,18 + 1,28 + 0,21 \cong 2,56 \frac{\text{грн}}{\text{дет}}$ ;

– на револьверном станке:  $C_{\Sigma} = 0,46 + 0,1 + 1,89 + 0,007 + 0,74 + 1,28 + 0,21 \cong 4,69 \frac{\text{грн}}{\text{дет}}$ .

2.12.14. Сравнение вариантов при заданной программе выпуска указывает на целесообразность выбора сверлильного станка вместо токарного, т.к. затраты ниже приблизительно в 1,8 раза.

**2.13.** На примере задания №6 можно произвести цифровой расчет со следующими допущениями:

– для сверлильного станка: поскольку  $d_{\text{отв}} = 50 \text{ Н8}$ , то размер при развертывании  $\varnothing 50 \text{ Н8}$  мм, при зенкерованиях  $\varnothing 49,5 \text{ мм Н10}$ , при рассверливании  $\varnothing 48 \text{ мм Н12}$  и при сверлении  $\varnothing 20 \text{ мм Н14}$ ;

– для токарно-револьверного станка: поскольку  $d_{\text{отв}} = 50 \text{ Н8}$ , то размер при чистовом растачивании  $\varnothing 50 \text{ мм Н8}$ ; при черновом растачивании  $\varnothing 48 \text{ мм Н10}$ , при рассверливании  $\varnothing 49 \text{ мм Н12}$  и при сверлении  $\varnothing 20 \text{ мм Н14}$ .

2.13.1. Режим работы принимаем таким:

– сверление –  $n_g = 355 \text{ об./мин}$ ;  $S = 0,4 \text{ мм/об.} (\varnothing 20 \text{ мм})$ ;

– рассверливание –  $n_g = 90 \text{ об./мин}$ ;  $S = 0,8 \text{ мм/об.} (\varnothing 48 \text{ и } \varnothing 40 \text{ мм})$ ;

– зенкерование –  $n_g = 125 \text{ об./мин}$ ;  $S = 0,8 \text{ мм/об.} (\varnothing 49,5 \text{ мм})$ ;

– развертывание –  $n_g = 32 \text{ об./мин}$ ;  $S = 0,63 \text{ мм/об.} (\varnothing 50 \text{ мм})$ ;

– растачивание –  $n_g = 1000 \text{ об./мин}$  и  $630 \text{ об./мин}$ , а подача  $S = 0,195$  и  $0,14 \text{ мм/об.}$

2.13.2. Определим  $T_o = \frac{L_o + l_1 + l_2}{n \cdot S}$ :

– сверление:  $L_o = 80 \text{ мм}$ ;

$$l_1 = 0,4 \cdot d_o = 0,4 \cdot 20 = 8 \text{ мм};$$

$l_2 = 1 \div 3$  мм, принимаем 2 мм.

$$T_{oc} = \frac{80+8+2}{355 \cdot 0,4} = 0,63 \text{ мин};$$

– рассверливание:  $L_0 = 80$  мм;  $l_1 \cong 10$  мм;  $l_2 = 3$  мм, тогда

$$T_{op} = \frac{80+10+3}{90 \cdot 0,8} = 1,29 \text{ мин};$$

– зенкерование:  $L_0 = 80$  мм;  $l_1 \cong 1$  мм;  $l_2 = 2$  мм, тогда

$$T_{oz} = \frac{80+1+2}{125 \cdot 0,8} = 0,83 \text{ мин};$$

– развертывание:  $L_0 = 80$  мм;  $l_1 = 1$  мм;  $l_2 = 2$  мм, тогда

$$T_{op} = \frac{80+1+2}{32 \cdot 0,63} = 4,12 \text{ мин};$$

– растачивание черновое:  $L_0 = 80$  мм;  $l_1 = 1$  мм;  $l_2 = 2$  мм, тогда

$$T_{op \text{ чер}} = \frac{80+1+2}{630 \cdot 0,195} = 0,68 \text{ мин};$$

– растачивание чистовое:  $L_0 = 80$  мм;  $l_1 = 1$  мм;  $l_2 = 2$  мм, тогда

$$T_{op \text{ чист}} = \frac{80+1+2}{1000 \cdot 0,14} = 0,59 \text{ мин}.$$

2.13.3. Определим  $T_{шт-к}$ :

– сверлильный станок:  $T_{шт-к} = 2(T_{oc} + T_{op} + T_{oz} + T_{op}) =$   
 $= 2(0,63 + 1,29 + 0,83 + 4,12) = 13,74$  мин;

– токарный станок:  $T_{шт-к} = 2(T_{oc} + T_{op} + T_{op \text{ чер}} + T_{op \text{ чист}}) =$   
 $= 2(0,63 + 1,29 + 0,68 + 0,59) = 6,38$  мин;

2.13.4. Определим загрузку станков  $\eta_{ст}$  при фонде времени в 1 смену

$F = 1980$  часов и работе в  $c = 2$  смены:

$$- \eta_{ст \text{ св.}} = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{F \cdot c \cdot 60} = \frac{10000 \cdot 13,74}{1980 \cdot 2 \cdot 60} = 0,58;$$

$$- \eta_{ст \text{ ток.}} = \frac{10000 \cdot 6,38}{1980 \cdot 2 \cdot 60} = 0,27.$$

2.13.5. Определим затраты на режущий инструмент  $C_p$ .

В наладке сверлильного станка используют сверло №1, сверло №2, зенкер и развертку:

$$- C_{p \text{ св. №1}} = 0,16 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 0,63 = 0,1 \text{ грн};$$

$$- C_{p \text{ св. №2}} = 0,12 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 1,29 = 0,15 \text{ грн};$$

$$- C_{p \text{ зенк}} = 0,25 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 0,83 = 0,21 \text{ грн};$$

$$- C_{p \text{ разв}} = 0,17 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 4,12 = 0,7 \text{ грн}.$$

В наладке револьверного станка используют: сверло №1, сверло №2 и 2 резца:

$$- C_{p \text{ св. №1}} = 0,1 \text{ грн};$$

$$- C_{\text{рсв №2}} = 0,15 \text{ грн};$$

$$- C_{\text{рр №1}} = 0,105 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 0,68 = 0,07 \text{ грн};$$

$$- C_{\text{рр №2}} = 0,105 \frac{\text{грн}}{\text{мин}} \cdot 0,59 = 0,06 \text{ грн}.$$

$$\text{Отсюда: } C_{\text{рΣсв}} = 0,1 + 0,15 + 0,21 + 0,7 + \frac{500}{10000} = 1,21 \text{ грн};$$

$$C_{\text{рΣток}} = 0,1 + 0,15 + 0,07 + 0,06 + 0,05 = 0,41 \text{ грн}.$$

2.13.6. Затраты на приспособления  $C_{\text{п}}$  для обоих вариантов составляют

$$C_{\text{п}} = \frac{1000}{N} = 0,1 \text{ коп.}$$

2.13.7. Затраты на электроэнергию для станков составляют:

$$- \text{сверлильный: } C_{02} = \frac{F \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{ст}} \cdot 1,3 \cdot N_{\text{м}}}{60 \cdot 10000} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,58 \cdot 1,3 \cdot 2,5}{600000} = 0,6 \text{ грн/дет};$$

$$- \text{токарный: } C_{02} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,27 \cdot 1,3 \cdot 17}{600000} = 1,89 \text{ грн/дет}.$$

2.13.8. Затраты на содержание копировальных станков  $C_{03}$  одинаковы и составляют  $C_{03} = 0,7$  коп/дет.

2.13.9. Затраты, связанные с амортизацией станков  $C_{01}$ , равны:

$$- \text{для револьверного станка: } C_{01} = \frac{7365}{N} = \frac{7365}{10000} \cong 0,74 \text{ грн/дет};$$

$$- \text{для сверлильного станка: } C_{01} = \frac{1794}{N} = \frac{1794}{10000} \cong 0,18 \text{ грн/дет}.$$

2.13.10. Зарплата рабочих  $C_3$  составит:

$$- \text{сверлильный станок: } C_3 = T_{\text{шт-к}} \frac{11,82}{60} = 13,74 \frac{11,82}{60} = 2,71 \text{ грн/дет};$$

$$- \text{токарный станок: } C_3 = 6,38 \frac{11,82}{60} = 1,26 \text{ грн/дет}.$$

2.13.11. Зарплата наладчика  $C_3$  составит:

$$- \text{сверлильный станок: } C_3 = T_{\text{шт-к}} \frac{15,5}{8 \cdot 60} = 13,74 \frac{15,5}{8 \cdot 60} = 0,44 \text{ грн/дет};$$

$$- \text{токарный станок: } C_3 = 6,38 \frac{15,5}{8 \cdot 60} = 0,21 \text{ грн/дет}.$$

2.13.12. Затраты на ремонт этих станков  $C_{\text{рем}}$  составят:

$$C_{\text{рем}} = \frac{18417,7}{10000} = 1,84 \text{ грн}.$$

2.13.13. Определим расходы на обработку  $C_{\Sigma} = C_{\text{р}} + C_{\text{п}} + C_0 + C_3 + C_{\text{рем}}$  для вариантов:

$$- \text{сверлильный станок: } C_{\Sigma} = 1,21 + 0,1 + 0,6 + 0,007 + 0,18 + 2,71 + 0,44 = 5,067 + 0,18 \cong 5,25 \text{ грн/дет};$$

$$- \text{токарный станок: } C_{\Sigma} = 0,43 + 0,1 + 1,89 + 0,007 + 0,74 + 1,26 + 0,21 = 4,64 \text{ грн/дет}.$$

2.13.14. Сравнение вариантов при заданной программе выпуска указывает на целесообразность выбора токарного станка вместо сверлильного станка, т.к. затраты ниже в 1,1 раза.

### 3. Оформление отчета

3.1. Расчет  $T_0$ ;  $T_{шт-к}$ ;  $C_p$ ;  $C_{п}$ ;  $C_0$ ;  $C_3$ ;  $C_{рем}$  и  $C_{\Sigma}$ .

3.2. Выводы.

4. Литература [ ].

## 3.3. Разработка ТТП изготовления деталей-крышек

**Цель работы** – научить студента разрабатывать типовой технологический процесс обработки деталей-крышек;

– научить оформлять документацию на типовую технологию.

### 1. Общие сведения

Крышки в структуре машин служат для фиксации положений других составных частей, герметизации полостей корпусов. Как правило, это неподвижные детали в контакте с неподвижными деталями или, значительно реже, неподвижные в контакте с подвижными.

Чаще всего крышки изготавливают из серого чугуна СЧ15, СЧ20 и реже – из конструкционных сталей или алюминиевых сплавов. Детали не подвергают термической обработке, и они обладают хорошей обрабатываемостью лезвийными инструментами.

Крышки (фланцы, стаканы) могут иметь разную форму, размеры и точность (рис. 3.29 – рис. 3.31). Основными поверхностями крышек являются D1, D2, D3, L1 и L2 (рис. 3.29). В ряде примеров часть поверхностей деталей не подвергают механической обработке, т.е. оставляют черными.

В табл. 3.20 приведена структура ТТП на крышку (рис. 3.29), а в табл. 3.21 – структура ТТП на стакан (рис. 3.31).

В ТТП (табл. 3.20) для крышек (рис. 3.28 и рис. 3.29) различие в количестве переходов на токарной операции у крышки рис. 3.30: добавится переход по растачиванию отверстия  $\varnothing 106H14$  и переход по растачиванию канавки под уплотнение  $\varnothing 118H14$ .

В ТТП стакана (рис. 3.31) поверхности  $\varnothing 85$ ;  $\varnothing 72$ ;  $\varnothing 100$  и плоские поверхности с размерами 55 и 65 связаны между собой отклонениями взаимного расположения с допусками h6 – h7, которые могут быть обеспечены только на финишном этапе.

## **2. Порядок выполнения работы**

**2.1.** Каждый студент получает у преподавателя задание – чертеж детали (рис. 3.33 – рис. 3.36) и производит его разметку в соответствии с индексами на рис. 3.28.

Если поверхностей будет больше, то они маркируются большими цифрами после последних на версии рис. 3.29.

**2.2.** Пользуясь табл. 3.20 и табл. 3.21, а также таблицами «Экономическая точность и шероховатость типовых поверхностей», откорректировать ТТП, при этом необходимо помнить, что основная масса крышек может быть изготовлена на этапах черновой и получистовой обработки. Если точность каких-либо поверхностей будет Н8 – Н9, то вводят чистовой этап обработки, а при более высоких требованиях – финишный. Например, на рис. 3.31 требования точности отверстия по округлости 0,010 мм, и такое требование может быть реализовано на специальной «Тонко-обточной или расточной» («алмазно-расточной») операции в конце ТТП.

**2.3.** Оформить маршрутный ТТП на карте (форма 1–1а).

**2.4.** Описать основные отличия полученного ТТП от базового.

## **3. Оформление отчета**

**3.1.** ТТП базовый по заданию.

**3.2.** ТТП по заданию на деталь.

**3.3.** Основные изменения в базовом ТТП.

**3.4.** Выводы.

## **4. Литература**

### **5. Вопрос для самоконтроля:**

#### **5.1. Крышки относят к классу деталей**

- втулки;
- валы;
- диски;
- корпуса;
- ползуны.

#### **5.2. Крышки подвергают термической обработке в:**

- заготовительном цикле;
- до механической обработки;
- после механической обработки;
- в середине цикла механической обработки;
- она не нужна этим деталям.

**5.3. Какие поверхности крышки являются чистовой технологической базой:**

- наружная поверхность;
- торец;
- отверстие;
- выступ;
- другие.

Таблица 3.20

Типовой технологический процесс (ТП) крышек  
из серого чугуна ( $\varnothing$  нар < 300 мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Инструменты	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная (литейная)	1.Отлить заготовку 2.Очистить заготовку	Кокильная машина [_____]		Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Подрезать торец фланца [_____] 2.Точить обод [_____] предварительно 3.Расточить отв. [_____] предварительно 4.Точить канавку [_____.____] 5.Точить фаски [_____] 6.Переустановить деталь, закрепить (снять) 7.Подрезать торец фланца [_____] 8.Точить фаски	Токарно-револьверный станок [_____] N=11 кВт Трехкулачковый патрон [_____]	Резцы ВК8	Калибры-пробки и скобы
30	Вертикально-сверлильная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Сверлить отв. [_____] в размер [_____] 2.Зенковать отв. [_____] в размер	Вертикально-сверлильный станок [_____]	Сверла, зенковки Р6М5	Спец. калибр
40	Грунтовочная	Грунтовать наружные поверхности грунтом [_____]	Стенд [_____]		

1	2	3	4	5	6
50	Сушка	Сушить деталь после грунтовки	Печь сушильная [ ]		Образцы для сравнения
60	Окраска	Окрасить контур Р краской [ ]	Камера окраски		Спец. прибор
70	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контроля		

Таблица 3.21

**Типовой технологический процесс (ТТП)  
изготовления стакана редуктора**

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Инструменты	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Штамповочная	Штамповать заготовку на прессе	Пресс [ ]		Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1.Подрезать торец 2.Расточить контур Ø[ ] предварит. 3.Расточить отв. Ø[ ] предварит. 4.Расточить отв. Ø[ ] получисто 5.Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=4,3 кВт Трехкулачк. патрон [ ]	Резец ВК8, Сверло Р6М5, Развертка Р6М5	Калибры-скобы и пробки
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Подрезать торец [ ] и торец [ ] 2.Точить пов. [ ] предварительно 3.Точить пов. [ ] получисто 4.Точить фаски [ ] и канавку [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=4,3 кВт Трехкулачк. патрон [ ]	Резец ВК8	Калибры-пробки и скобы
40	Вертикально-сверлильная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Сверлить 4 отв. в размер [ ] предвар. 2.Зенкеровать 4 отв. в размер [ ]	Вертикально-сверл. станок [ ] Трехкулачковый патрон [ ]	Сверло, зенковка Р6М5	Калибры-пробки



1	2	3	4	5	6
50	Торце- кругло- шлифо- вальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Шлифовать наружный диаметр предварительно в размер [_____] 2.Шлифовать торец в размеры [_____] , выдер- жав // 0,025 С 3.Править круг 4.Шлифовать наружный диаметр окончательно в размер [_____]	Торце-кругло- шлифовальный ста- нок [_____] Оправка специаль- ная [_____]	Круг ПП 300x40x203 4A40H CM1- C17K5	Спец. калибры
60	Алмазно- расточная	Установить, закрепить (снять) деталь 1.Расточить отверстие диаметром [_____] в раз- мер предварительно 2.Расточить отверстие диаметром [_____] окон- чательно	Алмазно-расточной станок [_____] Спец. патрон [_____]	Резец ВК8	Спец. калибры
70	Химико- термиче- ская	Оксидировать поверхно- сти детали	Ванна [_____]		
80	Контроль- ная	Выборочный контроль	Стенд контроля [_____]		Спец. приспо- собл.





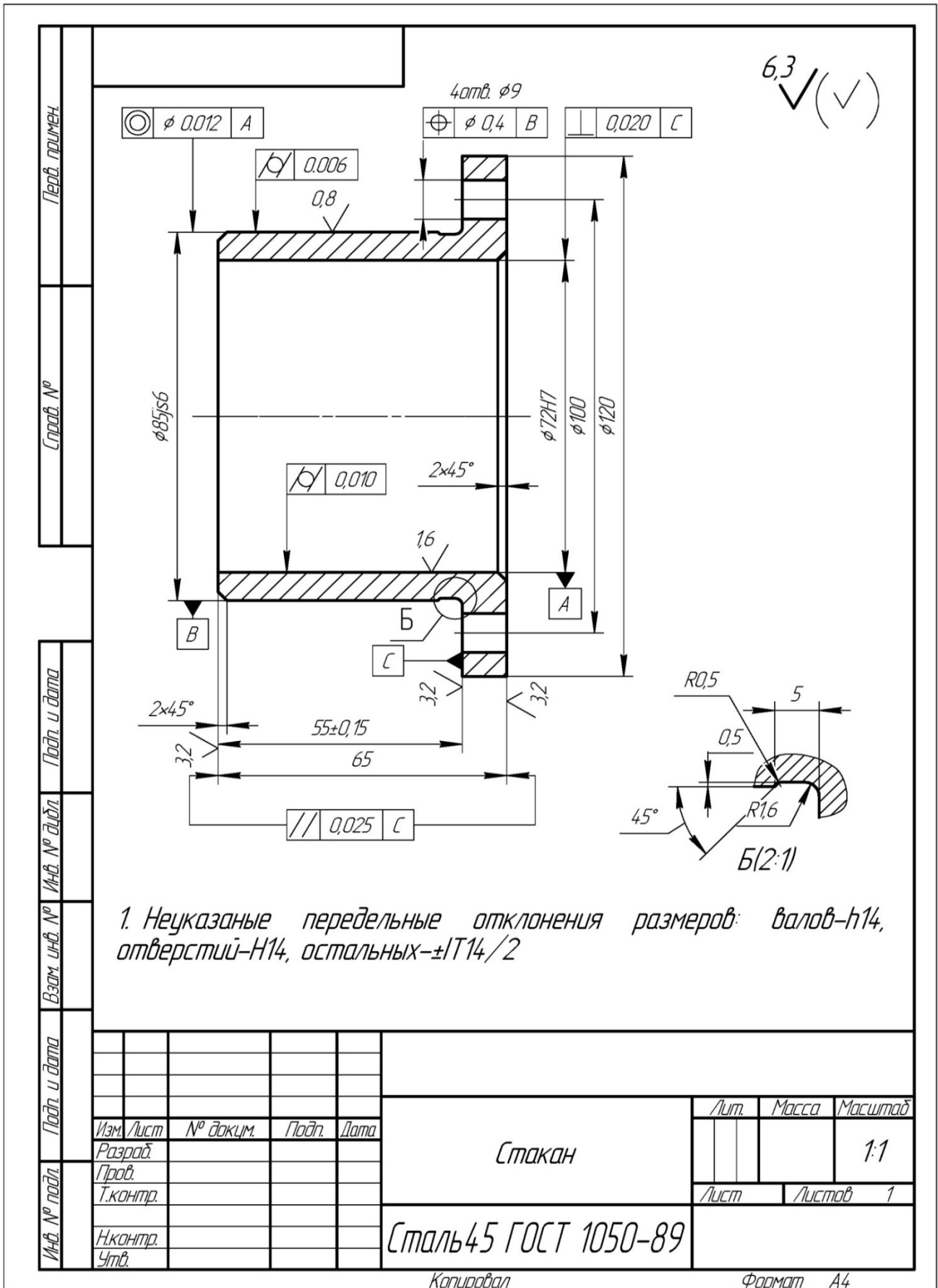


Рис. 3.31. Чертеж стакана



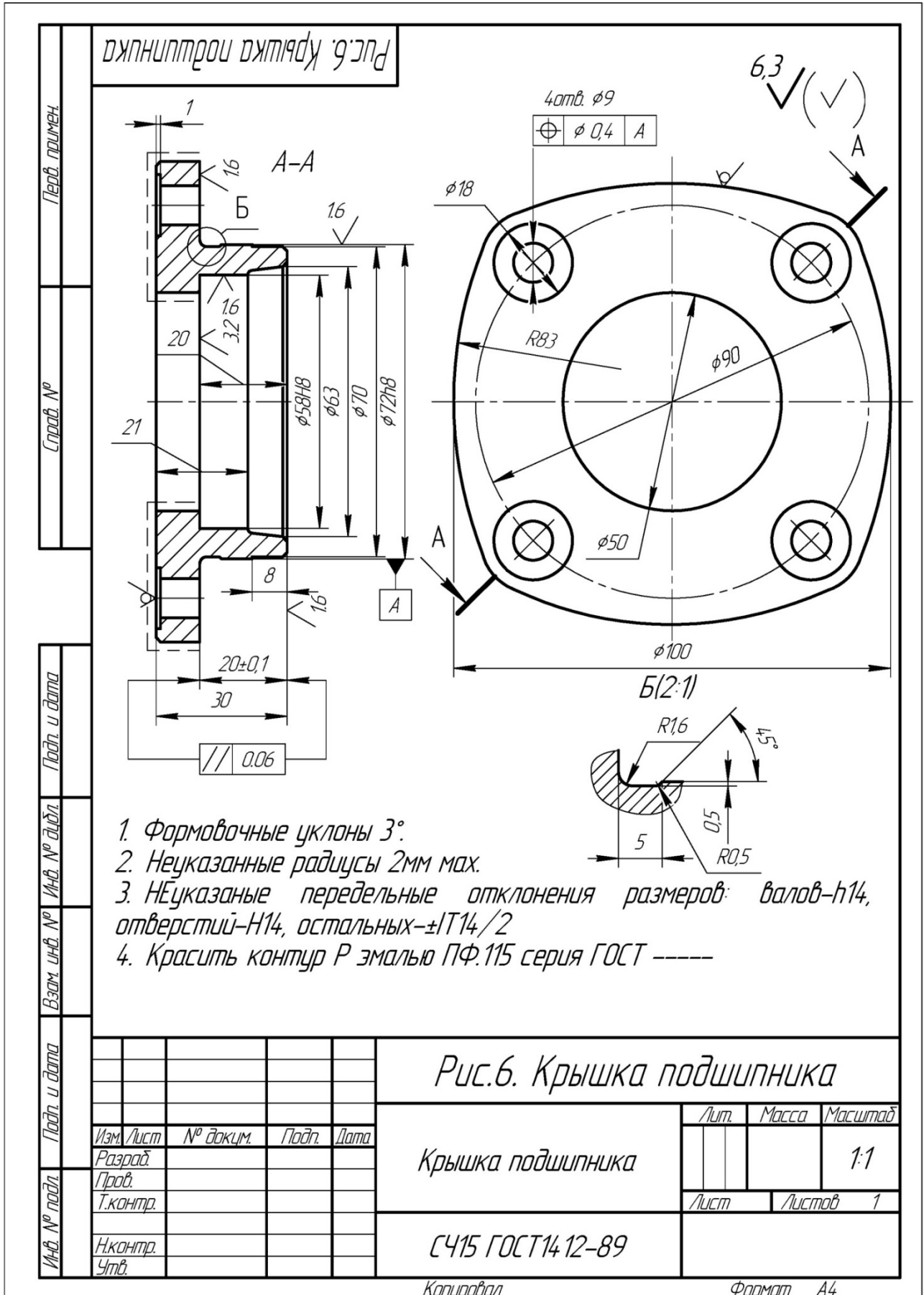


Рис. 3.33. Чертеж крышки подшипника

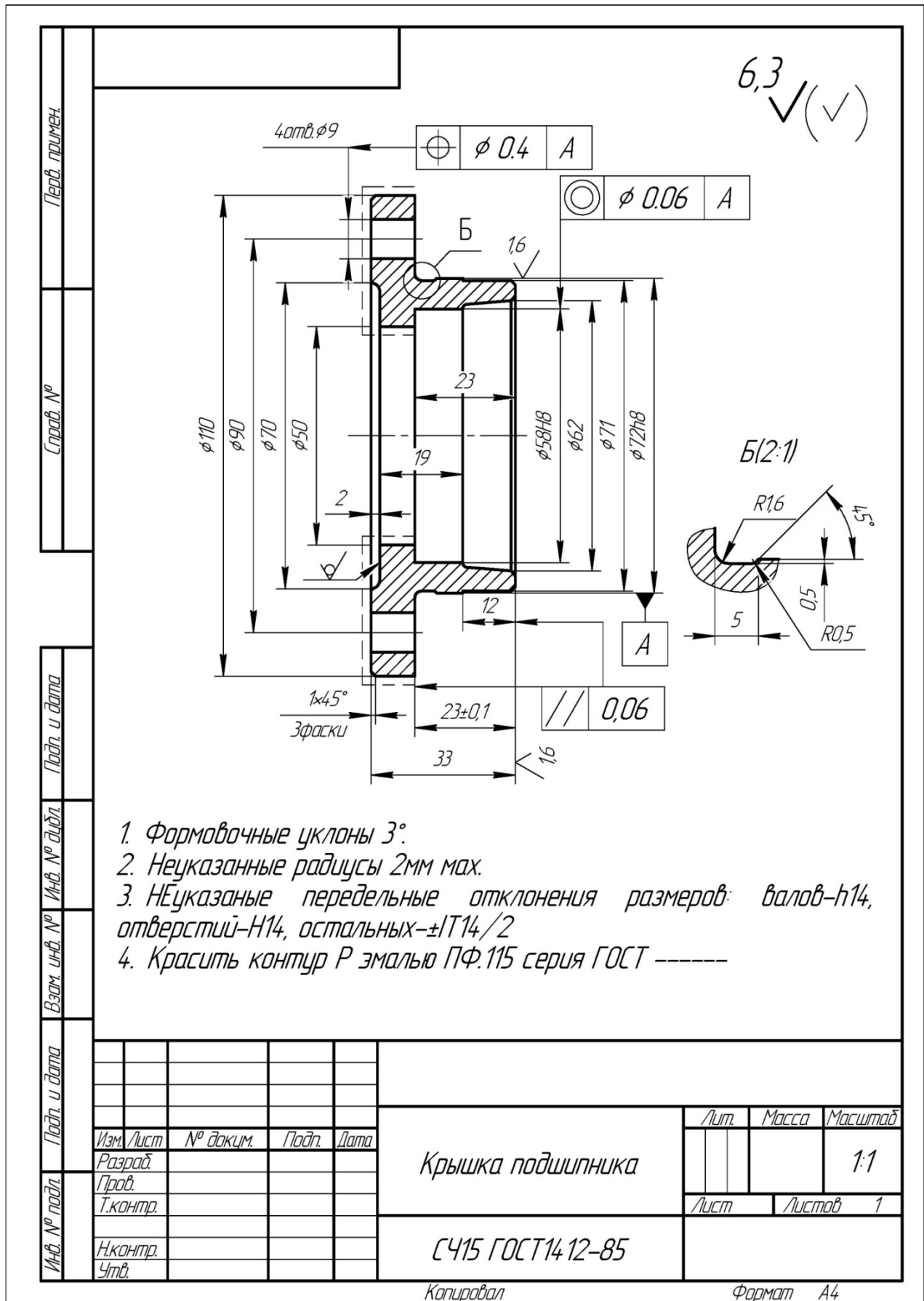


Рис. 3.34. Чертеж крышки подшипника





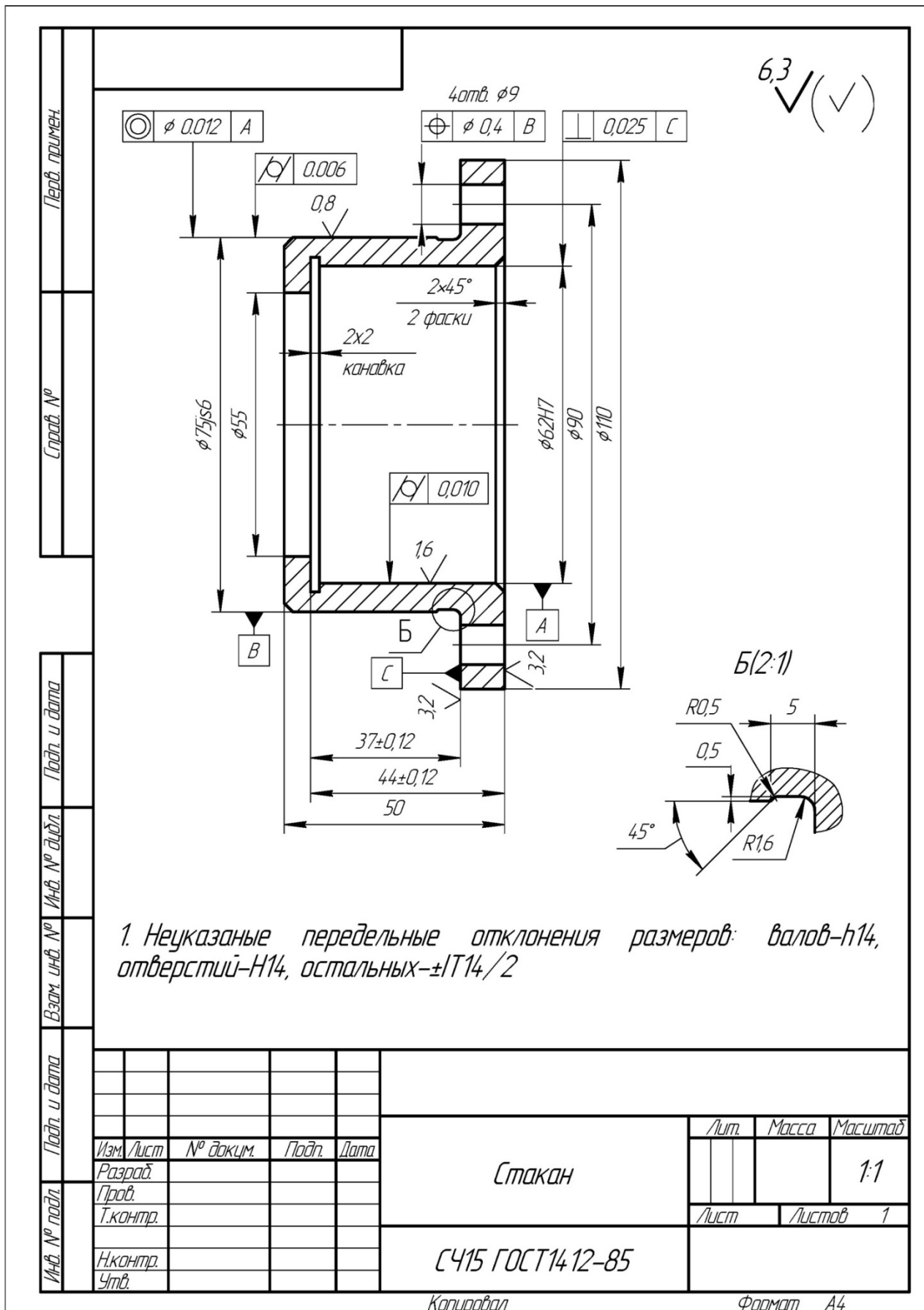


Рис. 3.36. Чертеж стакана

### 3.3.1. Выбор метода обработки плоских и торцевых поверхностей типовых деталей

**Цель работы** – дать информацию об основных методах обработки плоских и торцевых поверхностей валов, втулок, шестерен, крышек на токарно-револьверных и вертикально-фрезерных станках;

– научить обоснованию и выбору наиболее эффективных методов обработки для заданных условий.

#### 1. Общие сведения

Плоские поверхности деталей можно обработать на различных станках: фрезами концевыми, цилиндрическими и торцевыми на фрезерных станках, резцами на строгальных и токарных станках, кругами на плоскошлифовальных станках и др.

Весьма часто технологи выбирают из этого перечня обработку деталей на фрезерных станках торцевыми фрезами и револьверных станках резцами (рис. 3.37, рис. 3.38). Этот выбор связан со следующим:

- 1) невысокая стоимость оборудования и относительная простота его обслуживания;
- 2) малое время переналадки станков при переходе на другие детали;
- 3) относительно высокая производительность обработки;
- 4) высокая концентрация инструментов на револьверных станках (6 позиций или 8 позиций в головке и 1 или более резцов в поперечном суппорте).

Схемы обработки, например, крышки, приведена на рис. 3.28 (а, б) и рис. 3.39.

Черновая обработка торцевыми фрезами из чугуна может быть выполнена на режиме:  $V_{\text{фр}} = 50 \div 80$  м/мин;  $S_{\text{прод}} = S_{\text{мин}} = 0,5 \div 1$  м/мин;  $S_z = 0,2 \div 0,3$  мм/зуб;  $t \leq 8$  мм;  $D_{\text{фрезы}} = 1,6 \cdot B_{\text{дет}}(1,6 \cdot D_{\text{дет}})$ , мм; период стойкости фрезы равен 240 мин (допустимый износ  $h_3 = 1,5$  мм).

Черновая обработка деталей из чугуна на токарных станках может осуществляться с режимом:  $V_p = 100 - 150$  м/мин;  $S = 0,25 \div 0,4$  мм/об;  $t \leq 5$  мм; стойкость резца из ВК6 – 60 мин.

Для выбора варианта не интуитивно, а рационально следует сопоставить 2 варианта. Объективной оценкой в таких ситуациях служит полная себестоимость изготовления детали, но на начальных этапах проектирования процесса такой расчет невозможен. Поэтому необходимо произвести выбор на базе ограниченного массива информации.

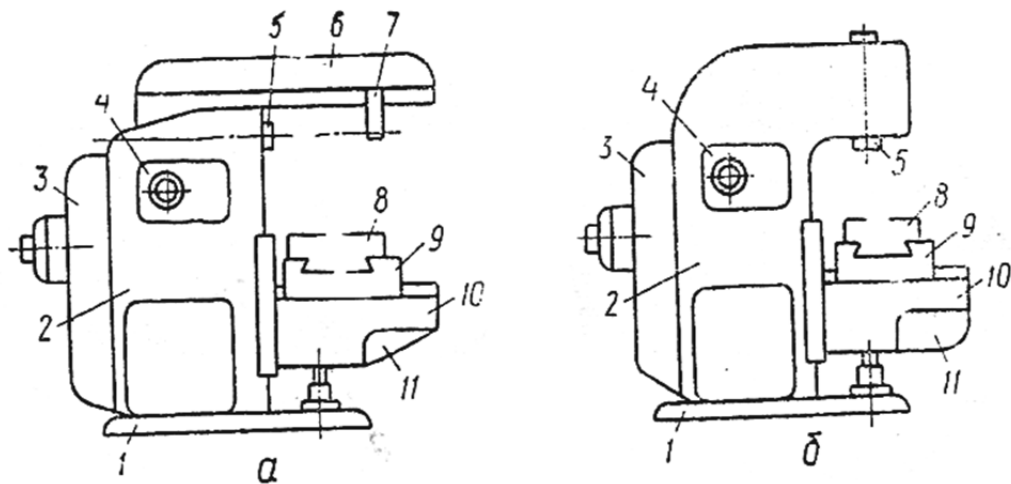


Рис. 3.37. Горизонтально-фрезерный (а) и вертикально-фрезерный (б) станки

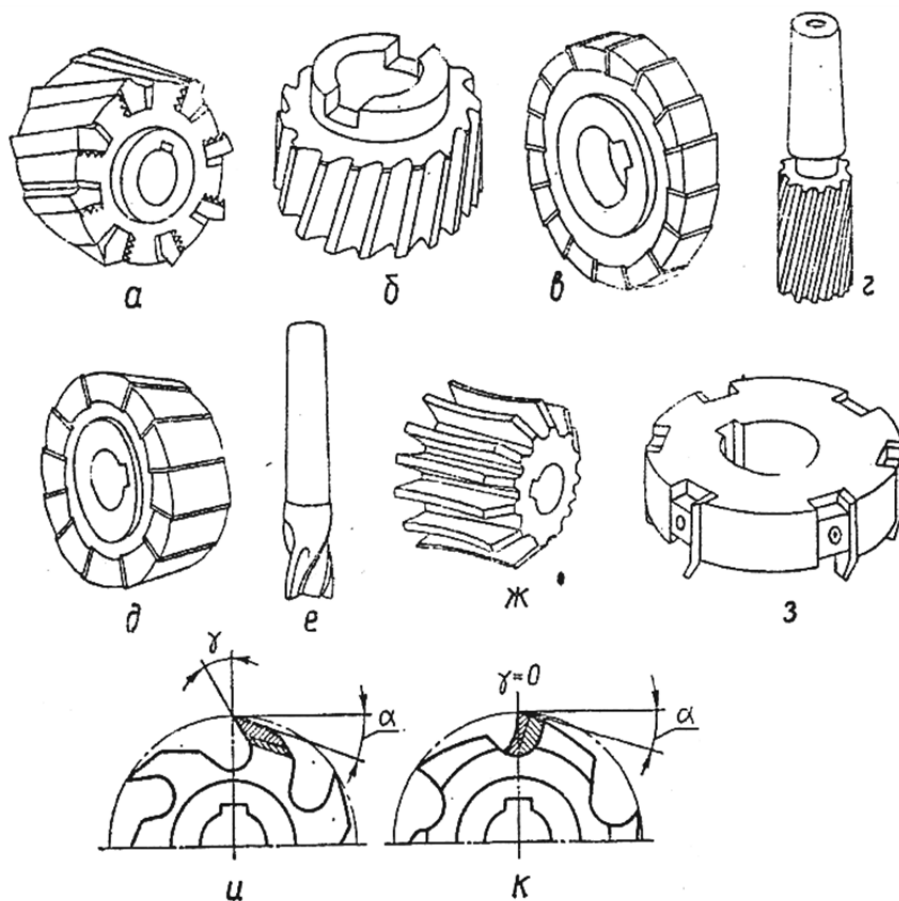


Рис. 3.38. Типы фрез

В соответствии с типовыми рекомендациями при известных размерах детали, материале детали и его свойствах при разработке операции можно выбрать станок, приспособление и комплект инструментов, а также выбрать режим обработки и, пользуясь известной формулой:  $T_o = \frac{L_o}{n \cdot S} \cdot i$ , рассчитать основное время обработки  $T_o$ .

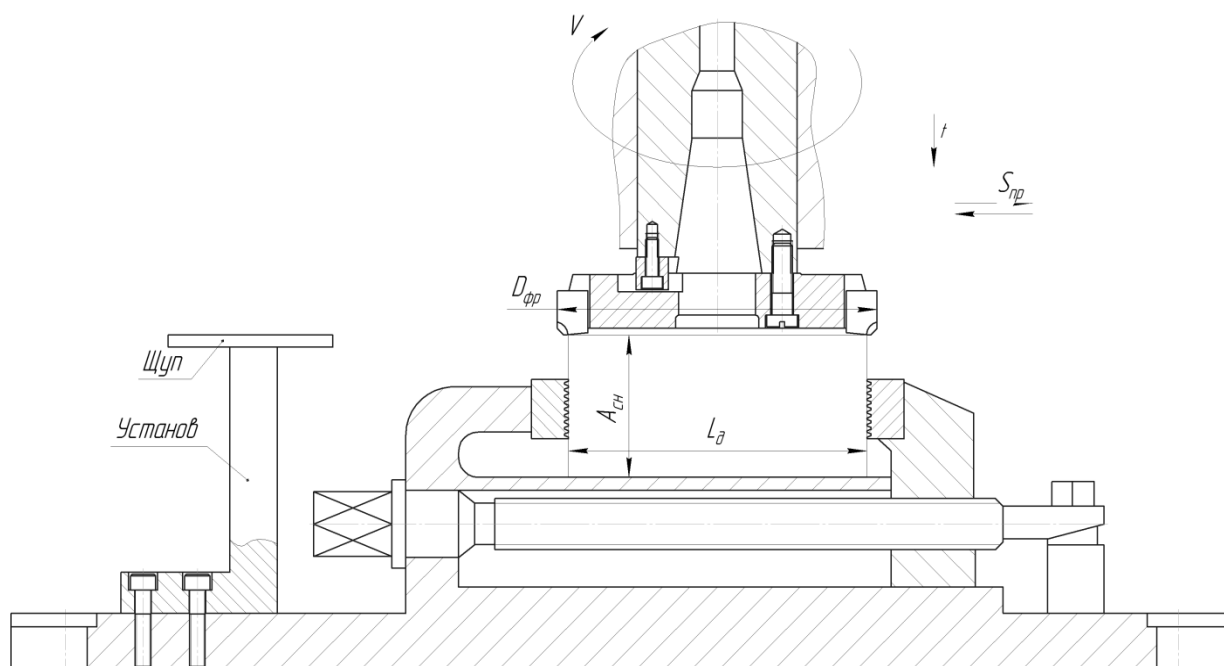


Рис. 3.39. Схема обработки крышки

В технической литературе имеются рекомендации: при обработке на токарно-револьверных и фрезерных станках –  $T_{шт-к} = 2 \cdot T_0$ .

Таким образом, располагая информацией о станках, приспособлениях, инструментах, режимах и производительности обработки, и на базе даже такой неполной информации можно сопоставить 2 метода по их затратам  $C_{\Sigma}$ :

$$C_{\Sigma} = C_0 + C_{п} + C_p + C_3 + C_{рем},$$

где  $C_0$  – затраты на эксплуатацию оборудования, грн;

$C_{п}$  – затраты на приспособления, грн;

$C_p$  – затраты на инструмент, грн;

$C_3$  – зарплата рабочих и наладчиков, грн;

$C_{рем}$  – затраты на ремонт станков, грн.

Ниже рассмотрены рекомендации по их определению.

Затраты на приспособления  $C_{п}$  для обоих методов составят:

– для вертикально-фрезерных станков выбираем тиски с призматическими губками и ручным зажимом детали. Можно принять срок амортизации тисков 2 года и тогда затраты  $C'_{п}$  (в год) равны  $0,5 \cdot C_{п}$ . По рыночным ценам  $C_{п} = 2000$  грн, тогда  $C'_{п} = 0,5 \cdot 2000 = 1000$  грн;

– для револьверных станков выбираем трехкулачковый патрон с ручным зажимом. Можно принять срок его амортизации также равным 2 года, тогда затраты  $C'_{п}$  (в год) равны  $0,5 \cdot C_{п}$ . По рыночным ценам  $C_{п} = 2000$  грн, тогда  $C'_{п} = 0,5 \cdot 2000 = 1000$  грн.

При годовой программе выпуска  $N$  деталей величина  $C'_п$  равна  $C'_п = \frac{1000}{N}$  грн (на одну деталь) одинакова для обоих вариантов.

Затраты на эксплуатацию оборудования составляют:

$$C_o = C_{o1} + C_{o2} + C_{o3},$$

где  $C_{o1}$  – суммарные затраты на приобретение станка, его доставку и монтаж. Для вертикально-фрезерного станка –  $C_{o1} = 56350$  грн, а для револьверного станка –  $C_{o1} = 49100$  грн.

Годовые отчисления на амортизацию станков составляют приблизительно 15 % их балансовой стоимости. При годовой программе выпуска деталей  $N$  шт. на одну деталь (при использовании 1 станка) эта величина равна:

$$C_{o1фр} = \frac{56350 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{8453}{N}, \text{ грн}; \quad C_{o1ток} = \frac{49100 \cdot 15}{N \cdot 100} = \frac{7365}{N}, \text{ грн}.$$

Определим  $C_{o2}$  – затраты на электроэнергию для станков. Если принять коэффициент использования мощности  $\eta_N = 0,8$ , коэффициент загрузки фрезерного станка  $\eta_ф$ , а револьверного станка  $\eta_р$  (их величины будут определены ниже), а также стоимость 1 kw = 1,3 грн/kw (на 01.01.14), то можно определить эту величину.

Величину затрат на содержание станков  $C_{o3}$  можно принять:

$$C_{o3трс} = C_{o3фр} = 1,2 \text{ коп/дет.}$$

Зарплата рабочих и наладчиков  $C_з$  определяется при условиях:

- 1) разряд работы токаря и фрезеровщика – 3;
- 2) разряд работы наладчика – 5;
- 3) плановая переработка норм – 20 %;
- 4) наладчик обслуживает 8 станков;
- 5) минимальная зарплата рабочего 1 разряда – 1250 грн/мес при фонде времени 165 часов в месяц или 7,6 грн/час. Тарифный коэффициент 3 разряда – 1,3, пятого разряда – 1,7.

Таким образом, заработная плата рабочих  $C_з$  составит: для 3 разряда –  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 11,82$  грн/час, для 5 разряда –  $7,6 \cdot 1,2 \cdot 1,7 = 15,5$  грн/час.

Затраты  $C_p$  для резцов из твердых сплавов можно определить: период стойкости резцов  $T = 40 \div 75$  мин, каждый резец может быть восстановлен до 10 раз –  $i = 10$ , поэтому, если принять  $T = 60$  мин, то срок службы резца  $T_\Sigma$  составит:  $60 + 60 \cdot i = 660$  мин основного времени.

Затраты на резец составляют:  $C_p = C_{p1} + C_{p2}$ , где  $C_{p1}$  – стоимость нового резца, грн. (можно принять, что средняя стоимость резца с напайной пластиной из твердого сплава равна  $C_{p1} = 20$  грн);

$C_{p2}$  – стоимость  $i$ -х переточек резца, грн (при стоимости одной переточки приблизительно 5 грн  $C_{p2} = i \cdot 5 = 10 \cdot 5 = 50$  грн).

Таким образом, за все время службы – 660 мин – затраты на резец составляют  $C_p = 20 + 50 = 70$  грн, т.е. 1 минута основного времени эксплуатации резца (времени резания) равна:

$$\frac{C_p}{T} = \frac{70}{660} \cong 0,105 \text{ грн/мин} = 10,5 \text{ коп/мин.}$$

Затраты на инструмент  $C_p$  для торцевых фрез при периоде стойкости  $T = 240$  мин можно определить аналогично резцам: при  $i = 10$  раз срок службы фрезы составит:  $240 + 10 \cdot 240 = 2640$  мин основного времени. Затраты на фрезы с 12 зубьями  $C_{p1}$  равны 480 грн, затраты  $C_{p2}$  при стоимости одной переточки 60 грн равны  $10 \cdot 60 = 600$  грн.

Таким образом, за срок службы 2640 мин затраты составляют  $480 + 600 = 1080$  грн, а 1 минута основного времени эксплуатации фрезы составит:

$$\frac{C_p}{T} = \frac{1080}{2640} = 0,41 \text{ грн/мин} = 41 \text{ коп/мин.}$$

Затраты на ремонт (см. п. 3.1.1)

## 2. Порядок выполнения работы

### 2.1. Получить задание на выполнение работы из табл. 3.34

Таблица 3.34

Варианты заданий (вал из стали 45 ГОСТ 1051-89)

№ варианта	N, шт./год	Размеры, мм		
		$d_{\text{нар}}$	$d_{\text{вн.}}$	$H$
1	10000	100	25	20
2	40000	80	60	20
3	25000	150	50	40
4	1000	120	30	40
5	5000	60	25	15
6	15000	60	45	15

2.2. Задать режим работы  $V, S_Z, S_{\text{мин}}, S_{\text{об}}, t$ .

2.3. Определить  $T_o$  для вариантов.

2.4. Определить  $T_{\text{шт-к}}$  для вариантов.

2.5. Определить  $C_p$ .

2.6. Определить  $C_{\text{п}}$ .

2.7. Определить  $C_o$ .

2.8. Определить  $C_3$ .

2.9. Определить  $C_{\text{рем}}$ .

2.10. Определить  $C_{\Sigma}$ .

2.11. Сопоставить 2 варианта и дать выводы.

2.12. На примере задания №1 произведен цифровой расчет.

2.12.1. Режим работы на станках принимаем:

– токарный станок:  $t = 2$  мм;  $S = 0,35$  мм/об.;  $T = 60$  мин;  
 $V = 150,7$  м/мин;  $n = 400$  об./мин;

– фрезерный станок:  $t = 2$  мм;  $D_{\text{фр}} = 1,6 \cdot B = 1,6 \cdot 100 = 160$  мм;  
 $Z_{\text{фр}} = 12$ ;  $S = 0,29$  мм/зуб;  $S_{\text{мин}} = S_Z \cdot S_{\text{фр}} \cdot n_{\text{фр}} = 0,29 \cdot 12 \cdot 125 = 435$  мм/мин,  
принимаем  $S_{\text{мин}} = 500$  мм/мин.

2.12.2. Определим  $T_0$ :

– фрезерный станок:

$$T_0 = \frac{L_0 + l_1 + l_2}{S_{\text{мин}}} = \frac{100 + 0,5 \left( D_{\text{фр}} - \sqrt{D_{\text{фр}}^2 - B_g^2} \right) + 3}{500} = \frac{100 + 17,5 + 3}{500} = 0,24 \text{ мин};$$

– токарный станок:

$$T_0 = \frac{L_g + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i = \frac{\left( \frac{100 - 25}{2} \right) + 2 + 1}{400 \cdot 0,35} = \frac{37,5 + 2 + 1}{140} = 0,29 \text{ мин}.$$

2.12.3. Определим  $T_{\text{шт-к}}$ :

– фрезерный станок:  $T_{\text{шт-к}} = 2T_0 = 0,48$  мин;

– токарный станок:  $T_{\text{шт-к}} = 2T_0 = 2 \cdot 0,29 = 0,58$  мин.

2.12.4. Определяем загрузку станков при фонде времени в 1 смену – 1980 час и работе в 2 смены:

– фрезерный станок:  $\eta_{\text{фр}} = \frac{10000 \cdot 0,48}{1980 \cdot 2 \cdot 60} = 0,02$ ;

– токарный станок:  $\eta_{\text{ток}} = \frac{10000 \cdot 0,58}{1980 \cdot 2 \cdot 60} = 0,024$ .

2.12.5. Определим затраты на режущий инструмент  $C_p$  при условии, что задействован 1 резец и 1 фрезеа:

– фрезерный станок:  $C_{p\text{фр}} = T_0 \cdot C_p = 0,24 \cdot 0,41 \cong 0,1$  грн/дет;

– токарный станок:  $C_{p\text{ток}} = T_0 \cdot C_p = 0,29 \cdot 0,105 \cong 0,03$  грн/дет.

2.12.6. Затраты на приспособления одинаковы для обоих вариантов и составляют:

$$C_{\Pi} = \frac{1000}{N} = \frac{1000}{10000} = 0,1 \text{ грн/дет}$$

2.12.7. Затраты на электроэнергию  $C_{o2}$  составляют:

– фрезерный станок:

$$C_{o2_{фр}} = \frac{F \cdot \eta_m \cdot \eta_{N_{фр}} \cdot 1,3 \cdot N_{фр}}{60 \cdot N} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,02 \cdot 1,3 \cdot 8,5}{60 \cdot 10000} = 0,7 \text{ грн/дет};$$

– токарный станок:

$$C_{o2_{ток}} = \frac{238000 \cdot 0,8 \cdot 0,024 \cdot 1,3 \cdot 17}{60 \cdot 10000} = 1,68 \text{ грн/дет}.$$

2.12.8. Затраты на содержание копировальных станков  $C_{o3}$  одинаковы и составляют 1,2 коп/дет.

2.12.9. Затраты, связанные с амортизацией  $C_{o1}$ , составляют:

– фрезерный станок:  $C_{o1_{фр}} = \frac{8453}{10000} \cong 0,85$  грн/дет;

– токарный станок:  $C_{o1_{ток}} = \frac{7365}{10000} \cong 0,74$  грн/дет.

2.12.10. Зарплата рабочих  $C_3$  составит:

– фрезерный станок:  $C_{3_{фр}} = T_{шт-к} \cdot C'_3 = 0,48 \cdot \frac{11,82}{60} = 0,09$  грн/дет;

– токарный станок:  $C_{3_{ток}} = 0,58 \cdot \frac{11,82}{60} = 0,11$  грн/дет.

2.12.11. Зарплата наладчика  $C_3$  составит:

– фрезерный станок:  $C_{3_{фр}} = T_{шт-к} \cdot \frac{C'_3}{8 \cdot 60} = 0,48 \cdot \frac{15,5}{8 \cdot 60} = 0,02$  грн/дет;

– токарный станок:  $C_{3_{ток}} = 0,58 \cdot \frac{15,5}{8 \cdot 60} \cong 0,02$  грн/дет.

2.12.12. Затраты на ремонт этих станков  $C_{рем}$  составляют:

$$C_{рем} = \frac{18417,7}{N} = \frac{18417,7}{10000} = 1,84 \text{ грн/дет}.$$

2.12.13. Определим расходы на обработку  $C_{\Sigma} = C_p + C_{п} + C_o + C_3 + C_{рем}$ :

– фрезерный станок:  $C_{\Sigma} = 0,1 + 0,1 + 0,7 + 0,012 + 0,85 + 0,09 + 0,02 + 1,84 = 3,71$  грн/дет;

– токарный станок:  $C_{\Sigma} = 0,03 + 0,1 + 1,68 + 0,012 + 0,74 + 0,11 + 0,02 + 1,84 = 4,53$  грн/дет.

2.12.14. Сравнение вариантов при заданной программе выпуска указывает на целесообразность выбора фрезерного станка, так как затраты ниже приблизительно в 1,2 раза.

### 3. Оформление отчета

3.1. Расчет  $T_o$ ;  $T_{шт-к}$ ;  $C_p$ ;  $C_{п}$ ;  $C_o$ ;  $C_3$ ;  $C_{рем}$  и  $C_{\Sigma}$ .

3.2. Выводы.

4. Литература [ ].



### 3.4. Разработка ТТП изготовления деталей класса диски

**Цель работы** – научить студента разрабатывать типовой технологический процесс обработки деталей дисков или шкивов;

– научить оформлять документацию на типовую технологию.

#### 1. Общие сведения

Класс деталей диски весьма многообразен. Это маховики, тормозные барабаны, колеса, шкивы и другие. Как правило, это подвижные детали машин.

Шкивы в структуре машины служат для передачи движения гибкими нитями. Они испытывают при эксплуатации знакопеременные нагрузки и активно работают на трение.

Шкивы изготавливают из сталей, чугунов и алюминиевых сплавов, которые обеспечивают хорошую износостойкость при эксплуатации. Обычно обрабатываемость таких материалов хорошая, используют процессы лезвийной обработки.

Шкивы бывают (рис. 3.40) одноручьевыми и многоручьевыми для клиноременных передач и одноручьевыми для плоскоременных передач. Для исключения проскальзывания ремня на плоскости касания для тяжелоработающих передач шкив может иметь зубчатый венец с трапецеидальным профилем зубьев.

Основными параметрами шкивов являются: посадочный размер на вал –  $d_{H7}$ ; наружный диаметр –  $D_{h11-12}$  и ширина шкива –  $B_{h12}$ . Форма канала или канавок под ремни стандартная и размеры выполняются по ГОСТ и УСТ на соответствующую передачу.

Так как шкивы работают на высоких скоростях, то важным параметром их качества является величина дисбаланса. Она обеспечивается на специальной операции балансиров.

На примере одного из шкивов (рис. 3.40, а – г) рассмотрим построение ТТП, заранее оговорив, что ТО в ходе механической обработки не производится, деталь «сырая» и достаточно хорошо обрабатывается лезвийным инструментом.

В табл. 3.35 приведена структура ТТП на шкивы, изготовленные из серого чугуна СЧ20 (рис. 3.41), размеры которых позволяют производить обработку на токарных станках с горизонтальной осью, например, на токарно-револьверных станках.

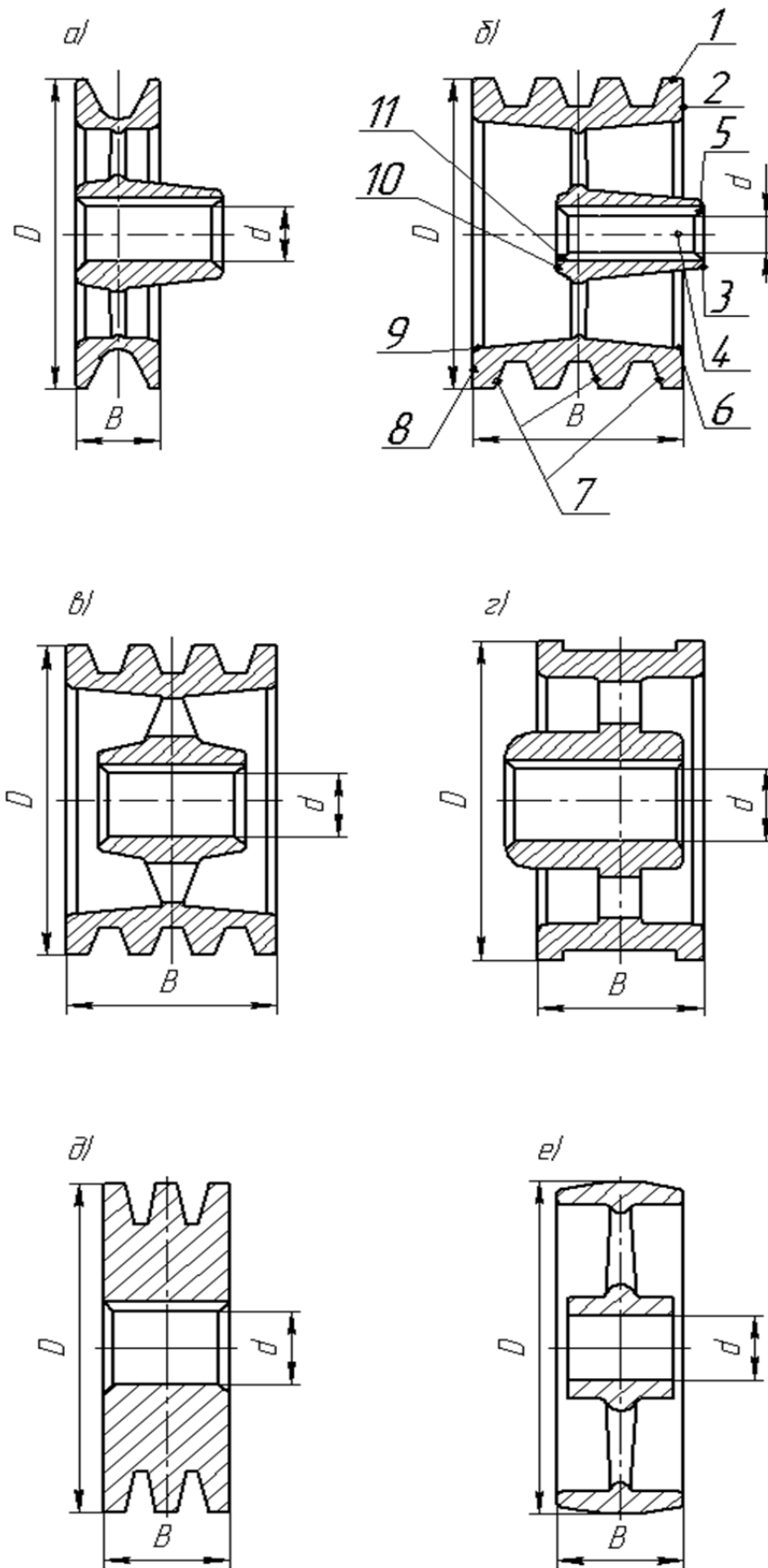


Рис. 3.40. Конструкция шкивов: для клиновых ремней одноручьевые (а); для клиновых ремней многоручьевые (б, в, д); для плоских ремней (г, е)

В табл. 3.36 приведен ТТП изготовления шкивов больших размеров на токарно-карусельных станках.

В двух вариантах ТТП, если материалом шкивов является сталь, изменяется заготовительная операция (вместо литейной-штамповочной) и состав инструментов (вместо сплава ВК8 будет Т15К6 или Т30К4).

В табл. 3.37 приведен ТТП изготовления шкива монолитной конструкции из серого чугуна, а в табл. 3.38 – из стали.

Также конструкции шкивов бывают относительно небольших размеров до  $\varnothing 200$  мм с посадочным отверстием до  $\varnothing 40-50$  Н7.

ТТП для шкивов (рис. 3.40,е), характеризующихся отсутствием паза в отверстии, не содержит долбежные или протяжные операции, не требует производить балансировку, т.е. отсутствует такая операция, а профилирование сферы на наружной поверхности выполняют на чистовой токарной операции, которую вводят после формирования всех других поверхностей.

ТТП приведен в табл. 3.39.

При изготовлении шкивов, у которых на ободе имеются зубья, а не сфера или винтовые канавки, в ТТП вводят операцию зубофрезерования на специальных зубофрезерных станках,  $N = 17$  кВт. Обработка осуществляется фрезами из быстрорежущей стали Р6М5.

## **2. Порядок выполнения работы**

**2.1.** Каждый студент получает у преподавателя задание – чертеж детали (рис. 3.41 – рис. 3.44) и производит его разметку в соответствии с индексами на рис. 3.40,а. Если поверхностей будет больше, то они маркируются большими цифрами после последней на версии рис. 3.40.

**2.2.** Пользуясь табл. 3.35 – табл. 3.39, а также таблицами «Экономическая точность и шероховатость типовых поверхностей», следует откорректировать ТТП, при этом необходимо помнить, что основная масса шкивов может быть изготовлена на этапах черновой и получистовой обработки.

Если точность каких-либо поверхностей равна Н8 – Н9, то вводят чистовой этап обработки, а при более высоких требованиях – финишную обработку. Например, на рис. 3.44 указано требование точности отверстия по округлости 0,006 мм, которое может быть реализовано на специальной «Тонко-расточной» или «Алмазно-расточной» операции в конце ТТП.

**2.3.** Оформить маршрутный ТТП на карте (форма 1-1а).

**2.4.** Описать основные различия полученного ТТП от базового.

## **3. Оформление отчета**

**3.1.** ТТП базовый.

3.2. ТТП на заданную деталь.

3.3. Основные изменения в базовом ТТП.

3.4. Выводы

Таблица 3.35

ТТП шкива многоручьевого для клиноременной передачи из чугуна  
(диаметр до 300 мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. INSTR.
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная (литейная)	1. Отлить заготовку 2. Очистить заготовку	Кокильная машина [ ]		Линейка
20	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец обода [ ] 2. Точить обод [ ] предварительно 3. Расточить отв. [ ] предварительно 4. Расточить отв. [ ] начисто 5. Точить фаски [ ] 6. Развернуть отв. [ ] окончательно Б. Переустановить деталь, закрепить (снять) 7. Подрезать торец обода [ ] 8. Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=11 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы ВК8, зенкеры, развертки и сверла Р6М5	Калибры-пробки и скобы
30	Вертикально-долбежная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Долбить шпоночный паз в размер [ ]	Вертикально-долбежный станок [ ] Планшайба с кулачками [ ]	Долбяк Р6М5	Спец. калибр
40	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить обод [ ] окончательно 2. Точить канавки под ремни предварительно в размер [ ] 3. Точить канавки под ремни окончательно	Токарно-револьверный станок [ ] N=11 кВт Оправка спец. [ ]	Резцы ВК8	Спец. калибры

1	2	3	4	5	6
50	Балансировочная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Установить величину дисбаланса по прибору 2. Сверлить отв. Ø [ ] на линии М [ ]	Балансировочный станок [ ] Оправка спец. [ ]	Сверло Р6М5	
60	Грунтовочная	Грунтовать наружные поверхности грунтом [ ], предварительно защитив отв. и канавки с помощью [ ]	Стенд [ ]		
70	Сушка	Сушить деталь после грунтовки	Печь сушильная [ ]		Образцы для сравнения
80	Контрольная	Выборочный контроль (5 %)	Стенд контроля		Спец. прибор

Таблица 3.36

ТТП шкива многоручьевого для клиноременной передачи из чугуна  
(диаметр свыше 300 мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. инстр.
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная	1. Отлить заготовку 2. Очистить заготовку	Кокильная машина [ ]		Линейка
20	Токарно-карусельная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец обода [ ] 2. Точить поверхность [ ] и [ ] предварительно одновременно 3. Подрезать торец бобышки окончательно 4. Точить фаски [ ] 4. Точить внутреннюю поверхность контура с одной стороны [ ] окончательно	Токарно-карусельный станок [ ] N=20 кВт Планшайба с кулачками [ ]	Резцы ВК8,	Штангенциркуль, спец. скобы

1	2	3	4	5	6
30	Токарно-карусельная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец обода [_____] 2. Точить поверхность [_____] окончательно 3. Расточить отв. [_____] окончательно 4. Точить фаски [_____] 5. Точить канавки [_____] предварительно 6. Точить канавки [_____] окончательно 7. Точить внутреннюю поверхность контура с другой стороны [_____] окончательно	_____	_____	_____
40	Вертикально-долбежная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Долбить шпоночный паз [_____] предварительно	Вертикально-долбежный станок [_____] Планшайба с кулачками [_____]	Долбьяк Р6М5	Спец. калибр
50	Вертикально-протяжная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Протянуть шпоночный паз [_____] окончательно	Вертикально-протяжной станок [_____]	Протяжка Р6М5	
60	Балансировочная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Установить величину дисбаланса по прибору 2. Сверлить отв. Ø [_____] на линии М [_____]	Балансировочный станок [_____] Оправка спец. [_____]	Сверло Р6М5	
70	Грунтовочная	Грунтовать наружные поверхности грунтом [_____] , предварительно защитив отв. и канавки с помощью [_____]	Стенд [_____]		
80	Сушка	Сушить деталь после грунтовки	Печь сушильная [_____]		Образцы для сравнения
90	Контрольная	Выборочный контроль (5 %)	Стенд контроля		Спец. прибор

Таблица 3.37

## ТТП шкива монолитного многоручьевого из чугуна (диаметр до 300 мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. INSTR.
10	Заготовительная	1. Отлить заготовку 2. Очистить заготовку	Кокильная машина [ ]		Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [ ] 2. Св. отв. Ø [ ] предв. 3. Рассверлить отв. Ø [ ] предварительно 4. Расточить отв. Ø [ ] получисто 5. Развернуть отв. Ø [ ] окончательно 6. Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=4,3 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы ВК8, сверло Р6М5, резвертка Р6М5	Калибры-скобы и пробки
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Подрезать торец [ ] 2. Точить пов. [ ] предварительно 3. Точить пов. [ ] окончательно 4. Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=4,3 кВт Центровая оправка [ ]	Резец ВК8	Калибры-пробки и скоба
40	Вертикально-долбежная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Долбить шпоночный паз в размер [ ] предв.	Вертикально-долбежный станок [ ] Трехкулачковый патрон [ ]	Долбяк Р6М5	Калибр-пробка
50	Горизонтально-протяжная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Протянуть шпоночный паз [ ] окончательно	Горизонтально-протяжной станок [ ] Планшайба [ ]	Протяжка Р6М5	Калибр-пробка
60	Контрольная	Выборочный контроль (5 %)	Стенд контроля		Спец. прибор

Таблица 3.38

## ТТП шкива монолитного многоручьевого из стали (диаметр 200 мм и менее)

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. INSTR.
1	2	3	4	5	6
10	Отрезная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Отрезать заготовку в размер [ ]	Фрезерно-отрезной станок [ ] Маш. тиски [ ]	Фреза Р6М5	Линейка

1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [_____] 2. Сверлить отв. Ø [_____] предварительно 3. Рассверлить отв. Ø [_____] предварительно 4. Расточить отв. Ø [_____] получисто 5. Развернуть отв. Ø [_____] окончательно 6. Точить фаски [_____]	Токарно-револьверный станок [_____] N=4,3 кВт Трехкулачковый патрон [_____]	Резцы ВК8, сверло Р6М5, развертка Р6М5	Калибры-скобы и пробки
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Подрезать торец [_____] 2. Точить пов. [_____] предварительно 3. Точить пов. [_____] окончательно 4. Точить фаски [_____]	Токарно-револьверный станок [_____] N=4,3 кВт Центровая оправка [_____]	Резец ВК8	Калибры-пробки и скоба
40	Вертикально-долбежная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Долбить шпоночный паз в размер [_____] предварительно	Вертикально-долбежный станок [_____] Трехкулачковый патрон [_____]	Долбяк Р6М5	Калибр-пробка
50	Горизонтально-протяжная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Протянуть шпоночный паз [_____] окончательно	Горизонтально-протяжной станок [_____] Планшайба [_____]	Протяжка Р6М5	Калибр-пробка
60	Контрольная	Выборочный контроль (5 %)	Стенд контроля		Спец. прибор

#### 4. Литература

#### 5. Вопрос для самоконтроля:

##### 5.1. Шкивы относятся к классу деталей

- втулки;
- валы;
- диски;
- фланцы;
- крышки.

##### 5.2. Шкивы подвергаются термообработки в



- заготовительном цикле;
- до механической обработки;
- после механической обработки;
- в середине цикла механической обработки;
- она не нужна шкивам.

### 5.3. Какие поверхности шкива являются чистовой технологической базой

- наружная поверхность обода;
- торец;
- отверстие;
- другое.

Таблица 3.39

ТТП шкива с гладким посадочным отверстием из чугуна

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Режущие инструменты	Мерит. INSTR.
10	Заготовительная	1. Отлить заготовку 2. Очистить заготовку	Кокильная машина [ ]		Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [ ] 2. Зенкеровать отв. Ø [ ] предварительно 3. Зенкеровать отв. Ø [ ] начисто в р-р [ ] 4. Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=4,3 кВт Трехкулачковый патрон [ ]	Резцы BK8 Зенкер P6M5	Калибры-скобы и пробки
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Подрезать торец [ ] в р-р [ ] 2. Точить пов. Ø [ ] предварительно 3. Точить пов. Ø [ ] начисто в р-р [ ] 4. Точить фаски [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] N=4,3 кВт Центровая оправка [ ]	Резец BK8	Калибры-пробки и скоба
40	Токарно-копировальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Точить сферу R [ ] по контуру начисто	Токарно-копировальный станок [ ] Центровая оправка [ ]		Спец. прибор
50	Контрольная	Выборочный контроль (5 %)	Стенд контроля		Спец. прибор

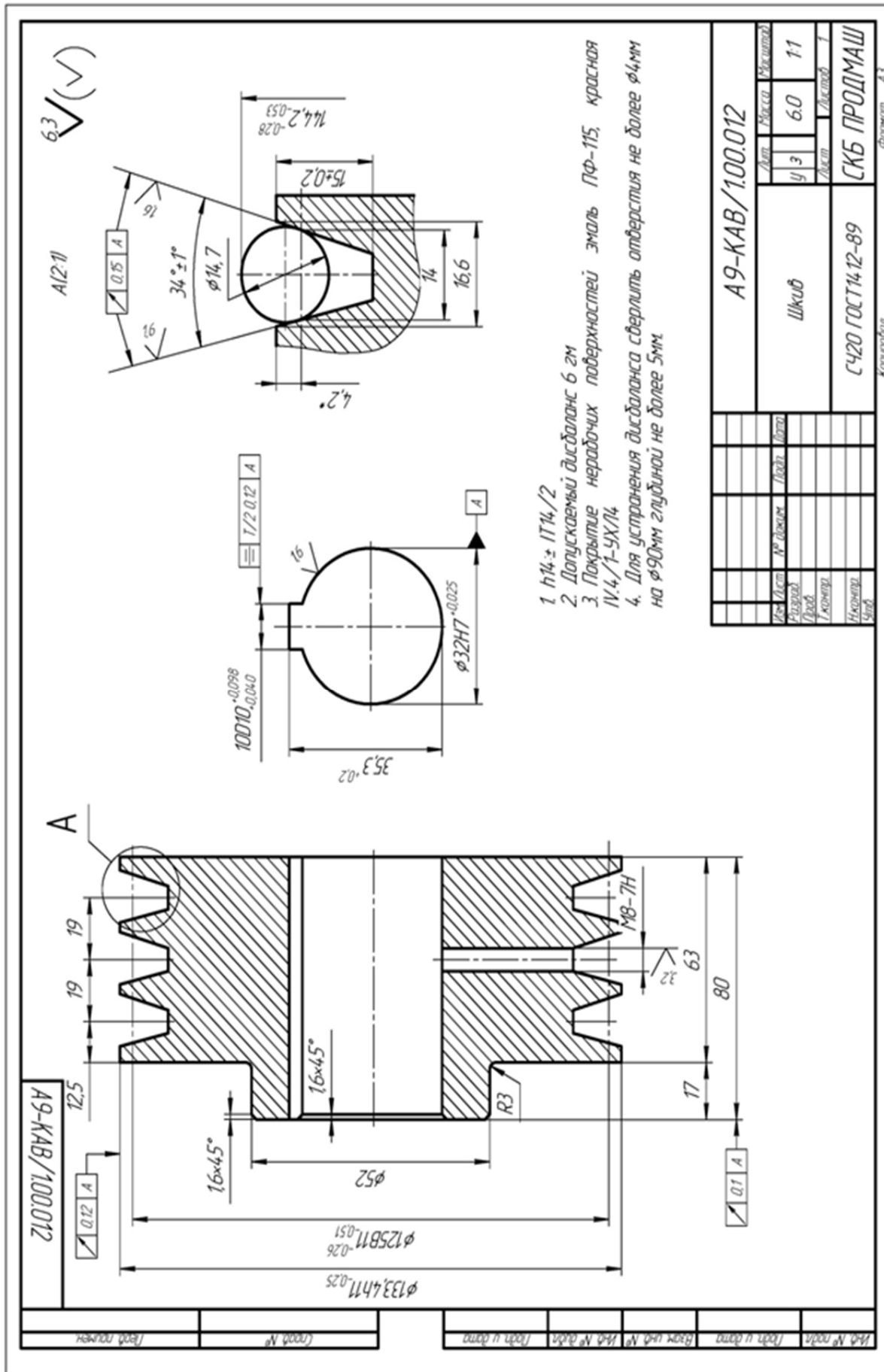


Рис. 3.41. Чертеж шкива

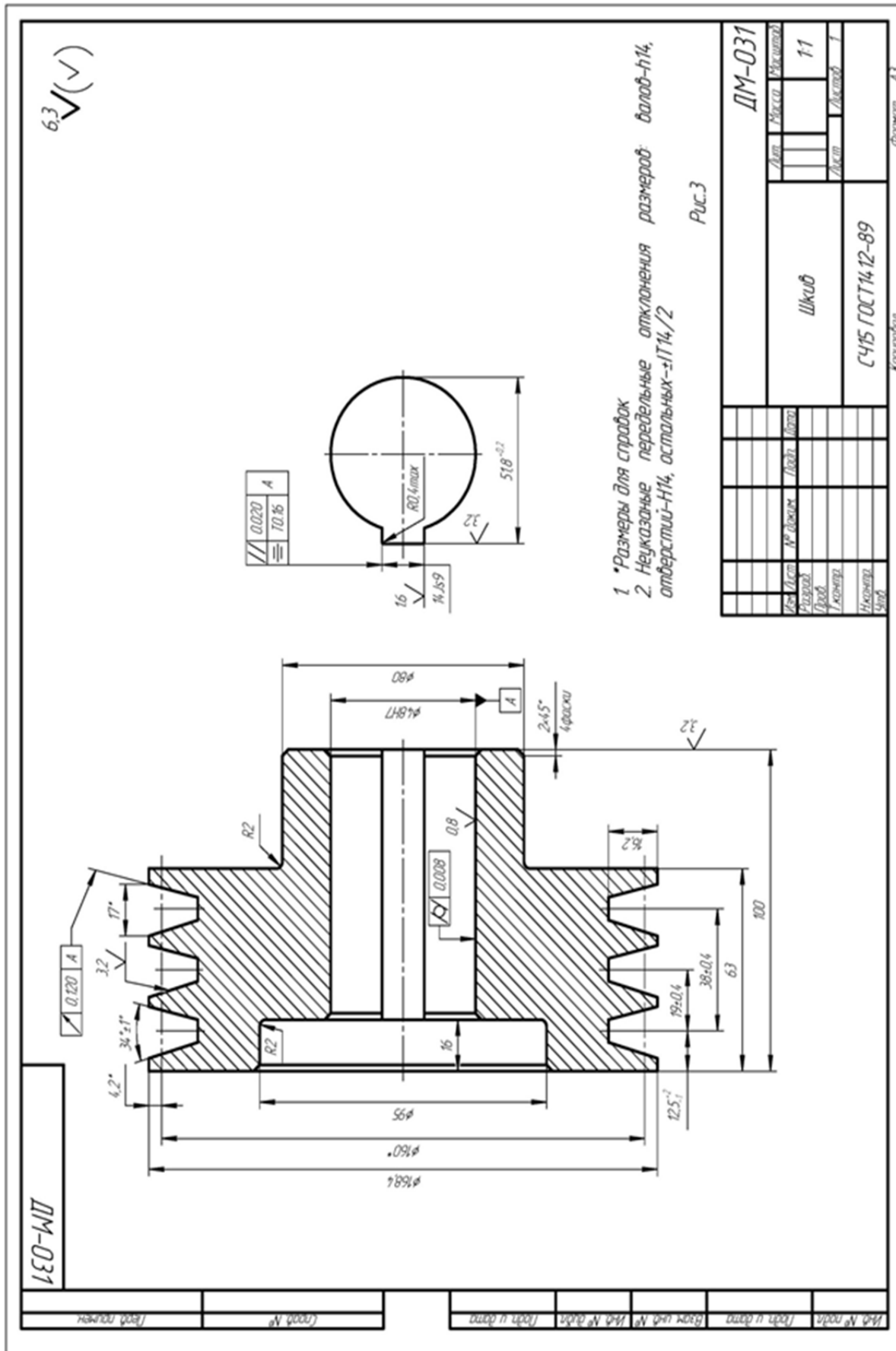


Рис. 3.42. Чертеж шкива

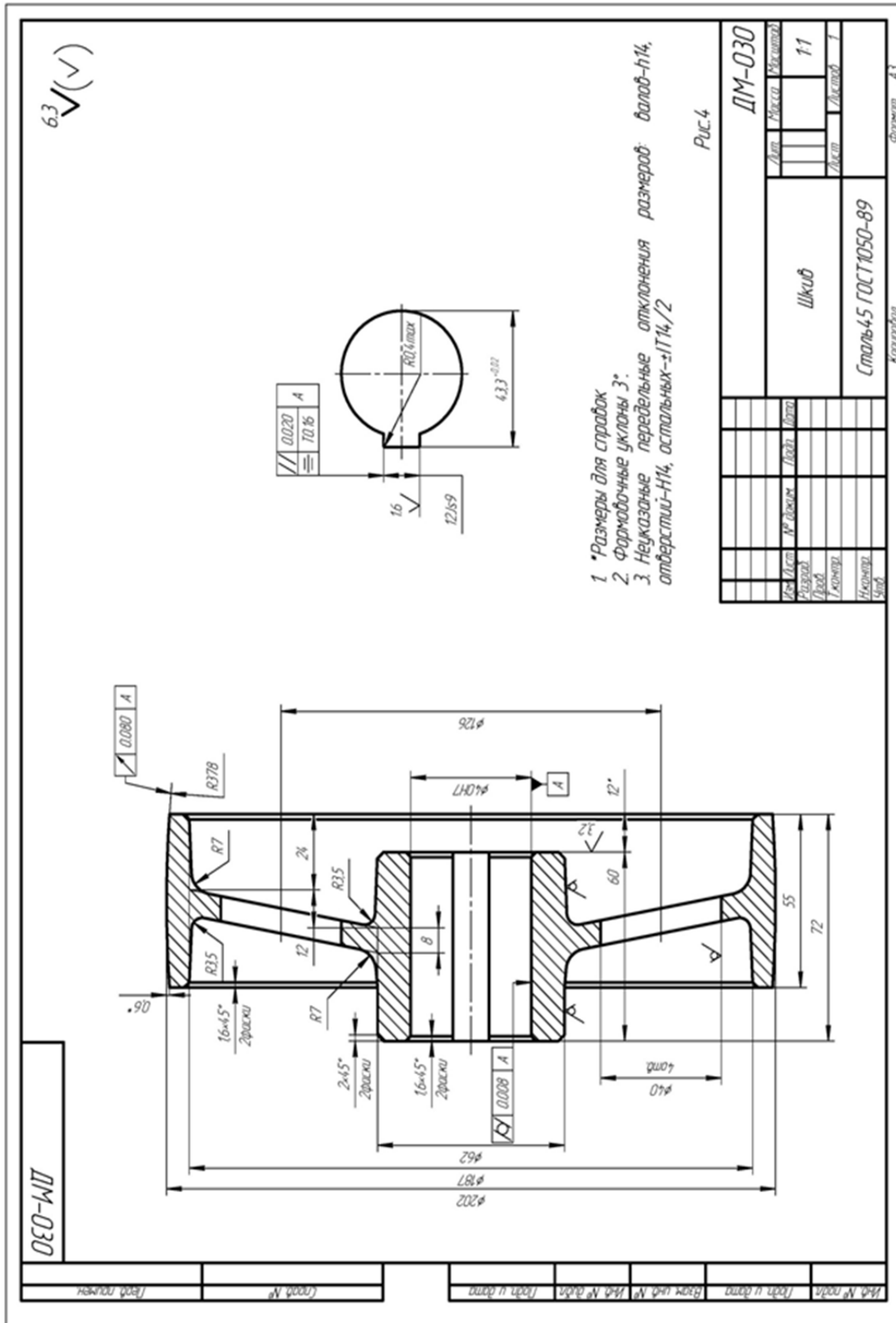


Рис. 3.43. Чертеж шкива

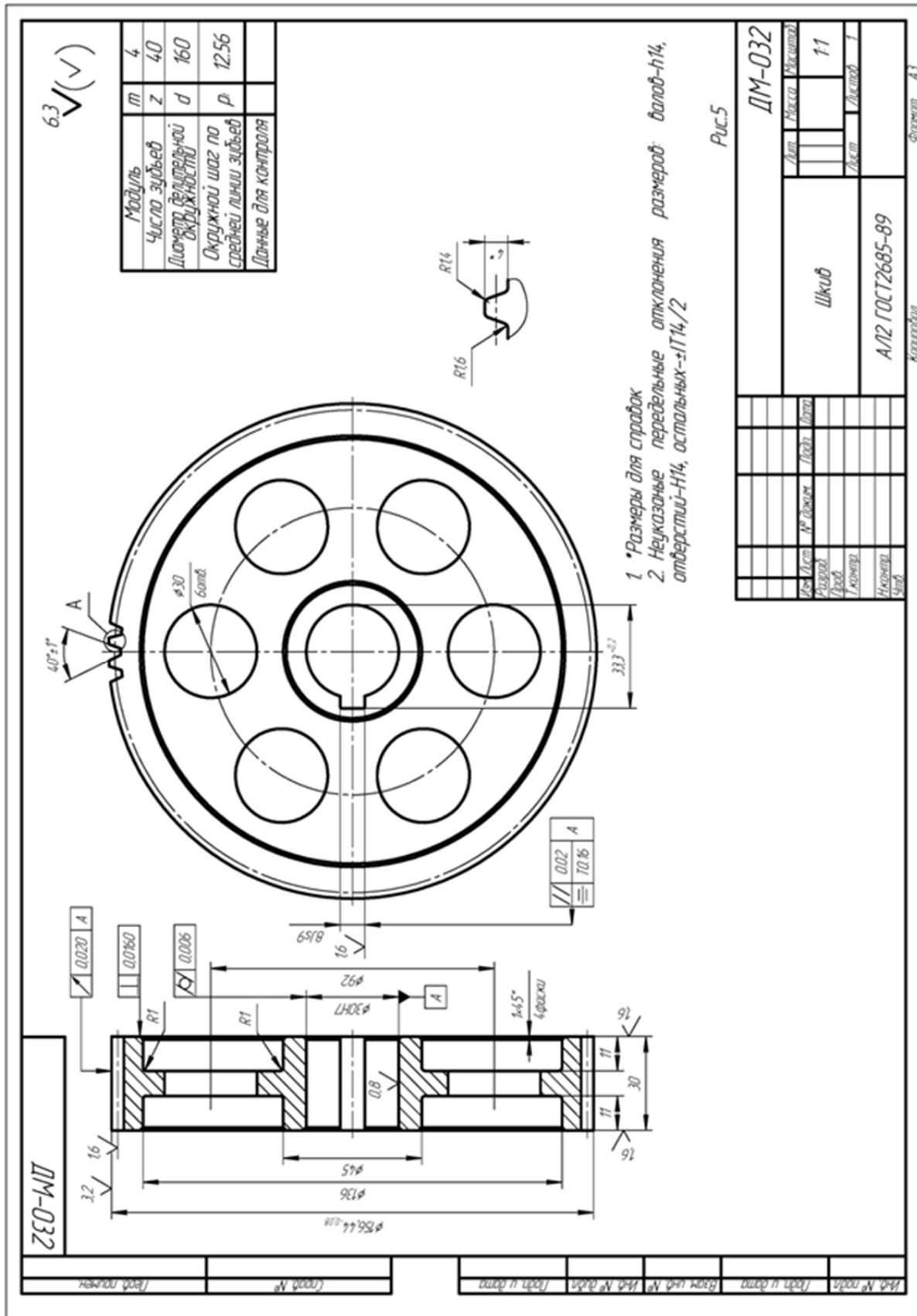


Рис. 3.44. Чертеж шкива

### 3.5. Разработка ТТП изготовления зубчатых колес прямозубых и косозубых 7 степени точности

**Цель работы** – научить студента разрабатывать типовой технологический процесс механической обработки колес разной конструкции;  
– научить оформлению документации ТТП.

#### 1. Общие сведения

Цилиндрические зубчатые колеса служат для передачи крутящего момента от одного вала к другому при заданном передаточном отношении и частоте вращения.

Эти колеса могут иметь как прямые, так и косые зубья. Цилиндрические зубчатые колеса находят применение в редукторах, коробках скоростей и подач металлорежущих станков, коробках передач автомобилей, тракторов и др.

Конструкции зубчатых колес непосредственно связаны с их служебным назначением.

По технологическим признакам зубчатые колеса принято делить на пять типов:

1) тип I – одновенцовые (рис. 3.45) с достаточной длиной  $l$  базового отверстия  $D$ , отношение  $\frac{l}{D} > 1$ ; в этом случае в качестве технологической базы следует использовать поверхность отверстия (двойную направляющую) и торец (опорную базу);

2) тип II – многовенцовые, которые также имеют соотношения  $\frac{l}{D} > 1$  (базирование такое же, как и у колеса I типа);

3) тип III – одновенцовые колеса типа дисков, у которых отношение  $\frac{l}{D} < 1$ ; технологическими базами при обработке таких колес являются торец (установочная база) и поверхность отверстия (опорная база);

4) тип IV – венцы, которые после соответствующей обработки насаживаются и закрепляются на ступице колеса и вместе с ней образуют одновенцовые или многовенцовые зубчатые колеса;

5) тип V – зубчатые колеса–валы, которые имеют большую длину. Технологическими базами при обработке таких зубчатых колес–валов являются поверхности центровочных отверстий.

В табл. 3.40 приведены основные типы и размерные группы зубчатых колес.

Конструктивная форма зубчатого колеса часто зависит от способа крепления его на валу. Если зубчатое колесо в процессе работы должно иметь осевое перемещение, то на ступице колеса необходимо предусмотреть канавку для вилки переключения. Кроме того, зуб по торцу должен быть закруглен, чтобы обеспечить более плавный вход колеса в контакт с другим зубчатым колесом.

В зубчатых колесах наибольшее применение получило эвольвентное зацепление.

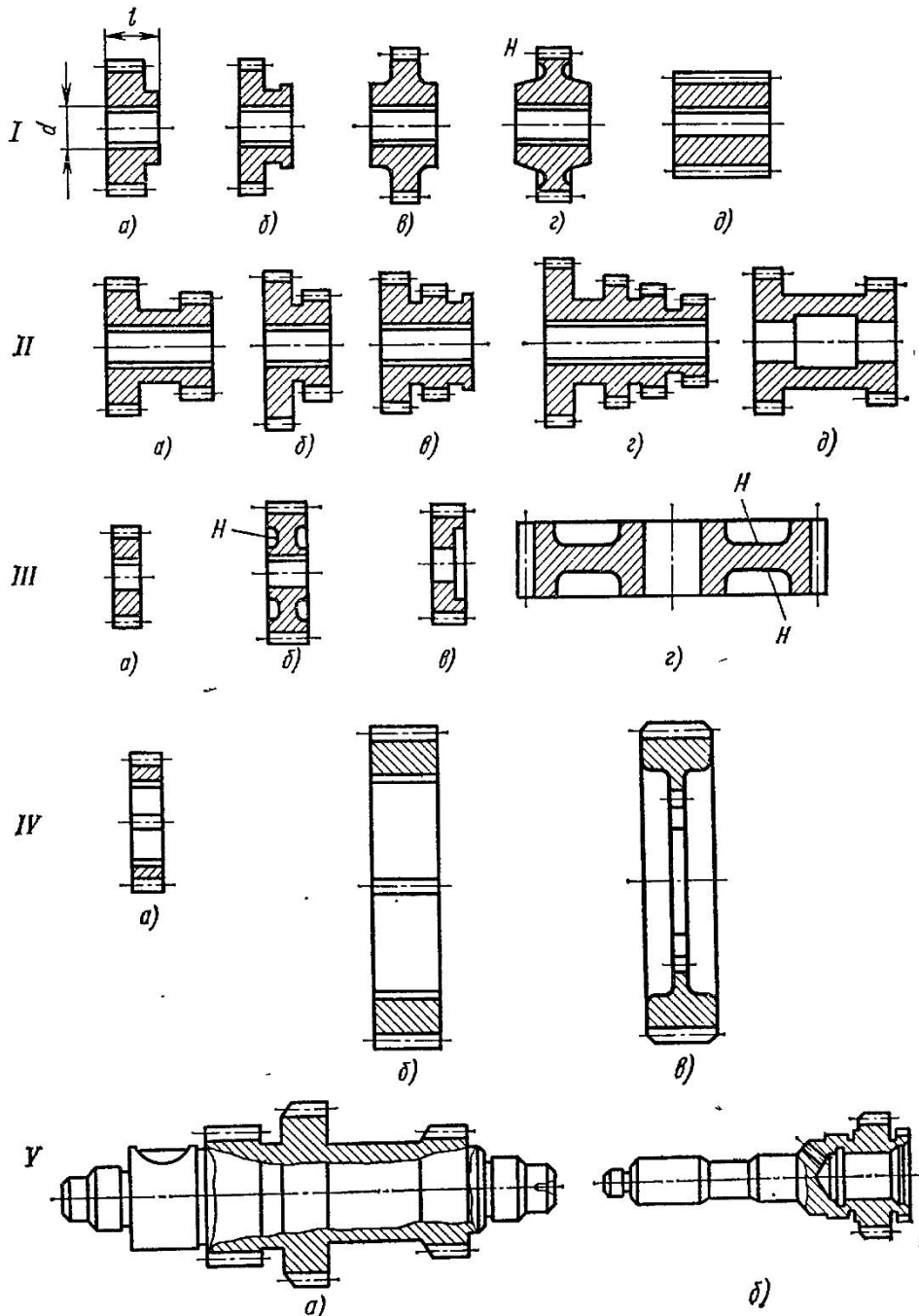


Рис. 3.45. Различные типы цилиндрических зубчатых колес:  
 I – V – типы; конструктивные разновидности каждого типа (а – д)

Таблица 3.40

## Типы и размерные группы зубчатых колес

Типы колес	Наименование типов колес	Номер рисунка	Размерные группы колес в мм				
			По диаметру				
I	Одновенцовые: со ступицей $\frac{l}{d} < 1$ без ступицы с отноше- нием $\frac{l}{d} < 1$	1, а-г	25 – 50	50 – 200	200 – 300	—	—
		1, д					
II	Многовенцовые: с отношением $\frac{l}{d} < 1$ без выточек; с выточ- ками в отверстии	1, а-г	25 – 50	50 – 200	—	—	—
		1, д					
III	Одновенцовые: типа дисков с отноше- нием $\frac{l}{d} < 1$ большого диаметра	1, а-в	25 – 50	50 – 200	200 – 300	300 – 500	—
		1, г	—	50 – 200	200 – 300	300 – 500	св. 500
IV	Венцы: гладкие без выемок с отношением $\frac{l}{d} < 1$ с выемками с отноше- нием $\frac{l}{d} < 1$	1, а, б	—	50 – 200	200 – 300	300 – 500	500–1000
		1, в	—	50 – 200	200 – 300	300 – 500	—
V	Валы – зубчатые колеса: с отверстием в торце без отверстия	1, б	По длине вала				
		1, а	150 – 300	300 – 500	св. 500		

Колеса изготавливают из конструкционных сталей 45, 50 и легированных сталей марок 40Х, 18ХГТ, 12ХНЗА и др. Заготовками для колес являются в серийном производстве штамповки и порезки из проката. По точности наибольшее распространение имеют колеса 6 – 8-й степени точности, для которых рекомендуются окружные скорости вращения в пределах 15 – 6 м/с, что для колеса диаметром 200 мм составляет примерно 25 – 10 об./с (1500 – 600 об./мин). Нормы точности колес характеризуются следующими показателями точности:

– определяющими кинематическую точность; допуском  $F_r$  на радиальное биение зубчатого венца (для колес диаметром 200 мм примерно 0,03 – 0,06 мм); допуском на колебание измерительного межосевого расстояния за



оборот колеса  $F_i''$  (0,05 – 0,09 мм), допуском на колебание длины общей нормали  $V_\omega$  (0,03 – 0,045 мм);

– характеризующими нормы плавности работы колеса: предельным отклонением шага зацепления  $f_{p.б} = 0,01 \div 0,02$  мм; допуском на погрешность профиля зуба  $f_r = 0,008 \div 0,02$  мм.

Контакт зубьев характеризуется пятном контакта по длине и высоте зуба и выражается в процентах. Нормы по пятну контакта в зависимости от степени точности лежат по высоте  $h$  от 40 % до 55 % , а по длине  $l$  – от 50 % до 80 %.

Изготовление зубчатых колес осуществляется в несколько этапов. Каждый из этапов состоит из определенного количества операций, содержание которых может быть разработано так, чтобы обеспечить возможность обработки группы колес с общими или близкими конструктивными и технологическим решениям. В этом случае имеем дело с типовыми этапами изготовления зубчатых колес с общими или близкими конструктивными и технологическими решениями. Для изготовления зубчатых колес необходимы следующие типовые этапы:

- 1) обработка наружных и внутренних поверхностей зубчатого колеса до обработки зубьев;
- 2) обработка зубьев перед термообработкой;
- 3) термическая обработка зубьев или всего зубчатого колеса;
- 4) отделка зубьев и других поверхностей зубчатого колеса.

На первом этапе, как правило, окончательно обрабатывают наружные, торцовые и другие поверхности. Отверстие обрабатывается по 7-му качеству точности, так как оно является базой при обработке зубьев. Точная обработка зубьев (отсутствие радиального биения венца и других дефектов) позволяет уменьшить величины припусков на отделочные операции зубьев, что, в свою очередь, значительно сокращает машинное время этих операций. Например, уменьшение припусков на шлифование на 0,1 мм сокращает время шлифования колеса с числом зубьев  $Z = 40$  на 20 мин. Если отверстие зубчатого колеса после термообработки (третий этап) подвергается шлифованию, то на первом этапе оно также обрабатывается по 7-му качеству точности, но с припуском на шлифование. Например, если окончательный размер диаметра отверстия 40Н7, то на первом этапе оно обрабатывается в размер 39,7Н7. Припуск 0,3 мм будет удален на внутришлифовальной операции после термообработки. На первом этапе торцы ступиц зубчатых колес также обрабатываются точно, т.е. с обеспечением заданного допуска 20,03 мм перпендикулярно-

сти к оси отверстия. Торцы ступиц наряду с отверстием также участвуют в базировании колеса при обработке зубьев. Если торцы ступиц окажутся с большими отклонениями от перпендикулярности к оси отверстия зубчатого колеса, а между собой торцы будут не параллельны, то при закреплении колеса на оправке зубофрезерного или другого станка последняя получит искривление оси, что приведет к большим погрешностям в зубчатом венце. Этап обработки зубьев при отсутствии термообработки зубчатого колеса заключается в обработке зубьев либо окончательно на зуборезных станках, либо с припуском на шлифование, если зубья выполняются по 7 – 6-й степеням точности или точнее.

Этап термической обработки, как правило, заключается в закалке токами высокой частоты (ТВЧ) зубчатого венца. При этом зубья получают некоторую деформацию (теряется 0,5 – 1 степень точности). Если деформации зубьев приводят к недопустимым отклонениям, то прибегают к четвертому этапу – отделке зубьев. Если в процессе термообработки отверстие деформируется настолько, что требует дополнительной обработки для восстановления точности и шероховатости поверхности внутренним шлифованием, то эта операция выполняется до отделки зубьев. Вначале шлифуют отверстие с базированием колеса по впадинам деформированных зубьев и одному торцу, затем базируют по отверстию и торцу, шлифуя зубья. Такая последовательность выполнения шлифовальной операцией четвертого этапа обеспечивает равномерность распределения припуска на деформированных зубьях, что, в свою очередь, сокращает время шлифования зубьев. Это время в десять раз превосходит время шлифования отверстия. Поэтому выгоднее оставлять большой припуск на шлифование отверстия для компенсации последствия деформации зубьев, чем увеличивать припуск на шлифование зубьев.

**Типовые технологические процессы выполнения отдельных этапов обработки зубчатых колес.** Типовые технологические процессы обработки заготовок зубчатых колес до нарезания зубьев обуславливаются типом зубчатого колеса, степенью точности, а также серийностью выпуска. Заготовки зубчатых колес на первом этапе (до нарезания зубьев) обрабатываются на сверлильных, токарно-револьверных станках, горизонтальных и вертикальных токарных автоматах и полуавтоматах, токарных, многолезцовых и гидроконтрольных станках, станках с программным управлением, горизонтально- и вертикально-протяжных станках.

Типовые процессы изготовления колес приведены в табл. 3.41 – 3.44, а чертежи представлены на рис. 3.45 – рис. 3.49, и они служат основой для раз-

работки рабочего ТТП. ТТП на валы-шестерни рассмотрены выше в соответствующих ТТП валов.

## 2. Порядок выполнения работы

2.1. Каждый студент получает у преподавателя задание на работу (рис. 3.50 – рис. 3.54).

2.2. Правила разработки рабочего ТТП таковы:

2.2.1. Классифицировать деталь – задание по параметру  $\frac{l}{d}$ , наличию или отсутствию термообработки и точности венца колеса.

2.2.2. Найти в табл. 3.41 – 3.44 прототипы. Сопоставить конструкцию колеса – задания и прототипа (рис. 3.45 – рис. 3.48) и установить наличие совпадающих поверхностей и «излишние» или «недостающие» поверхности.

Для упрощения этой работы чертеж–задание размечается студентом порядковыми цифрами и сравнивается с заданным чертежом на рис. 3.45 – рис. 3.48.

2.2.3. Пользуясь таблицами «Экономичная точность и шероховатость типовых поверхностей», для «недостающих» поверхностей найти рекомендации по их обработке.

2.2.4. Исключить из ТТП прототипа переходы и операции на «излишние» поверхности и вставить переходы или операции на «недостающие». Нумерацию операций изменять не нужно, а следует вводимым переходам или операциям присваивать цифры 11 – 19, 21, 29 и т.д.

2.2.5. Проанализировать новую редакцию ТТП и решить задачу унификации переходов и операций так, чтобы (по возможности) не вводить новые методы обработки или типы станков. Было: например, обработка на ТРС, вводим не ТВС или ТА, а операцию ТРС и т.д.

Таблица 3.41

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления зубчатого колеса без ТО ( $l/d > 1$ , тип I, рис. 3.45)

№ пп	Наим. опер.	Состав переходов	Оборудование, оснастка	Инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная-штамповочная	Установить заготовку в печь нагрева 1. Нагреть заготовку до $\theta = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 2. Штамповать заготовку в штампе 3. Удалить грат	Печь, машина, штамп	—————	Штангенциркуль

1	2	3	4	5	6
20	Термообработка (нормализация)	Уложить заготовку на поддон Установить поддон в печь закалочную	Печь закалочная [_____]	_____	Штангенциркуль
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец А начерно в размер [_____] 2. Расточить отверстие начерно в размер [____] 3. Точить наруж. контур на длину [ ] начерно в р-р [ ] 4. Точить торец А начисто в размер [_____] 5. Расточить отверстие начисто в размер [_____] 6. Точить наруж. контур на длину [ ] начисто в р-р [ ]	Токарно-револьверный станок [_____], Патрон трехкулачковый [_____]	Резцы Т15К6	Калибры – пробки и скобы
40	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец В получисто в размер [_____] 2. Точить наруж. контур на длину [ ] начерно в р-р [ ] 3. Расточить отверстие окончательно в р-р [ ] Н7	Токарно-револьверный станок [_____], Патрон трехкулачковый [_____]	Резцы Т15К6	Калибры – пробки и скобы
50	Вертикально-протяжная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Протянуть пазы в р-р [ ]	Вертик.-протяжной станок [_____], Спец. присп. [ ]	Протяжка Р6М5	Спец. калибр
60	Слесарная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Зачистить фаски на торцах пазов	Слес. верстак [_____], Спец. присп. [_____]	Набор напильников	_____
70	Токарная с ЧПУ	А Установить, закрепить (снять) деталь 1. Точить начисто торец А в размер [_____] h7 2. Точить начисто наружный контур в размер [____] 3. Точить начисто торец В в размер [_____]	Ток. станок 16К20 ПМФ3, Спец. оправка	Резцы Т15К6	Калибры-скобы
80	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Фрезеровать зубья (z = __) в р-р [_____]	Зубофрез. станок [_____], Спец. оправка [_____]	Фреза червячная Р6М5	Штангензубомер

1	2	3	4	5	6
90	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Фрезеровать зубья ( $z=[\quad]$ ) начисто	Зубофрез. станок $[\quad]$ , Спец. оправка $[\quad]$	Фреза червячная Р6М5	Штангензубомер
100	Зубозакругляющая	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Закруглить зубья ( $z=\_$ ) с двух сторон с $r = \_$	Зубозакругляющий станок $[\quad]$ , Спец. оправка $[\quad]$	Фреза Р6М5	_____
110	Зубошевинговальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шевинговать зубья в р-р $[\quad]$ окончательно	Зубошев. п/а $[\quad]$ , Спец. оправка $[\quad]$	Шевер 9ХС	Штангензубомер
120	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать наружный контур оконч. в р-р $[\quad]$ 2. Шлифовать базовый торец А оконч. в р-р $[\quad]$	Круглошлиф. станок, Спец. оправка (с оп. 110)	Круг ПП 300x40x203 14А40НС1-С27к5	Спец. присп.
130	Моечная	Уложить деталь в тару (снять) Тару уложить в моечную машину	Моечная машина $[\quad]$	_____	_____
140	Контрольная	Выборочный контроль (5%) проверка на шум	Стенка контрольная Шумомер	_____	_____

Таблица 3.42

Типовой технологический процесс (ТП) изготовления зубчатого колеса без ТО ( $l/d < 1$ , тип III-IV, рис. 3.47)

№ пп	Наим. опер.	Состав переходов	Оборудование, оснастка	Инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная – штамповочная	Установить заготовку в печь нагрева 1. Нагреть заготовку до $\theta=1100\text{ }^\circ\text{C}$ 2. Штамповать заготовку в штампе 3. Удалить грат	Печь, Машина, Штамп	_____	Штангенциркуль
20	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец А предварительно в р-р $[\quad]$ 2. Расточить отверстие предварительно в р-р $[\quad]$	Токарный полуавтомат $[\quad]$ , Патрон самоцентр. $[\quad]$	Резцы Т30К4	Штангенциркуль

1	2	3	4	5	6
30	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец В предварительно в р-р [_____] ] 2. Расточить отверстие получисто в р-р [_____] ]	Токарный полуавтомат [_____] ], Патрон самоцентр. [_____] ]	Резцы Т30К4	Калибры – пробки и скобы
40	Термообработка (нормализация)	Уложить заготовку на поддон Установить поддон в печь закалочную	Печь закалочная [_____] ]	_____	Штангенциркуль
50	Плоскошлифовальная	А Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шлиф. торец А в р-р [_____] ] Б Переустановить заготовку на другой торец 2. Шлиф. торец В в р-р [_____] ]	Плоскошлифовальный станок [_____] ], Магнитная плита	Круг ПП 400х40х203 14А40НС1-СМ17К5	Спец. калибр
60	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Расточить отверстие окончательно в размер [_____] ]	Токарно-револьверный станок [_____] ], Спец. пат.	Резцы Т30К4	Калибр-пробка
70	Вертикально-протяжная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Протянуть пазы в размер [_____] ]	Вертикально-протяжной станок [_____] ], Спец. присп.	Протяжка Р6М5	Спец. калибр
80	Слесарная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Зачистить фаски на торцах пазов	Слес. верстак [_____] ], Спец. присп. [_____] ]	Набор напильников	_____
90	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить наружный контур венца оконч. в р-р	Токарный полуавтомат Спец. оправка	Резцы Т30К4	Калибр-скоба
100	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать зубья (z=[_____] ) в размер	Зубофрез. станок [_____] ], Спец. оправка [_____] ]	Фреза Р6М5	Штангензубомер
110	Зубозакругляющая	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Закруглить зубья (z=[_____] ) в р-р окончательно	Зубозакругляющий станок [_____] ], Спец. оправка [_____] ]	Фреза Р6М5	_____
120	Слесарная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Снять заусенцы на зубьях	Слес. верстак [_____] ], Спец. присп. [_____] ]	Набор надфилей	_____
130	Зубошевинговальная полуавт.	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шевинговать зубья в размер [_____] ] окончательно	Зубошев. п/а [_____] ], Спец. оправка [_____] ]	Шевер 9ХС	Штангензубомер

1	2	3	4	5	6
140	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шлифовать наружный диаметр в размер [ ] 2. Шлифовать базовый торец А в размер [ ]	Круглошлиф. станок [ ], Спец. оправка [ ]	Круг ПП 400x40x203 14A40HC1- CM17K5	Спец. присп.
150	Моечная	Уложить деталь в тару (снять) Тару уложить в моечную машину	Моечная машина [ ]	_____	_____
160	Контрольная	Выборочный контроль (5 %) проверка на шум	Стенка контрольная Шумомер	_____	_____

Таблица 3.43

Типовой технологический процесс (ТП) изготовления зубчатого колеса с  $TO (l/d < 1, \text{ тип III-IV, рис. 3.47})$

№ пп	Наим. опер.	Состав переходов	Оборудование, оснастка	Инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная - штамповочная	Установить заготовку в печь нагрева 1. Нагреть заготовку до $\theta=1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 2. Штамповать заготовку в штампе 3. Удалить грат	Печь, Машина, Штамп	_____	Штангенциркуль
20	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец А предварительно в размер [ ] 2. Расточить отверстие предварительно в размер [ ]	Токарный полуавтомат [ ], Патрон самоцентр. [ ]	Резцы Т30К4	Штангенциркуль
30	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец В предварительно в размер [ ] 2. Расточить отверстие получисто в размер [ ]	Токарный полуавтомат [ ], Патрон самоцентр. [ ]	Резцы Т30К4	Калибры – пробки и скобы
40	Термообработка (нормализация)	Уложить заготовку на поддон Установить поддон в печь закалочную	Печь закалочная [ ]	_____	Штангенциркуль

1	2	3	4	5	6
50	Плоскошлифовальная	А Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шлиф. торец А в р-р [ ] Б Переустановить заготовку на другой торец 2. Шлиф. торец В в р-р [ ]	Плоскошлифовальный станок [ ], Магнитная плита	Круг ПП 400x40x203 14А40НС1-СМ17К5	Спец. калибр
60	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Расточить отверстие окончательно в размер [ ]	Токарно-револьверный станок [ ], Спец. пат.	Резцы Т30К4	Калибр-пробка
70	Вертикально-протяжная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Протянуть пазы в р-р [ ]	Вертикально-протяжной станок [ ], Спец. присп.	Протяжка Р6М5	Спец. калибр
80	Слесарная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Зачистить фаски на торцах пазов	Слес. верстак [ ], Спец. присп. [ ]	Набор напильников	_____
90	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить наружный контур венца оконч. в р-р	Токарный полуавтомат, Спец. оправка	Резцы Т30К4	Калибр-скоба
100	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать зубья (z=[ ]) в размер	Зубофрез. станок [ ], Спец. оправка [ ]	Фреза Р6М5	Штангензубомер
110	Зубозакругляющая	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Закруглить зубья (z=[ ]) в размер оконч.	Зубозакругляющий станок [ ], Спец. оправка [ ]	Фреза Р6М5	_____
120	Слесарная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Снять заусенцы на зубьях	Слес. верстак [ ], Спец. присп. [ ]	Набор надфилей	_____
130	Зубошевинговальная полуавт.	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шевинговать зубья в размер [ ] окончательно	Зубошев. п/а [ ], Спец. оправка [ ]	Шевер 9ХС	Штангензубомер
140	Круглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шлифовать наружный диаметр в размер [ ] 2. Шлифовать базовый торец А в размер [ ]	Круглошлиф. станок [ ], Спец. оправка [ ]	Круг ПП 400x40x203 14А40НС1-СМ17К5	Спец. присп.
150	Термообработка (закалка объемная)	Уложить заготовку на поддон Установить поддон в печь закалочную	Печь закалочная [ ]	_____	Твердомер



1	2	3	4	5	6
150*	Термо-обработка (закалка поверхностная)	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Закалить зубья ( $z=[\quad]$ ) на автомате ТВЧ	Автомат ТВЧ [ $\quad$ ], Спец. оправка [ $\quad$ ]	_____	Твердомер
160	Внутришлифовальная (выполняется при закалке объемной)	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать базовое отверстие в размер окончательно [ $\quad$ ]	Внутришлифов. станок [ $\quad$ ], Спец. патрон [ $\quad$ ]	Круг ПП 14А40Н СМ1-СМ2 7К5	Спец. калибр
170	Зубохонинговальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Хонинговать зубья ( $z=[\quad]$ ) оконч.	Зубохонинговальный станок [ $\quad$ ], Спец. оправка [ ]	Спец. хон	_____
180	Моечная	Уложить деталь в тару (снять) Тару уложить в моечную машину	Моечная машина [ $\quad$ ]	_____	_____
190	Контрольная	Выборочный контроль (5%) проверка на шум	Стенка контрольная Шумомер	_____	_____
Примечание: * Операция 150 производится: для углеродистых сталей – объемная закалка, а для тех же марок сталей – поверхностная на глубину $0,8 \div 1,2$ мм.					

Таблица 3.44

Типовой технологический процесс (ТПП) изготовления зубчатого колеса с ТО ( $l/d > 1$ , тип II, рис. 3.45)

№ пп	Наим. опер.	Состав переходов	Оборудование, оснастка	Инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная-штамповочная	Установить заготовку в печь нагрева 1. Нагреть заготовку до $\theta=1100$ °С 2. Штамповать заготовку в штампе 3. Удалить грат	Печь, Машина, Штамп	_____	Штангенциркуль
20	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец А предварительно в размер [ ] 2. Расточить отверстие предв. в размер [ $\quad$ ]	Токарный полуавтомат [ $\quad$ ], Патрон самоцентр. [ $\quad$ ]	Резцы Т30К4	Штангенциркуль

1	2	3	4	5	6
30	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец В предварительно в размер [ ] 2. Расточить отверстие получисто в размер [ ]	Токарный полуавтомат [ ], Патрон самоцентр. [ ]	Резцы Т30К4	Калибры – пробки и скобы
40	Термообработка (нормализация)	Уложить заготовку на поддон Установить поддон в печь закалочную	Печь закалочная [ ]	_____	Штангенциркуль
50	Плоскошлифовальная	А Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шлифовать торец А в размер [ ] Б Переустановить заготовку на другой торец 2. Шлифовать торец В в размер [ ]	Плоскошлифовальный станок [ ], Магнитная плита	Круг ПП 400х40х203 14А40НС1-СМ17К5	Спец. калибр
60	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Расточить отверстие оконч. в размер [ ]	Токарно-револьверный станок [ ] Спец. пат.	Резцы Т30К4	Калибр-пробка
70	Вертикально-протяжная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Протянуть пазы в р-р [ ]	Вертикально-протяжной станок [ ], Спец. присп.	Протяжка Р6М5	Спец. калибр
80	Слесарная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Зачистить фаски на торцах пазов	Слес. верстак [ ] Спец. присп. [ ]	Набор напильников	_____
90	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить наружный контур венца оконч. в размер	Токарный полуавтомат, Спец. оправка	Резцы Т30К4	Калибр-скоба
100	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать зубья (z=[ ]) в размер	Зубофрез. станок [ ], Спец. оправка [ ]	Фреза Р6М5	Штангензубомер
110	Зубозакругляющая	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Закруглить зубья (z=[ ]) в размер оконч.	Зубозакругляющий станок [ ], Спец. оправка [ ]	Фреза Р6М5	_____
120	Слесарная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Снять заусенцы на зубьях	Слес. верстак [ ], Спец. присп. [ ]	Набор надфилей	_____

1	2	3	4	5	6
130	Термо-обработка (цементация, закалка, отпуск)	Уложить деталь в тару, предварительно изолировать поверхности без ТО, тару поместить в камеру цементации 1. Насытить поверхность зубьев углеродом 2. Очистить деталь от карбюризатора 3. Закалить поверхность зубьев 4. Произвести отпуск	Камера [____], Автомат ТВЧ [____], Печь закалочная [____],	_____	Твердомер
140	Внутриторцевальная шлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать одновременно отверстие D в размер [____] окончательно 2. Шлифовать торец А в размер [____] окончательно	Внутриторцевальная шлифовальный станок [____], Спец. патрон [____]	Круги 14A40H C1-C2 7K5	Спец. присп.
150	Зубохонинговальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Хонинговать зубья (z=[____]) окончательно	Зубохонинговальный станок [____], Спец. оправка [____]	Спец. хон	_____
160	Моечная	Уложить деталь в тару (снять) Тару уложить в моечную машину	Моечная машина [____]	_____	_____
170	Контрольная	Выборочный контроль (5 %) проверка на шум	Стенка контрольная Шумомер	_____	_____

2.2.6. Записать ТТП после принятых изменений, которые произошли при проектировании.

### 3. Оформление отчета

3.1. ТТП прототипа.

3.2. ТТП на деталь – задание.

3.3. Изменения, внесенные в техпроцесс, и аргументация их внесения.

**3.4. Выводы.**

**4. Литература**

**5. Вопрос для самоконтроля:**

**5.1. Какие зубчатые колеса по степени точности чаще используют**

– 1 – 2;

– 3 – 5;

– 6 – 8;

– 9 – 12;

– другие.

**5.2. Почему не делают упрочняющую термообработку (ТО) до механической обработки**

– высокая стоимость;

– высокая твердость после ТО;

– большое коробление;

– низкое качество поверхности;

– просто не задумывались.

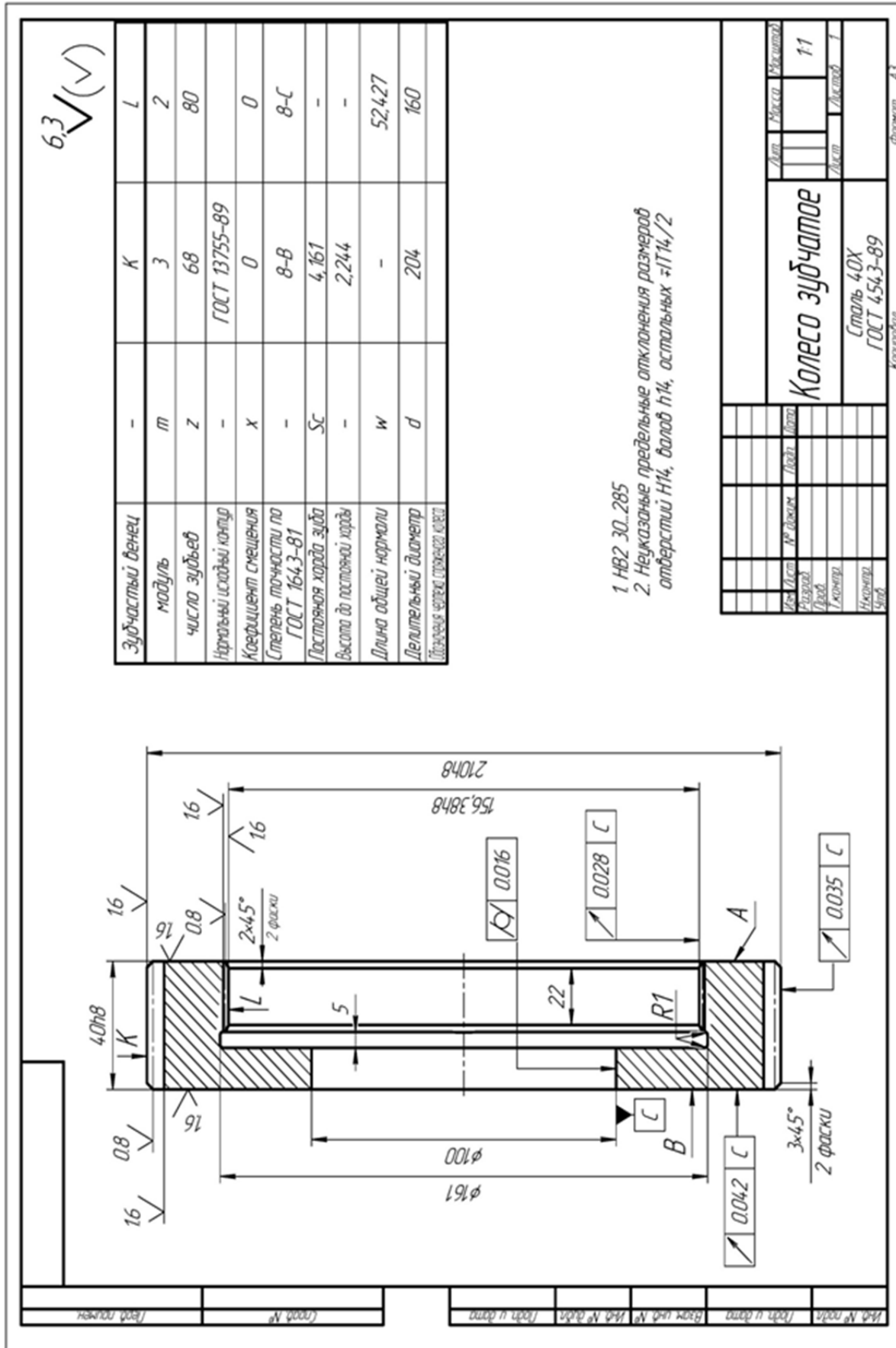


Рис. 3.46. Чертеж колеса зубчатого

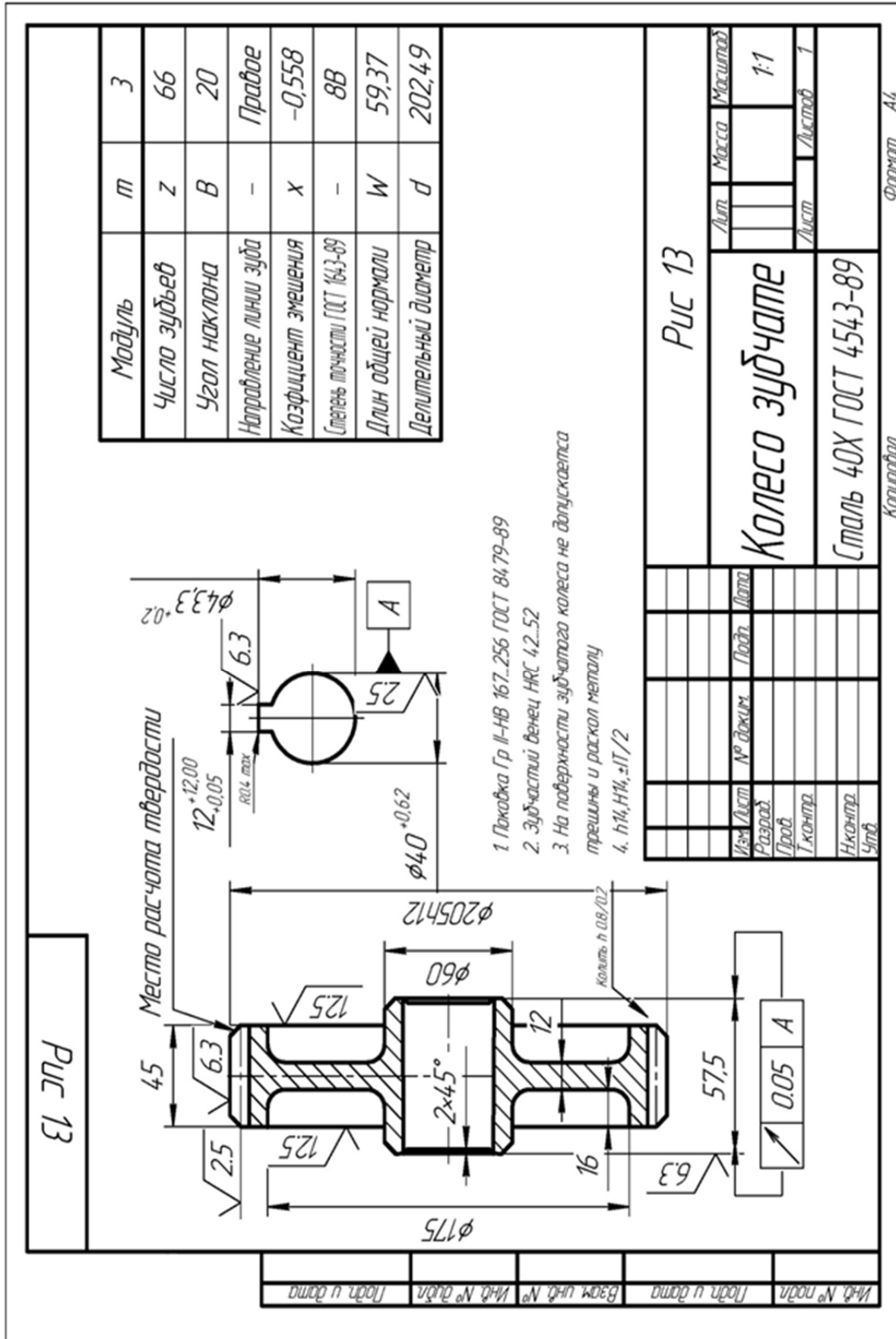


Рис. 3.47. Чертеж колеса зубчатого

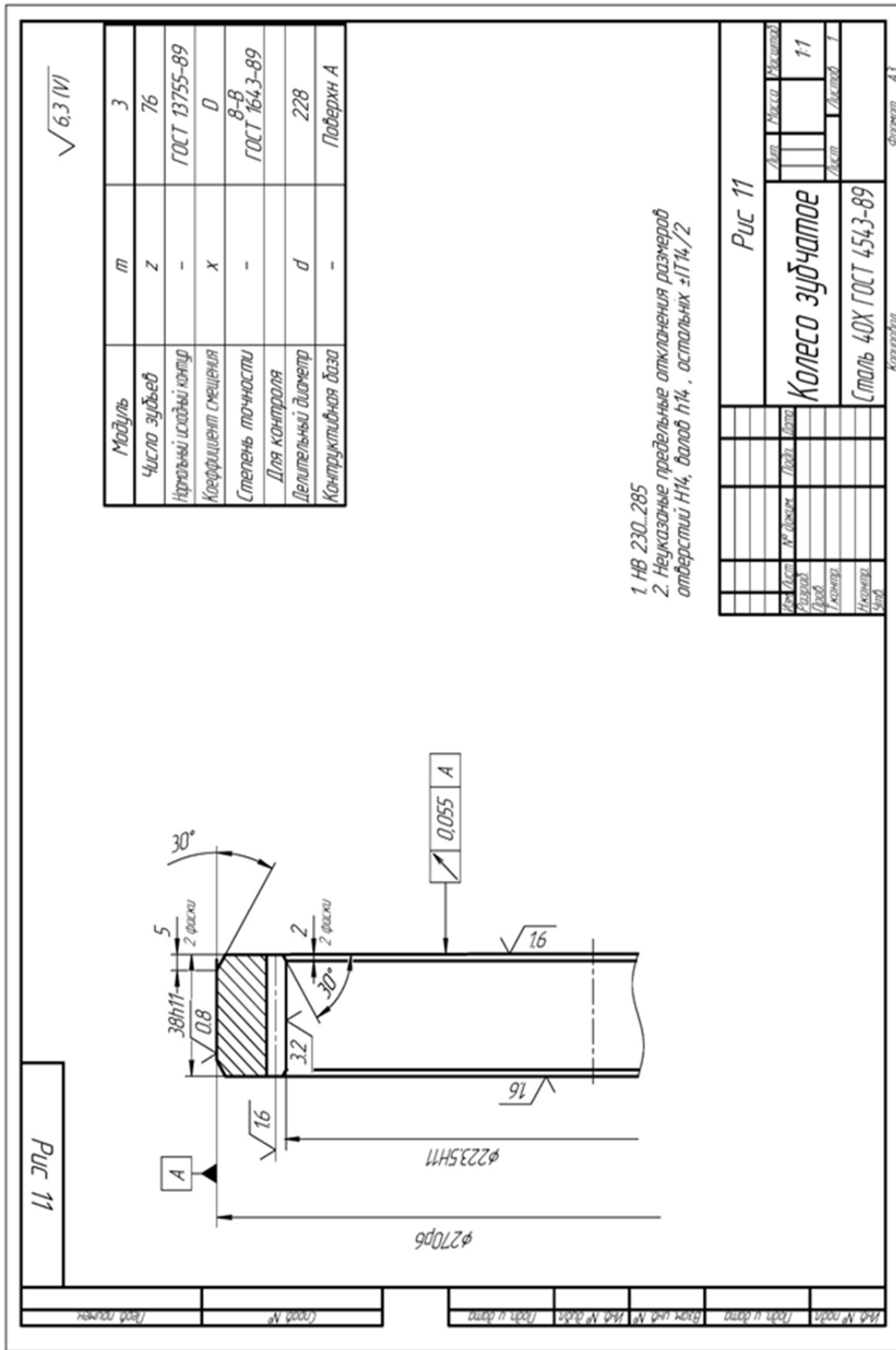


Рис. 3.48. Чертеж колеса зубчатого

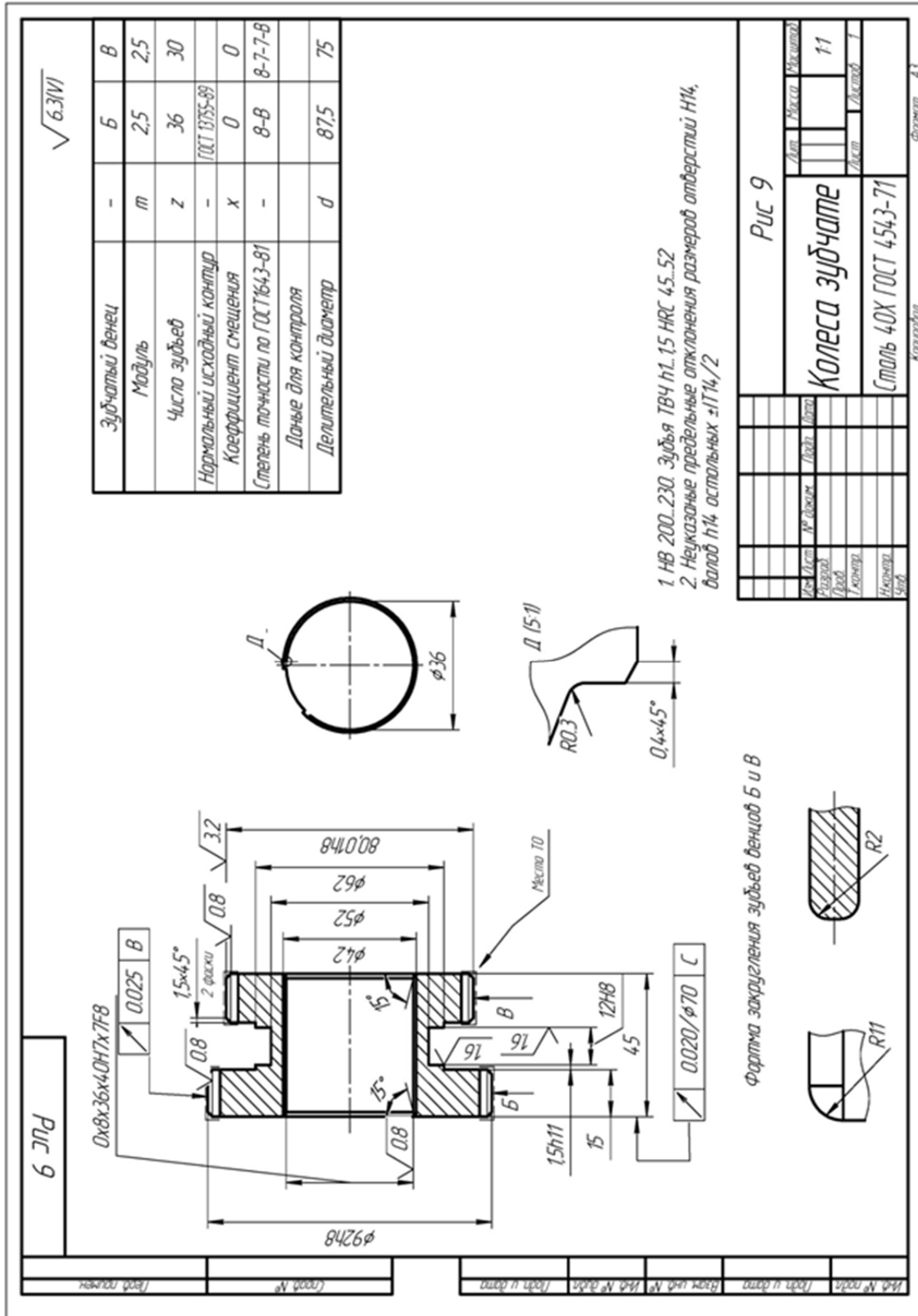


Рис. 3.49. Чертеж колеса зубчатого



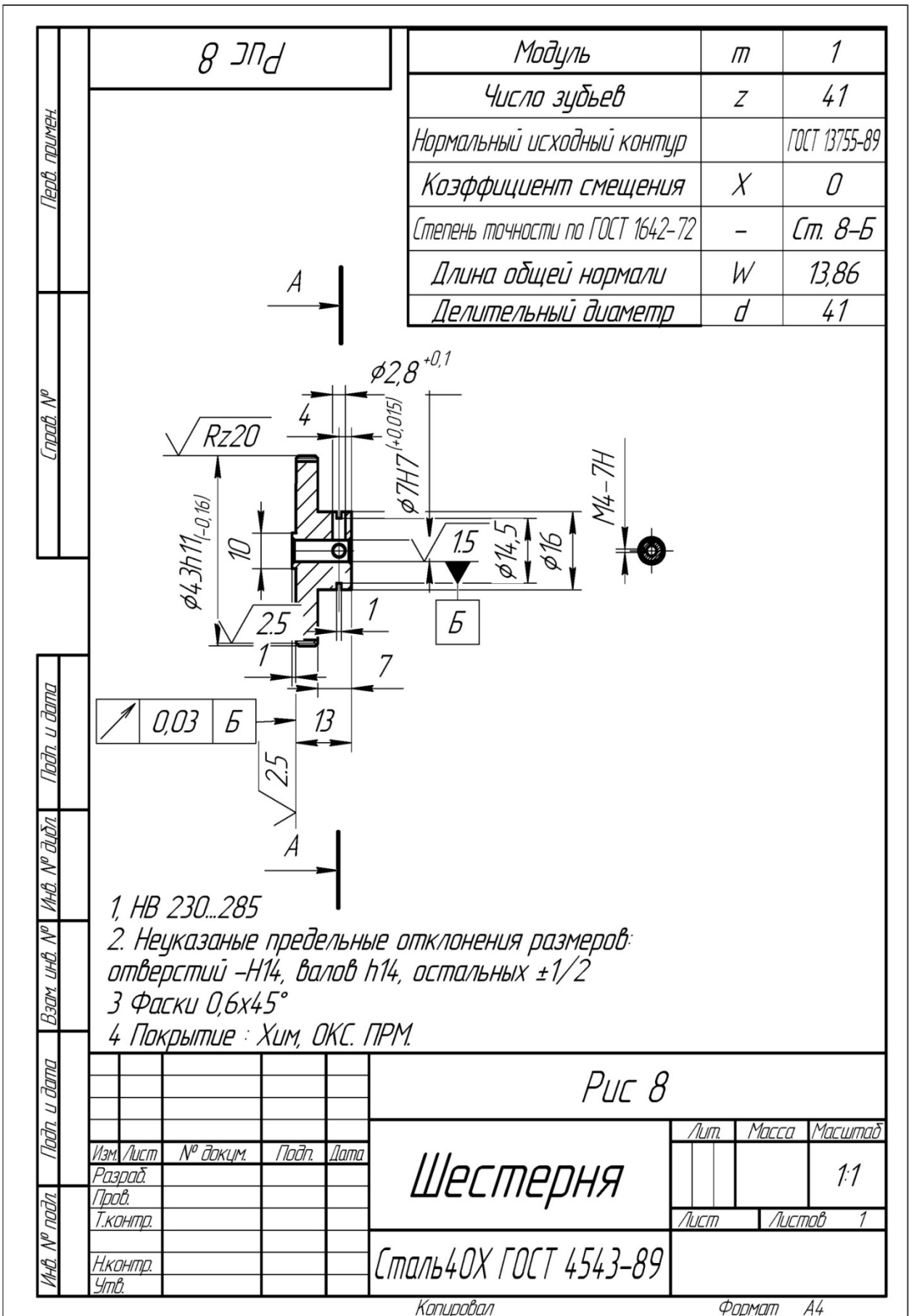


Рис. 3.50. Чертеж шестерни

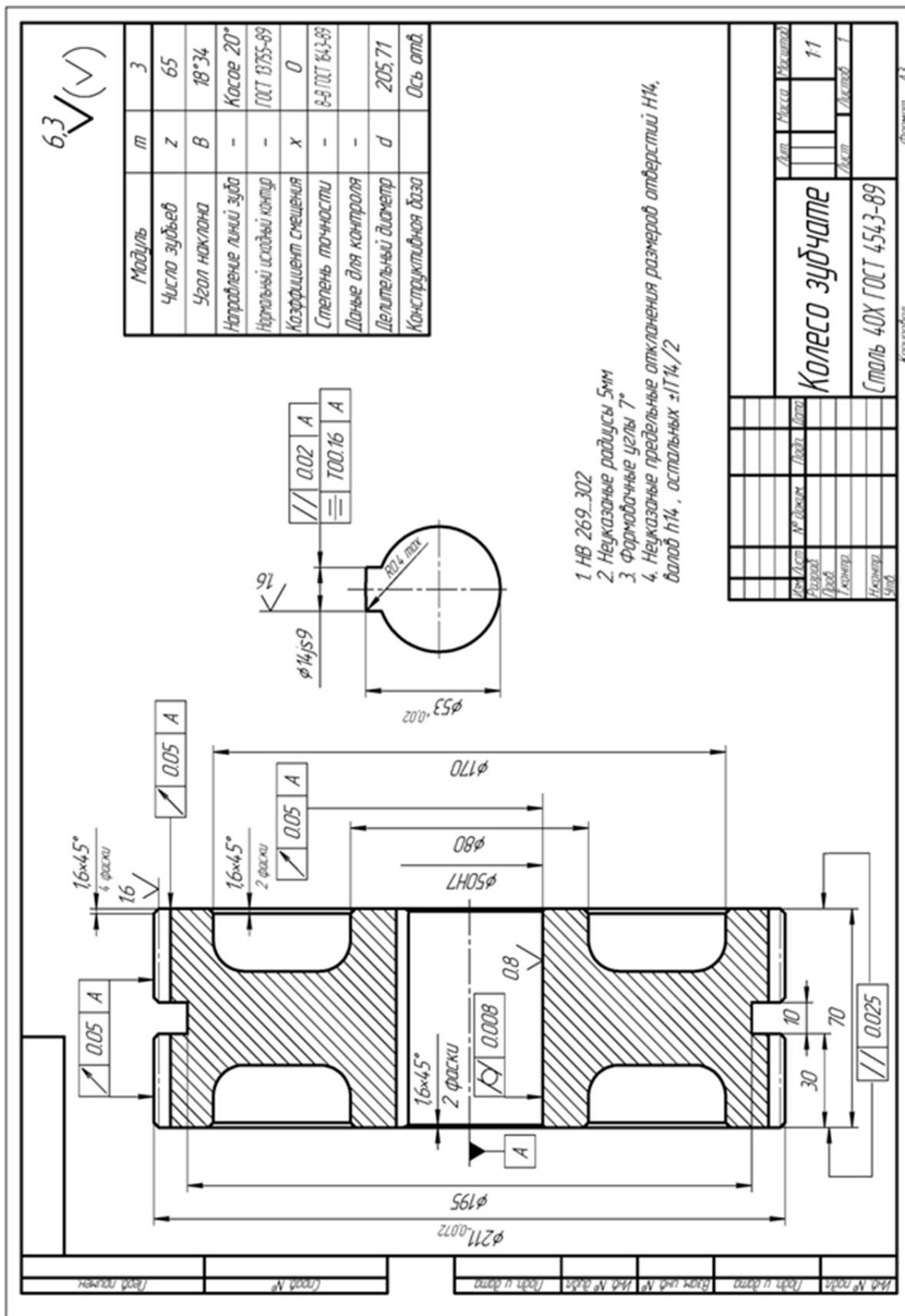
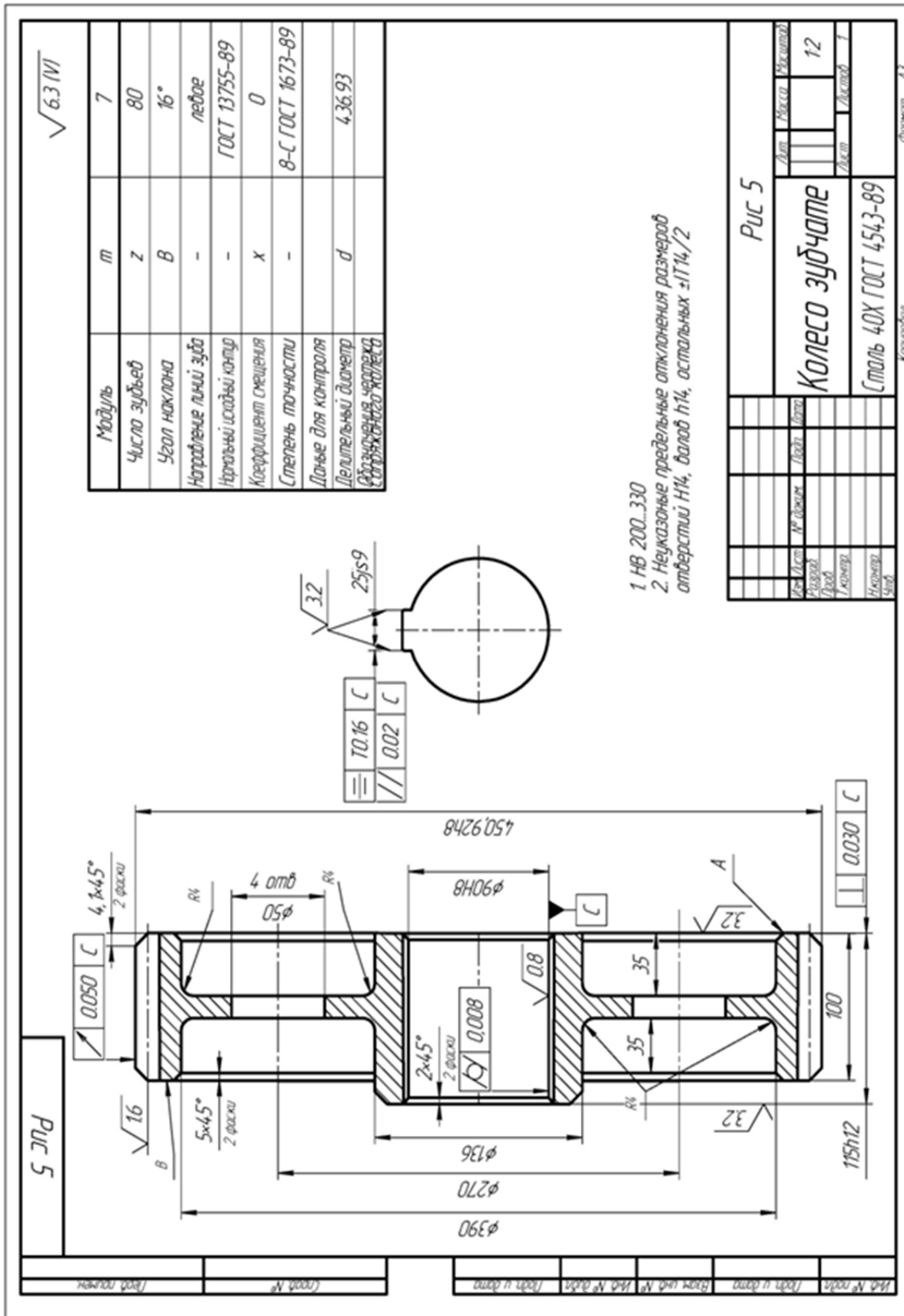


Рис. 3.51. Чертеж колеса зубчатого



**Рис 5**

**Колесо зубчатое**

Сталь 40Х ГОСТ 4543-89

**Рис 5**

Изд. №	№ докум.	Лист	Итого
			12
Исполн.	Провер.	Утверд.	Листов
			1

Формат А3

Рис. 3.52. Чертеж колеса зубчатого

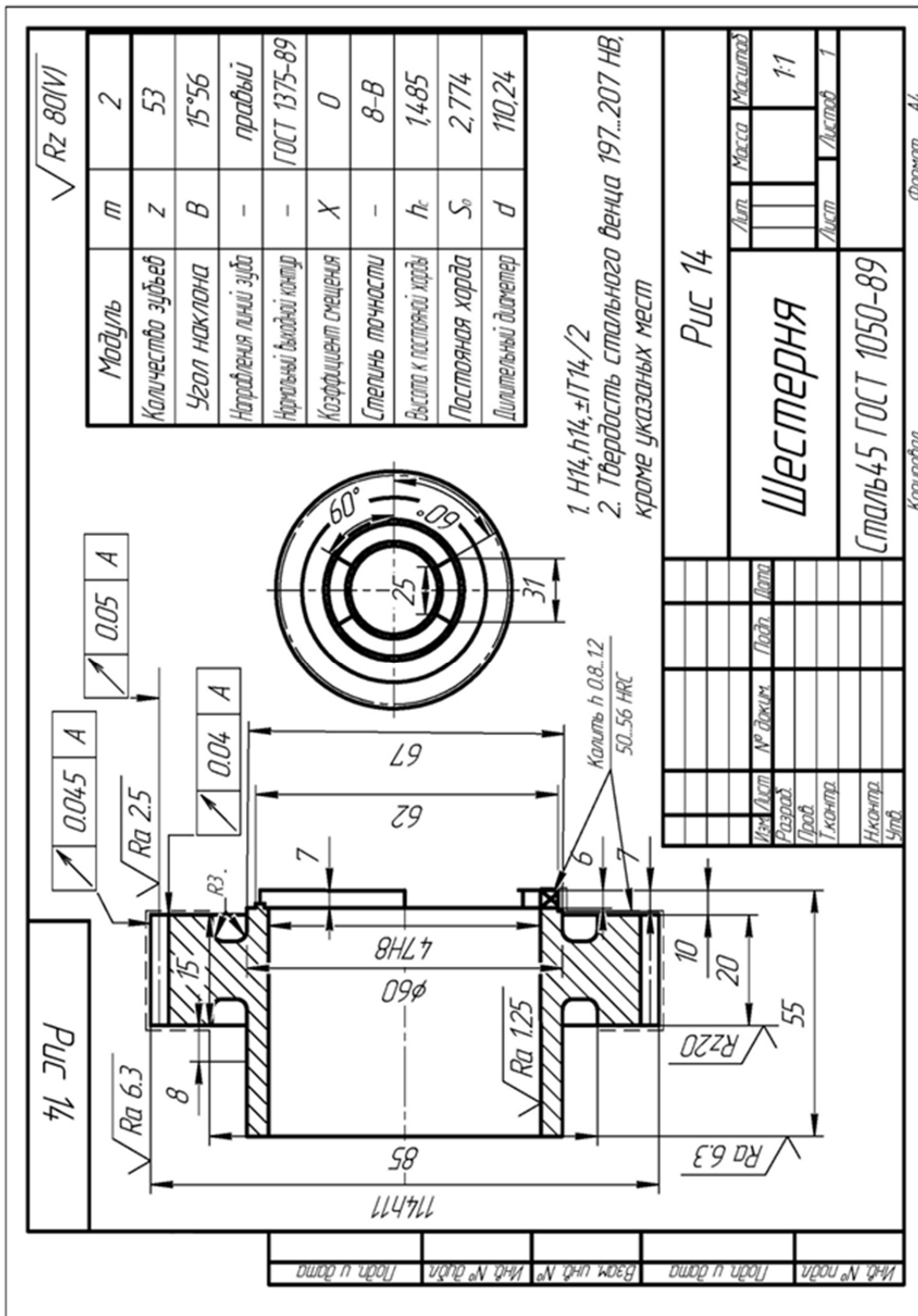


Рис. 3.53. Чертеж шестерни

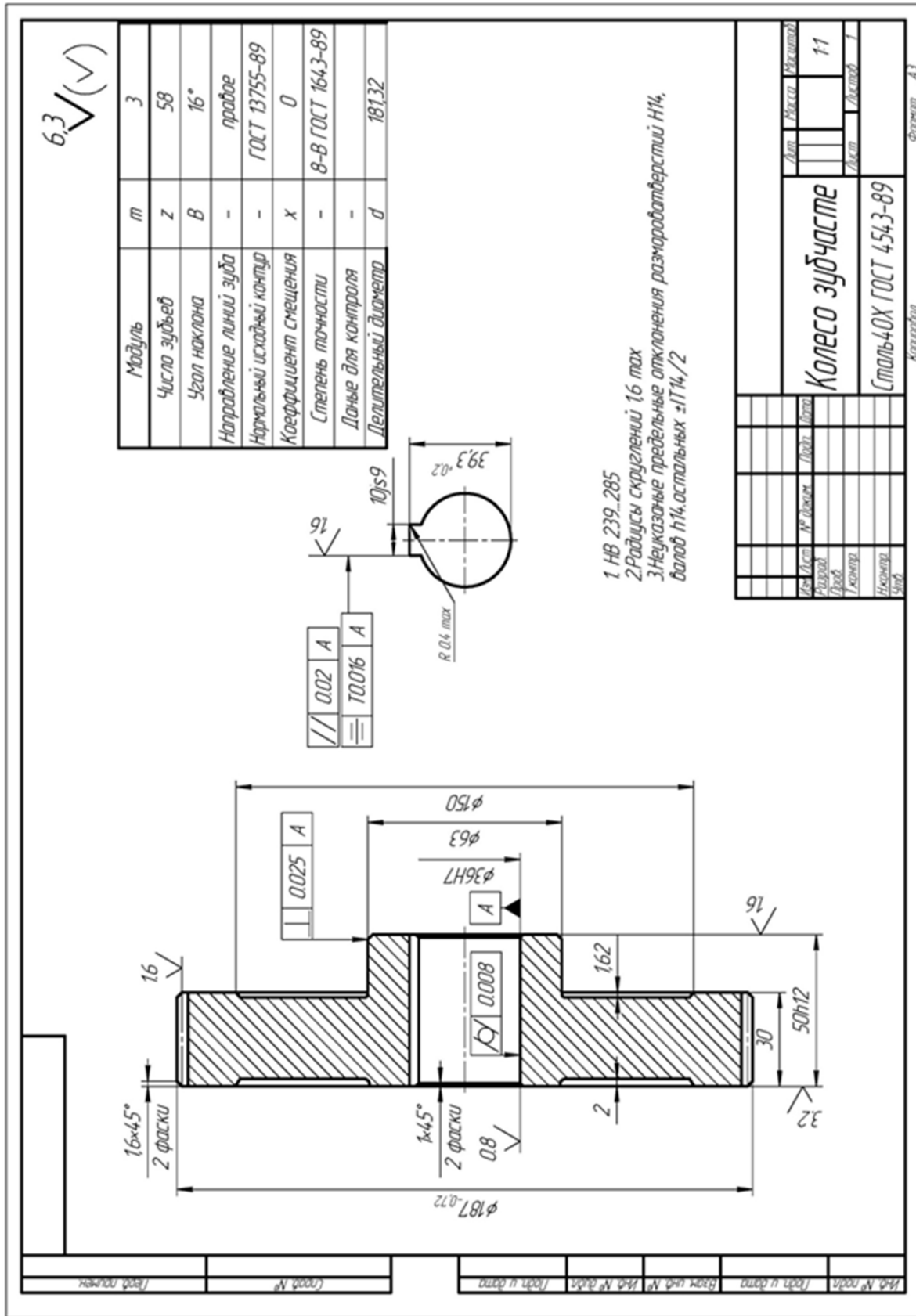


Рис. 3.54. Чертеж колеса зубчатого

### 3.5.1. Выбор метода черновой обработки зубьев эвольвентных прямозубых зубчатых колес

**Цель работы** – представить информацию об основных методах обработки сырых эвольвентных зубчатых колес 8 степени точности,  $R_a = 5$  мкм; – научить обоснованию и выбору наиболее эффективных методов обработки для заданных условий.

#### 1. Общие сведения

Для формирования зубьев зубчатых колес применяют 2 метода – копирования и обката.

Метод копирования состоит в прорезании впадины на заготовке дисковой модульной фрезой из набора в 8, 15 или 26 фрез или пальцевой модульной фрезой.

После прорезания каждой впадины заготовка поворачивается вокруг своей оси на  $1/Z$  часть оборота ( $Z$  – число зубьев колеса) с помощью делительной головки.

Профиль впадин колеса совпадает с профилем инструмента.

При нарезании зубьев колес методом обката профиль режущих лезвий инструмента отличается от профиля впадины, но вследствие согласованных перемещений заготовки и инструмента (червячной фрезы, цилиндрического долбяка и др.), т.е. одного относительно другого, режущие кромки инструмента описывают в пространстве поверхность, приближенную к профилю боковой поверхности зуба (рис. 3.55 – рис. 3.57).

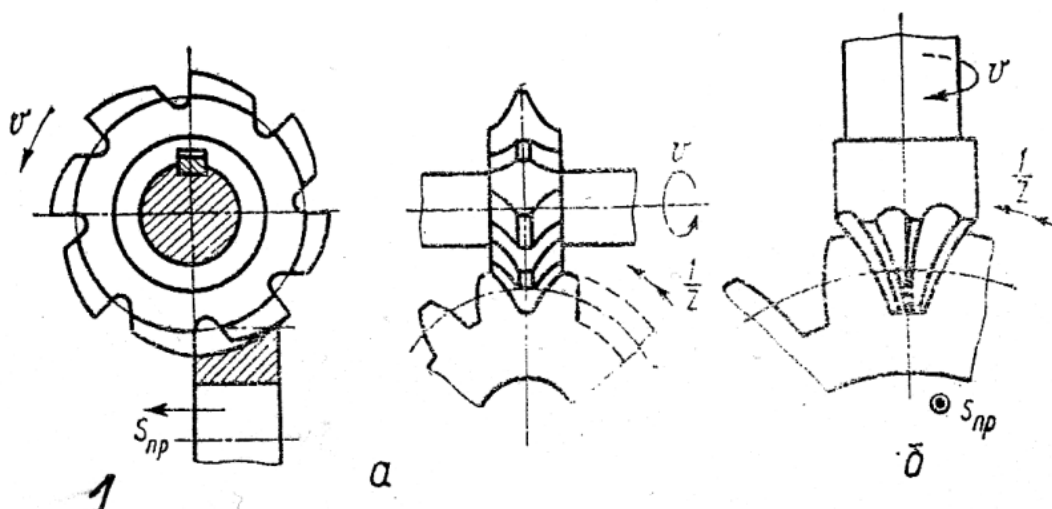


Рис. 3.55. Схемы фрезерования зубьев методом копирования дисковой (а) и пальцевой (б) модульными фрезами

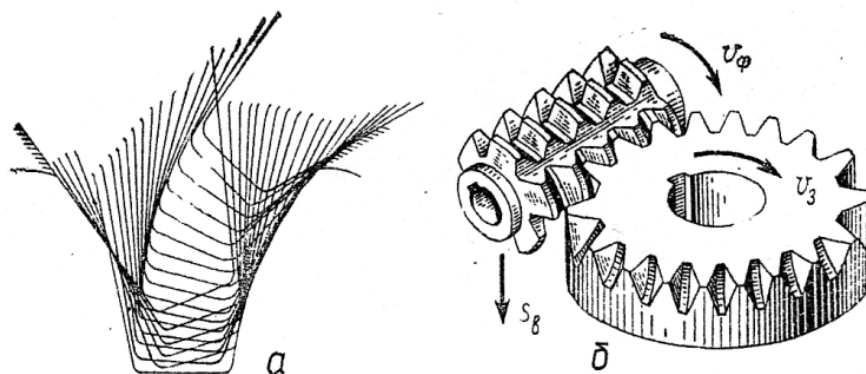


Рис. 3.56. Схема нарезания зубчатых колес червячной модульной фрезой: формирование боковых поверхностей зубьев (а); нарезание прямозубого колеса (б)

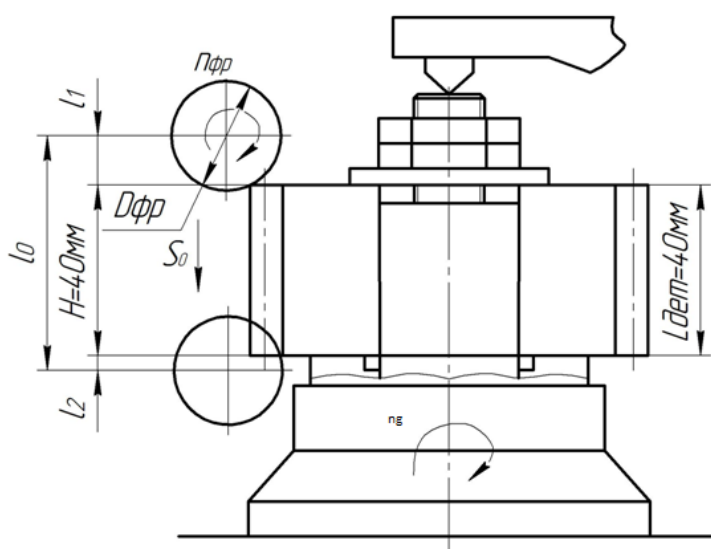


Рис. 3.57. Схема обработки колеса на зубофрезерном станке

Метод копирования позволяет относительно дешевым инструментом на универсальных фрезерных станках изготовить колесо, однако с низкой производительностью обработки.

При обкате необходимы специальные инструменты – фрезы или долбяки – и специальные станки: зубофрезерные или зубодолбежные, которые значительно повышают производительность и точность обработки.

Технолог решает, какой из этих вариантов выбрать, исходя из условий, возникающих на производстве, особенно тогда, когда зубчатые колеса изготавливают в серийном производстве невысокой точности, например, 8 степени с шероховатостью поверхности  $R_a = 5 \text{ мкм}$ .

Черновая обработка зубьев колес из стали 40Х по 8 степени точности модульными фрезами осуществляется на режиме: фрезой из быстрорежущей

стали Р6М5 с  $V_{\text{фр}} = 35 - 40$  м/мин;  $S_{\text{пр}} = 0,1$  м/мин;  $S_Z = 0,05 - 0,1$  мм/зуб;  $t = 8$  мм;  $D_{\text{фр}} = 150$  мм; период стойкости фрезы  $T = 150$  мин (допустимый износ  $h_3 = 0,6$  мм).

Обработка червячными двухзаходными фрезами из быстрорежущей стали Р6М5 осуществляется с  $V_{\text{фр}} = 25 - 30$  м/мин;  $S_Z = 2 - 2,4$  мм/об.;  $P_{\text{фр}} = 100$  об./мин;  $t = 8$  мм;  $D_{\text{фр}} = 80$  мм;  $Z = 9$  зубьев; период стойкости фрезы  $T = 240$  мин (допустимый износ 1 мм).

Пользуясь известной формулой  $T_o = \frac{L \cdot T_o}{n \cdot S}$ , можно при заданном режиме обработки колеса определить  $T_o$  для обеих методов.

В технической литературе имеются рекомендации: при фрезеровании  $T_{\text{шт-к}} = 2 \cdot T_o$ , т.е. отсюда можно найти штучно-калькуляционное время.

Для условий серийного выпуска машин при сравнении вариантов обработки на разных станках в одном производстве можно использовать цеховую себестоимость обработки  $C_T$ :

$$C_T = A \cdot T_{\text{шт-к}}$$

где  $A$  – стоимость 1 часа (грн/час) или 1 мин (грн/мин) работы на станке, в которую включены затраты на сам станок, типовое приспособление и инструменты, заработная плата рабочих и заработная плата наладчиков, расходы на энергию и обслуживание станка.

Значения  $A$  приведены в справочниках.

Вариант, у которого  $C_T$  будет меньше, является предпочтительным.

## 2. Порядок выполнения работы

### 2.1. Получить задание на выполнение работы согласно табл. 3.45.

Таблица 3.45

Варианты заданий

№ вар.	N, шт./год	T, мин		Режим работы			
		Модульн.	Червячн.	n, об./мин		S <sub>Z</sub> , мм/зуб	S <sub>o</sub> , мм/об.
				мод	черв		
1	2000	150	240	80	100	0,05	1,7
2	4000	120	240	80	100	0,08	2,0
3	1500	90	240	80	100	0,1	2,0
4	2000	180	180	80	100	0,06	2,0
5	7000	180	240	80	100	0,1	1,7
6	1000	120	180	80	100	0,06	1,7



2.2. Обрабатывается колесо с  $Z = 40$  зубьев;  $m = 4$  мм;  $H = 40$  мм. задается режим работы  $T, S_Z, S, n$ .

2.3. Определить  $T_0$  для вариантов.

2.4. Определить  $T_{шт-к}$ .

2.5. Установить величину  $A$ , грн/мин для вариантов.

2.6. Определить  $C_T$ , грн.

2.7. Сопоставить 2 варианта и сформулировать выводы.

2.8. На примере задания №1 произведен цифровой расчет.

2.8.1. Режимы работы на станках следующие:

– горизонтально-фрезерный станок (ГФС):

$$t = 2,2 \cdot m = 2,2 \cdot 4 = 8,8 \text{ мм};$$

$$S_Z = 0,05 \text{ мм/зуб};$$

$$T = 150 \text{ мин } (D_{фр} = 150 \text{ мм}; Z_{фр} = 16; P18);$$

$$n = 80 \text{ об./мин}; \text{ число зубьев } Z = 40;$$

$$S_{min} = S_Z \cdot Z_{фр} \cdot n = 0,05 \cdot 16 \cdot 80 = 64 \text{ мм/мин.}$$

– зубофрезерный станок (ЗФС):

$$t = 2,2 \cdot m = 2,2 \cdot 4 = 8,8 \text{ мм};$$

$$S_0 = 1,7 \text{ мм/об.};$$

$$T = 240 \text{ мин } (D_{фр} = 80 \text{ мм};$$

$$Z_{зах} = \text{двухзаходная}; P18);$$

$$n = 100 \text{ об./мин}; \text{ число зубьев } Z = 40.$$

2.8.2. Определим  $T_0$ :

$$\text{– ГФС: } T_0 = \frac{L_g + l_1 + l_2}{S} = \frac{40 + 35 + 4}{64} = 1,93 \text{ мин/зуб};$$

$$l_1 = t \cdot (D_{фр} - t) = 8,8 \cdot (150 - 8,8) = 35 \text{ мм};$$

$$l_2 = \frac{1}{5} \text{ мм, принимаем } 4 \text{ мм.}$$

Пренебрегая временем деления,  $T_0 = T_0 \cdot Z = 1,23 \cdot 40 = 49,2$  мин.

$$\text{– ЗФС: } T_0 = \frac{L_0 \cdot Z}{n \cdot S_0 \cdot Z_{зах}} = \frac{(40 + 50) \cdot 40}{100 \cdot 1,7 \cdot 2} = 10,6 \text{ мин.}$$

2.8.3. Определяем  $T_{шт-к}$ :

$$\text{– ГФС: } T_{шт-к} = T_0 \cdot 2 = 98,4 \text{ мин};$$

$$\text{– ЗФС: } T_{шт-к} = T_0 \cdot 2 = 21,2 \text{ мин.}$$

2.8.4. Определяем значения  $A$ :

$$\text{– ГФС: } A = 0,77 \text{ грн/мин};$$

$$\text{– ЗФС: } A = 0,91 \text{ грн/мин.}$$

2.8.5. Определяем  $C_T$ :

– ГФС:  $C_T = A \cdot T_{шт-к} = 0,77 \cdot 98,4 = 75,77$  грн;

– ЗФС:  $C_T = 0,91 \cdot 21,2 = 19,3$  грн.

2.8.6. Сравнение себестоимостей двух вариантов указывает на целесообразность обработки на зубофрезерном станке, т.к. затраты на этом станке меньше почти в 4 раза.

### **3. Оформление отчета**

**3.1.** Схемы обработки на ГФС и ЗФС.

**3.2.** Расчеты  $T_0$ ;  $T_{шт-к}$ ;  $A$ ;  $C_T$ .

**3.3.** Выводы.

### **4. Литература**

### **5. Вопрос для самоконтроля:**

#### **5.1. Какой метод формирования зуба колеса можно использовать**

- скольжения;
- перемещения;
- обкатка;
- вращения;
- возвратно-поступательного движения.

#### **5.2. Какой инструмент можно использовать для реализации обката**

- шпоночная фреза;
- концевая фреза;
- червячная фреза;
- торцевая фреза;
- дисковая фреза.

### **3.5.2. Выбор метода чистовой обработки зубьев эвольвентных прямозубых зубчатых колес**

**Цель работы** – представить информацию об основных методах обработки сырых эвольвентных зубчатых колес 7 степени точности,  $R_a = 5$  мкм;

– научить обоснованию и выбору наиболее эффективных методов обработки для заданных условий.

#### **1. Общие сведения**

Для чистовой обработки зубьев колес, т.е. для достижения 6 – 7 степени точности обычно применяется метод обката, который реализуют на зубодолбежных станках цилиндрическими долбяками и на зубофрезерных станках

твердосплавными червячными фрезами по предварительно сформированному профилю впадины колеса. Припуск обычно составляет  $Z = 0,5 \div 0,8$  мм.

Схемы обработки этими методами приведены на рис. 3.56, б, рис. 3.57 и рис. 3.58.

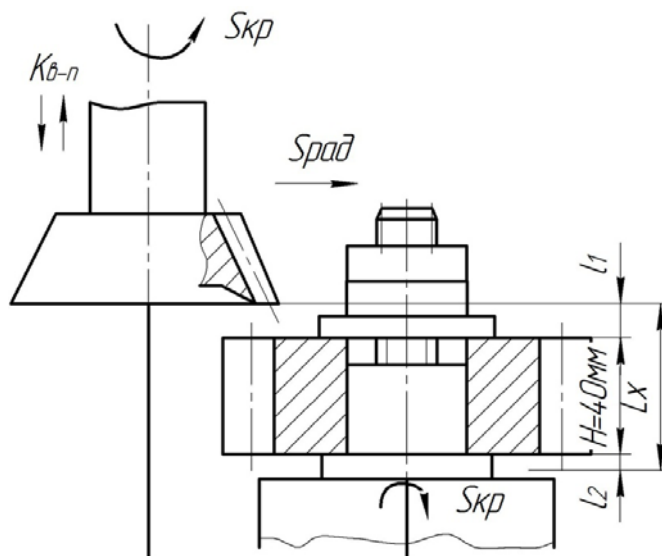


Рис. 3.58. Схема обработки колеса на зубодолбежном станке

У каждого из методов обработки имеются свои достоинства, возможности и недостатки, поэтому технолог выбирает один из этих вариантов, исходя из условий, возникающих на производстве, однако при этом он располагает относительно малым объемом информации.

Известно, что зубофрезерование и зубодолбление выполняется на станках, модель которых определяется обычно исходя из габаритов изготавливаемых деталей. Также при заданном материале обрабатываемой детали, например, стали 40Х и материале долбяка (обычно Р18) и фрезы (Т30К4) можно найти рекомендации по режимам резания.

Чистовая обработка зубьев колес из легированных сталей 7 степени точности цилиндрическими долбяками из Р18 осуществляется на режимах;  $S_{кр} = 0,2 \div 0,25$  мм/дв.х;  $S_{рад} = (0,1 \div 0,3) \cdot S_{кр} = 0,2 \cdot S_{кр}$ ; период стойкости долбяка  $T = 240$  мин (допустимый износ 1 мм);  $V_d = 35 \div 45$  м/мин;  $n_{в-п} = 400$  дв.х/мин.

Фрезерование однозаходными фрезами производится со следующими условиями обработки:

$Z = 0,8$  мм;  $V_p = 30 \div 40$  м/мин;  $S_o = 2 \div 2,4$  мм/об.;  $n_{фр} = 100$  об./мин;  $D_{фр} = 80$  мм;  $Z_{фр} = 9$  зубьев; период стойкости фрезы 480 мин (допустимый износ 1 мм).

Пользуясь известной формулой  $T_0 = \frac{L_0}{n \cdot S} \cdot i$ , можно при заданном режиме обработки колес определить  $T_0$  для обоих методов.

В технической литературе имеется рекомендация: при обработке зубьев колес  $T_{шт-к} = 2 \cdot T_0$ .

Кроме этого, для условий серийного производства можно определить цеховую себестоимость.

Величина обработки может быть определена:  $C_T = A \cdot T_{шт-к}$  грн, где  $A$  – стоимость 1 часа (или 1 мин) работы на станке, в которую включены затраты на сам станок, типовое приспособление и инструменты, зарплата рабочего и затраты на энергию и обслуживание станка. Значения  $A$  приведены в справочниках.

Тот из вариантов, у которого  $C_T$  меньше, является предпочтительным.

## 2. Порядок выполнения работы

2.1. Получить задание на выполнение работы согласно табл. 3.46.

Таблица 3.46

Варианты заданий

№ вар.	N, шт./год	Число зубьев Z	Режим работы					
			Долбление			Фрезерование		
			$S_{кр}$ , мм/дв.х	$V_d$ , м/мин	$n_{в-п}$ , дв.х/мин	$S_0$ , мм/об.	$V_{фр}$ , м/мин	$n_{фр}$ , об./мин
1	2000	40	0,25	40	400	1,7	25	100
2	4000	40	0,25	40	500	2,0	25	400
3	1500	40	0,25	40	600	2,2	25	400
4	2000	40	0,2	30	400	1,7	30	500
5	7000	40	0,2	30	500	1,7	35	630
6	1000	40	0,2	30	600	2,0	35	630

Обрабатывается колесо с  $Z = 40$  зубьев;  $m = 3$  мм;  $H = 40$  мм.

2.2. Задаться режимами работы.

2.3. Определить  $T_0$  для вариантов.

2.4. Определить  $T_{шт-к}$ .

2.5. Установить величину  $A$  для вариантов, грн/мин.

2.6. Определить  $C_T$ , грн.

2.7. Сопоставить 2 варианта по параметру себестоимости и сформулировать выводы.

2.8. На примере задания №1 произведен цифровой расчет.

2.8.1. Режимы работы на станках следующие:

– долбежный станок:  $Z = 0,8$  мм;  $S_{кр} = 0,25$  мм/дв.х;

$S_{рад} = 0,2 \cdot S_{кр} = 0,2 \cdot 0,25 = 0,05$  мм/об (по стандарту  $S_{кр} = 0,36$  мм/дв.х);

$V_d = 35$  м/мин;  $K_{в-п} = 400$  дв.х/мин;

– зубофрезерный станок:  $Z = 0,8$  мм;  $S_o = 1,7$  м/об;  $V_{фр} = 25$  м/мин;

$n_{фр} = 400$  об/мин; диаметр фрезы 80 мм;  $Z_{фр} = 9$  зубьев, число заходов – 1.

2.8.2. Определяем  $T_o$ :

– долбежный станок:

$$T_o = \frac{n \cdot m \cdot Z}{K_{в-п} \cdot n \cdot S_{кк}} + \frac{Z}{K_{в-п}} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 40}{400 \cdot 0,2} + \frac{0,8}{400 \cdot 0,036} = 4,71 + 0,56 = 5,27 \text{ рад/мин};$$

– зубофрезерный станок:

$$T_o = \frac{L_o \cdot Z}{n \cdot S_o \cdot Z_{зах}} = \frac{(40+50) \cdot 40}{100 \cdot 1,7 \cdot 1} \cong 21,2 \text{ мин.}$$

2.8.3. Определяем  $T_{шт-к}$ :

– долбежный станок:  $T_{шт-к} = 2 \cdot T_o = 2 \cdot 5,27 = 10,54$  мин;

– зубофрезерный станок:  $T_{шт-к} = 2 \cdot 21,2 = 42,4$  мин.

2.8.4. Определяем значение  $A$ :

– долбежный станок:  $A = 0,57$  гр/мин;

– зубофрезерный станок:  $A = 0,91$  гр/мин.

2.8.5. Определяем  $C_T$ :

– долбежный станок:  $C_T = A \cdot T_{шт-к} = 0,57 \cdot 10,54 = 6$  гр;

– зубофрезерный станок:  $C_T = 0,91 \cdot 42,4 \cong 38,6$  гр.

2.8.6. Сравнение себестоимостей двух вариантов указывает на целесообразность выбора метода долбления при чистовой обработке, т.к. затраты в этом случае меньше в 6,4 раза.

### 3. Оформление отчета

3.1. Схемы обработки на зубодолбежном и зубофрезерном станках.

3.2. Расчеты  $T_o$ ;  $T_{шт-к}$ ;  $A$ ;  $C_T$ .

3.3. Выводы.

### 4. Литература

### 5. Вопрос для самоконтроля:

#### 5.1. Что отличает технологическую операцию от других

- непрерывность;
- неизменность;
- состав;
- состояние;
- понятие.

## 5.2. Какой инструмент можно использовать для реализации обката

- шпоночная фреза;
- концевая фреза;
- червячная фреза;
- торцевая фреза;
- дисковая фреза.

## 3.6. Разработка ТТП изготовления конических зубчатых колес 8 степени точности насадных

**Цель работы** – научить студента разрабатывать типовой технологический процесс механической обработки колес различной конструкции;

- научить оформлять ТТП.

### 1. Общие сведения

Конические зубчатые колеса используются в кинематических и силовых цепях машин.

По служебному назначению, конструктивным и технологическим признакам конические колеса можно разбить на три типа (рис. 3.59).

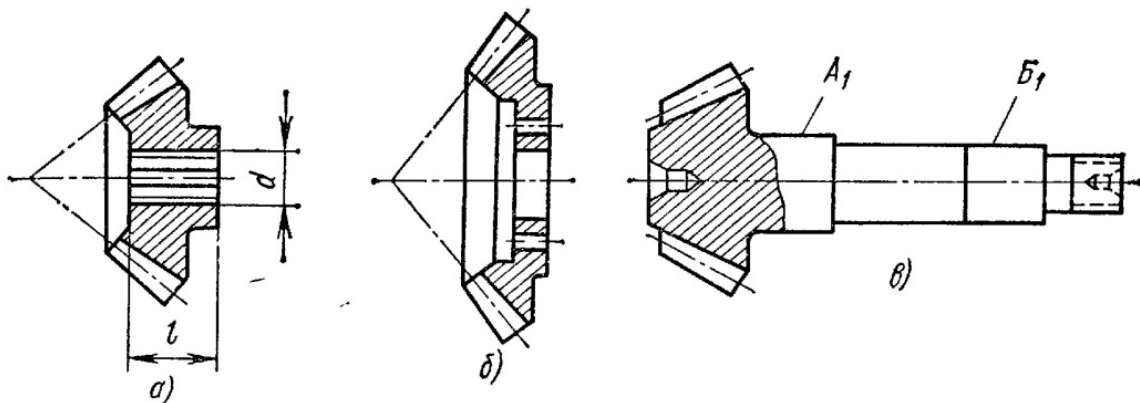


Рис. 3.59. Конструктивные разновидности конических зубчатых колес

Тип I (рис. 3.59, а) – конические ведущие или ведомые колеса, имеющие ступицу с отношением  $\frac{l}{d} > 1$ , обработку которых можно осуществлять на оправке с базированием по отверстию и торцу.

Тип II (рис. 3.59, б) – конические венцовые ведущие колеса, обработку которых надо осуществлять в патронах с базированием по торцу и отверстию.

Тип III (рис. 3.59, в) – конические ведущие колеса-валы, обработку которых надо осуществлять с базированием по центрам, а нарезание зуба по шлифованным шейкам  $A_1$  и  $B_1$ .

Конические колеса могут быть с прямым или криволинейным зубом; колеса типа I делают со шлицами, со шпонкой, с гладким отверстием, колеса типа II с гладким шлифованным отверстием. По размерам большое разнообразие колес может быть сведено к следующим размерным группам (табл. 3.47).

Таблица 3.47

Размерные группы колес

Параметры	Номер группы				
	I	II	III	IV	V
Диаметры колес типов I и II в мм	До 60	61-200	201-300	301-500	Св. 500
Длина колес с валом для колес типа III мм.	150-300	301-500	Св. 500	—	—

**1.1.** Технические условия на изготовления конических колес, материал и заготовки.

Конические колеса изготавливают по ГОСТу 1758-89.

Так же, как и для цилиндрических колес, этим ГОСТом установлено двенадцать степеней точности. Для степеней 1, 2, 3 допуски не предусмотрены. Соответствие степеней точности классам точности видно из следующего:

5-й класс точности соответствует 6-й степени точности колес; 6-й класс точности соответствует примерно 7-й степени точности; 7-й класс точности соответствует примерно 8-й степени точности; 8-й класс точности соответствует 9-й степени точности.

Для станков рекомендуют производить выбор степеней точности колес, применяемых в кинематических цепях, в зависимости от служебного назначения:

Назначение зубчатых колес	Рекомендуемая точность, степень
Зубчатые колес делительных цепей прецизионных станков и шпиндельных пар станков повышенной точности	6-я
Зубчатые колеса, входящие в кинематическую цепь механизмов главного движения, коробок подач и станков нормальной точности	7-я
Зубчатые колеса, входящие в звенья цепей не ответственных механизмов	8-я

Для колес в силовых цепях, где нет жестких ограничений по кинематической погрешности, степени точности выбирают в зависимости от окружной скорости (табл. 3.48).

Таблица 3.48

Выбор степеней точности силовых конических колес

Окружная скорость колес (м/сек)		Степень точности при нагрузках	
С прямым зубом	С косым зубом и криволинейными зубьями	Нагрузки малые	Нагрузки большие
До 1,6	До 4	9	8
1,6 – 4	4 – 10	8	7
4 – 10	10 – 25	7	6

Каждой степени точности колес и передач соответствуют нормы кинематической точности, нормы плавности работы и нормы контакта зубьев колес. Допускается комбинирование норм различных степеней точности в определенных пределах: нормы плавности не могут быть более чем на 2 степени точнее или на одну степень грубее, чем нормы кинематической точности, а нормы контакта зубьев не могут быть менее точными, чем нормы плавности.

Имеется 6 видов сопряжения колес в передаче. Они обозначаются буквами А, В, С, D, Е, Н в порядке убывания гарантированного бокового зазора  $j_{n_{min}}$  и выбираются так:

Вид сопряжения	А	В	С	D	Е	Н
Степень точности	4÷12	4÷11	4÷9	4÷8	4÷7	4÷7

Нормы контакта зубьев в передаче, а это относительные размеры суммарного пятна контакта по длине и высоте зуба, приведены в табл. 3.49.

Таблица 3.49

Относительные размеры суммарного пятна контакта зубьев

Относительный размер	Степень точности			
	4-5	6-7	8-9	10-12
По длине зуба, %	70	60	50	40
По средней глубине захода, %	75	65	55	45

Допуск на размеры пятна контакта  $\pm 10\%$  для колес 4 – 7 степени точности и  $\pm 15\%$  для колес 8 – 12 степени.



Коническая зубчатая передача, имеющая 8 степень точности по кинематической точности, 7-ю – по нормам плавности, 6-ю – по нормам контакта зубьев и вид сопряжения *C* обозначается: 8 – 7 – 6 – *C* (ГОСТ 1758-89).

С повышением точности колес требования к обработке базовых отверстий и опорных шеек возрастают (табл. 3.50).

Таблица 3.50

Точность базовых отверстий и опорных шеек конических колес

Номинальный диаметр базовых поверхностей, мм	Степень точности венца		
	5 – 6	7 – 8	9 – 12
25 – 100	0,005	0,015	0,025
100 – 250	0,0075	0,025	0,05
250 – 500	0,0075	0,025	0,075
Св. 500	0,01	0,05	0,1

Для обеспечения перпендикулярности торца относительно оси торца колеса типа II обычно шлифуют вместе с отверстием до нарезания зуба, так как торец и отверстие являются технологическими базами.

Материалом для конических колес служат закалывающиеся углеродистая сталь 45, хромистая сталь 40X и хромоникелевая или цементируемые стали марок 15-20, хромистая сталь 20X.

## 1.2. Общие рекомендации по разработке ТТП

При изготовлении конических колес общие рекомендации по разработке ТТП аналогичны тем, которые были приведены ранее для прямозубых и косозубых колес, как по этапам изготовления колес, так и по основным операциям. Однако есть некоторые особенности. Поскольку конические колеса 8 – 9 степени точности встречаются в машинах чаще других, то эти особенности имеют отношения к более точным колесам.

1. Для колес 5 и более точных степеней точности сопряжения обеспечивается методом пригонки – введением в ТТП притирочных операций; на этапе чистовой обработки введением калибровки шлифованного отверстия; после термообработки вводят операцию тонкого шлифования базовых поверхностей, а зубья шлифуют начисто и тонко на разных операциях.

2. Для повышения производительности зубоформирующих операций вводят: накатывание канавок на венце колеса на этапе получения заготовки, фрезерование дисковыми и пальцевыми модульными фрезами впадин перед зубостроганием.

3. Отделку колес после зубонарезания производят на операциях обкатки (нагартровка зуба под нагрузкой), термообработки (закалка) и притирки (до начала операции подбирается пара колес по величине пятна и шуму передачи). Типовые процессы изготовления насадных конических колес приведены в табл. 3.51 и табл. 3.52, а чертежи – на рис. 3.60 и рис. 3.61, и они служат основой для разработки рабочих ТТП.

ТТП для конических валов-шестерней рассмотрены выше в соответствующем ТТП.

## **2. Порядок выполнения работы**

**2.1.** Каждый студент получает у преподавателя задание на выполнение работы (рис. 3.60, рис. 3.61).

### **2.2. Правила разработки рабочего ТТП:**

2.2.1. Классифицировать деталь по типу колеса I или II, наличию или отсутствию термообработки и точности венца.

2.2.2. Найти в табл. 3.51, табл. 3.52 прототип и сопоставить конструкцию колеса – задания и прототип (рис. 3.60, рис. 3.61) и установить наличие совпадающих поверхностей, «излишние» или «недостающие» поверхности.

## **3. Вопрос для самоконтроля:**

**3.1. Какие зубчатые силовые конические колеса чаще всего используются по точности**

- 1 – 2;
- 3 – 5;
- 6 – 7;
- 8 – 10;
- другие.

**3.2. На сколько децибел изменяет шум в передаче операция притирочная**

- 2;
- 5;
- 10;
- 20;
- она не изменяет шум, а снижает шероховатость поверхности  $R_a$ .

Таблица 3.51

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления конического  
зубчатого колеса с ТО (тип I;  $\varnothing 60 - 300$  мм)

№ пп	Наим. опер.	Состав переходов	Оборудование, оснастка	Инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная-штамповочная	Установить заготовку в печь нагрева 1. Нагреть заготовку до $\theta=1100^{\circ}\text{C}$ 2. Штамповать заготовку в штампе 3. Удалить грат	Печь, Машина, Штамп	_____	Штангенциркуль
20	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец А предварительно в размер [ ] 2. Расточить отверстие предварительно в размер [ ]	Токарный полуавтомат [ ], Патрон самоцентр. [ ]	Резцы Т30К4	Штангенциркуль
30	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец В предварительно в размер [ ] 2. Расточить отверстие получисто в размер [ ]	Токарный полуавтомат [ ], Патрон самоцентр. [ ]	Резцы Т30К4	Калибры – пробки и скобы
40	Термообработка (нормализация)	Уложить заготовку на поддон Установить поддон в печь закалочную	Печь закалочная [ ]	_____	Штангенциркуль
50	Плоскошлифовальная	А Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Шлифовать торец А в размер [ ] Б Переустановить заготовку на другой торец 2. Шлифовать торец В в размер [ ]	Плоскошлифовальный станок [ ], Магнитная плита	Круг ПП 400x40x203 14А40НС1-СМ17К5	Спец. калибр
60	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. расточить отверстие окончательно в р-р [ ]	Токарно-револьверный станок [ ], Спец. пат.	Резцы Т30К4	Калибр-пробка
70	Вертикально-протяжная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Протянуть пазы в р-р [ ]	Вертикально-протяжной станок [ ], Спец. присп.	Протяжка Р6М5	Спец. калибр

1	2	3	4	5	6
80	Горизонтально-фрезерная (зубофрезерная)	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Фрезеровать впадины ( $z = [ ]$ ) начерно в размер $[ ]$ методом последовательного деления	Горизонт.-фрезерный станок $[ ]$ , Делит. головка $[ ]$ , Спец. оправка $[ ]$	Фреза P6M5	Калибр-пробка
90	Зубострогальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Строгать зубья ( $z = [ ]$ ) начисто методом обкатки	Зуоостр. станок $[ ]$ , Спец. оправка $[ ]$	Резец P6M5	Спец. калибр
100	Обкаточная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Обкатать зубья ( $z = [ ]$ ) начисто	Обкаточный станок $[ ]$ , Спец. приспособ. $[ ]$	Спец. колесо ШХ15	_____
110	Термообработка (закалка)	Уложить деталь на поддон Установить поддон в печь закалочную	Печь закалочная $[ ]$	_____	Штангенциркуль
120	Контрольная	Подобрать пару колес и маркировать их. Проверить пару колес на шум	Спец. стенд $[ ]$ , Шумомер $[ ]$	_____	Шумомер
130	Притирочная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Притереть пару колес окончательно	Притирочный станок $[ ]$	Спец. оправка $[ ]$	Паста притирочная
140	Торцеукруглошлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлифовать отв. $[ ]$ в размер $[ ]$ окончательно 2. Шлифовать торец А в размер $[ ]$ окончательно	Торцешлифов. станок $[ ]$ , Спец. патрон $[ ]$	Круг 14A40НСМ1-СМ27к5	Спец. приспособ.
180	Моечная	Уложить деталь в тару (снять) Тару уложить в моечную машину	Моечная машина $[ ]$	_____	_____
190	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контрольная $[ ]$	_____	_____

Таблица 3.52

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления конического  
зубчатого колеса с ТО (тип II; Ø200-500 мм)

№ пп	Наим. Опер.	Состав переходов	Оборудование, оснастка	Инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
10	Заготовительная - штамповочная	Установить заготовку в печь нагрева 1. Нагреть заготовку до $\theta=1100^{\circ}\text{C}$ 2. Штамповать заготовку в штампе 3. Удалить грат	Печь, Машина, Штамп	_____	Штангенциркуль
20	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец А предварительно в размер [ ] 2. Расточить отверстие предварительно в размер [ ]	Токарный полуавтомат [ ], Патрон самоцентр. [ ]	Резцы Т30К4	Штангенциркуль
30	Токарная полуавтоматная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец В предварительно в размер [ ] 2. Расточить отверстие получисто в размер [ ]	Токарный полуавтомат [ ], Патрон самоцентр. [ ]	Резцы Т30К4	Калибры – пробки и скобы
40	Термообработка (нормализация)	Уложить заготовку на поддон Установить поддон в печь закалочную	Печь закалочная [ ]	_____	Штангенциркуль
50	Вертикально-сверлильная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Сверлить отв. Ø[ ] в размер [ ] 2. Зенковать фаски 1X45° отв. [ ] 3. Развернуть отв. Ø__ в размер [ ] Н10	Верт.-сверлильный станок [ ], Поворотный кондуктор [ ]	Сверло, Развертка, Зенковка Р6М5	Калибр-пробка
60	Слесарная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Снять заусенцы по контуру и в отверстиях	Слес. верстак [ ], Тиски [ ]	Набор напильников	_____
70	Вертикально-протяжная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Протянуть пазы в р-р [ ]	Вертикально-протяжной станок [ ], Спец. присп.	Протяжка Р6М5	Спец. калибр

1	2	3	4	5	6
80	Слесарная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Зачистить фаски на торцах пазов	Слес. верстак [____], Спец. присп. [____]	Набор напильников	_____
90	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить наружный контур венца оконч. в размер	Токарный полуавтомат, Спец. оправка	Резцы Т30К4	Калибрскоба
100	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать зубья ( $z=[\text{_____}]$ ) в размер	Зубофрез. станок [____], Спец. оправка [____]	Фреза Р6М5	Штангензубомер
110	Зубозакругляющая	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Закруглить зубья ( $z=[\text{_____}]$ ) в р-р оконч.	Зубозакругляющий станок [____], Спец. оправка [____]	Фреза Р6М5	_____
120	Слесарная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Снять заусенцы на зубьях	Слес. верстак [____], Спец. присп. [____]	Набор надфилей	_____
130	Термообработка (цементация, закалка, отпуск)	Уложить деталь в тару, предварительно изолировать поверхности без ТО, тару поместить в камеру цементации 1. Насытить поверхность зубьев углеродом 2. Очистить деталь от карбюризатора 3. Закалить поверхность зубьев 4. Произвести отпуск	Камера [____], Автомат ТВЧ [____], Печь закалочная [____],	_____	Твердомер
130*	Термообработка (при объемной закалке)	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Закалить зубья ( $z$ ) на автомате ТВЧ	Автомат ТВЧ [____], Спец. оправка [____]	_____	_____
140	Внутриторцешлифовальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Шлиф. одновременно отв. D в р-р [____] оконч. 2. Шлифовать торец А в размер [____] оконч.	Внутриторцешлифов. станок [____], Спец. патрон [____]	Круги 14А40Н С1-С2 7К5	Спец. присп.
150	Зубохонинговальная	Установить, закрепить (снять) деталь 1. Хонинговать зубья ( $z=[\text{_____}]$ ) оконч.	Зубохонинговальный станок [____], Спец. оправка [____]	Спец. хон	_____
160	Моечная	Уложить деталь в тару (снять) Тару уложить в моечную машину	Моечная машина [____]	_____	_____

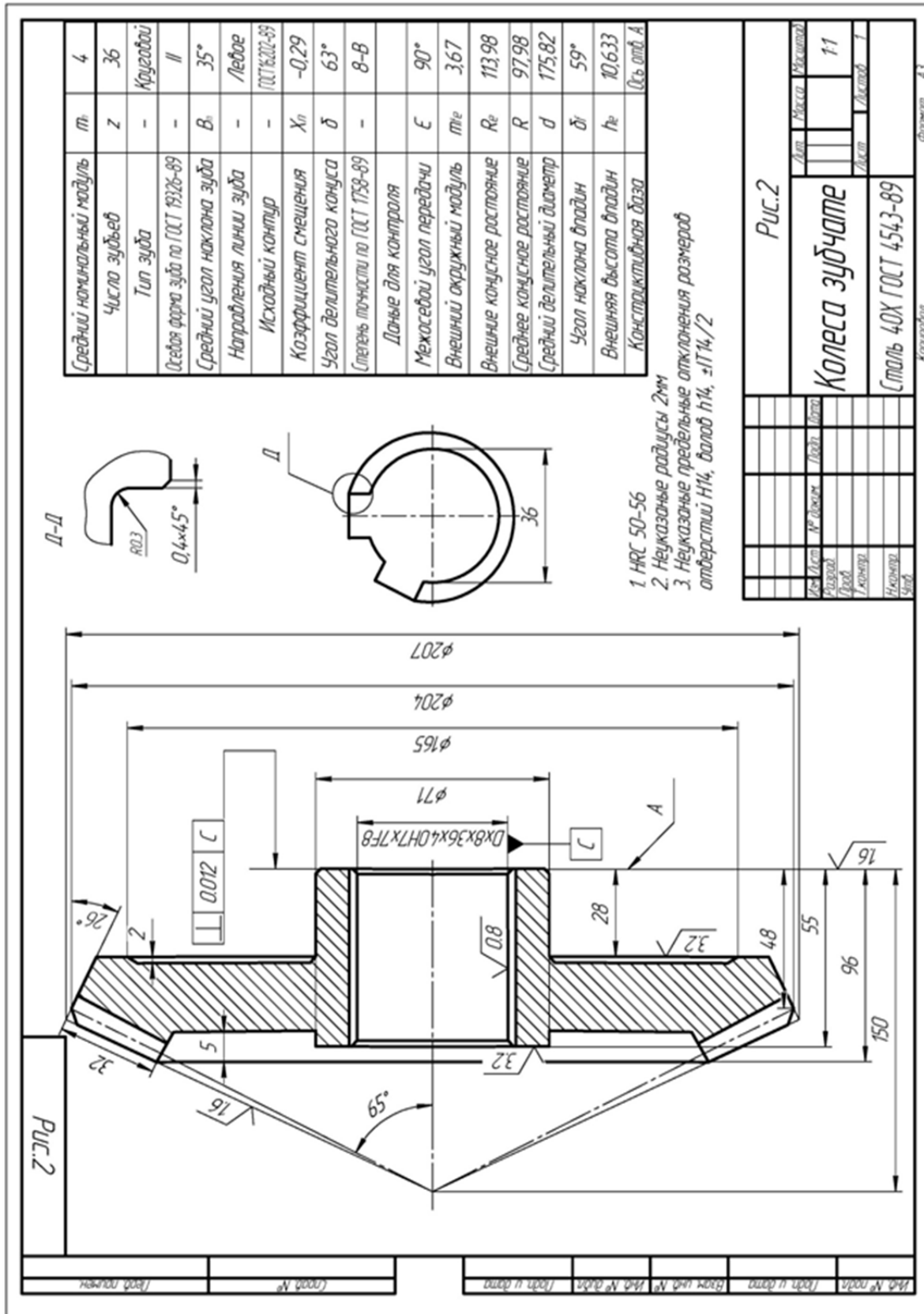


Рис. 3.60. Чертеж колеса зубчатого

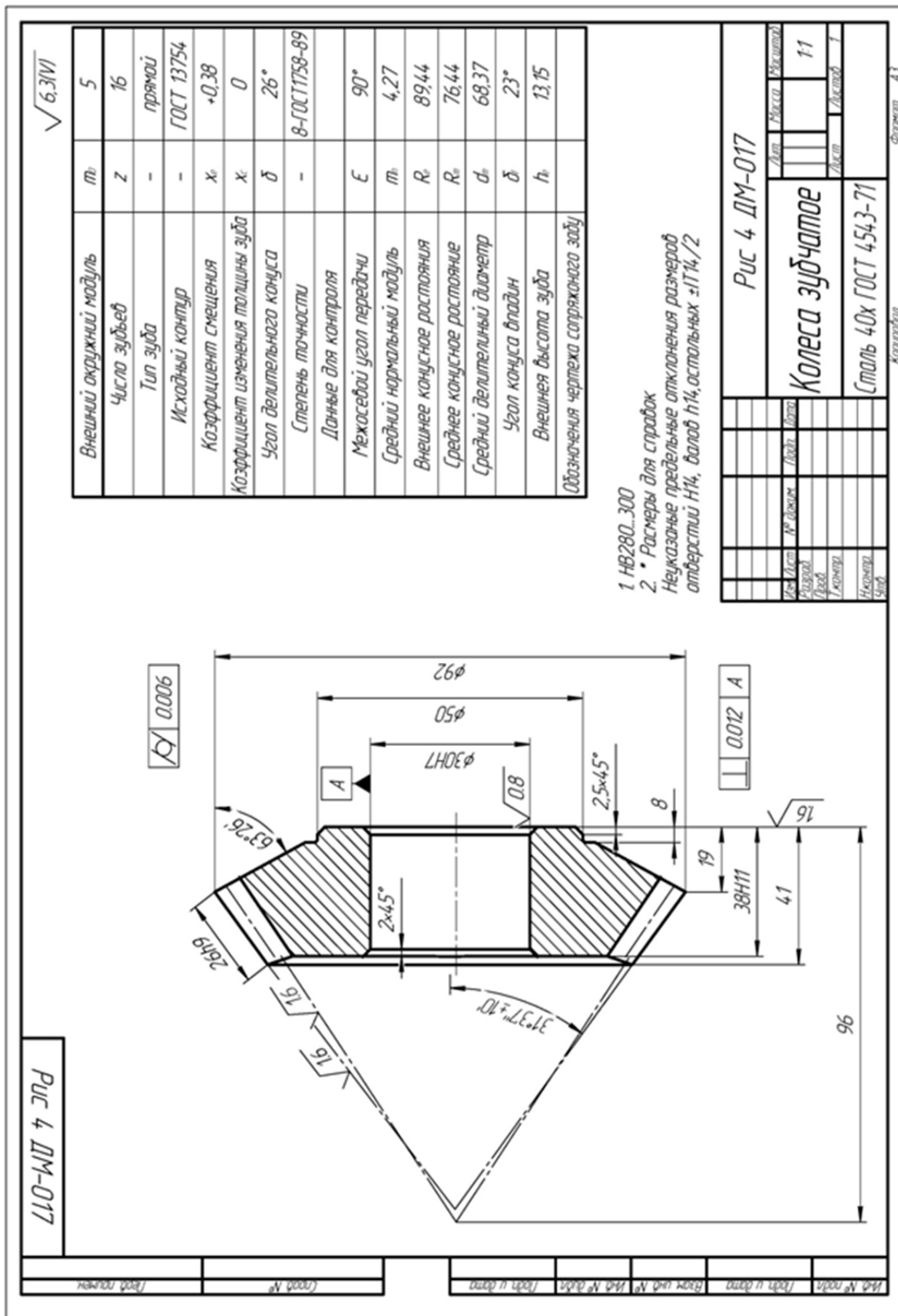


Рис. 3.61. Чертеж колеса зубчатого



### 3.7. Разработка ТТП изготовление червячных зубчатых колес насадных

**Цель работы** – научить студента разрабатывать типовой технологический процесс механической обработки червячных колес различных конструкций;

– научить оформлять документацию ТТП.

#### 1. Общие сведения

Червячные передачи делятся на кинематические (КЧП) и силовые (СЧП). КЧП используют в различных механизмах, например, делительных цепях зуборезных и других станков для достижения высокой точности относительно поворота. СЧП применяются в разных редукторах, коробках скоростей и механизмах для передачи крутящего момента при большом передаточном отношении.

По ГОСТ 3675-89 предусмотрено 12 степеней точности червячных передач, нормированы 3 – 9 степени: КЧП обычно соответствуют 3 – 6-ой, а СЧП – 5 – 9-ой степени точности.

Для СЧП выбор степени точности производится в зависимости от окружной скорости червяка  $V_r$ :  $V_r = 3 – 7,5$  м/с – 7 степень;  $V_r = 1,5 – 3$  м/с – 8 степень;  $V_r < 1,5$  м/с – 9 степень.

Каждой степени точности соответствуют нормы кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев и витков.

По ГОСТ установлено 6 видов сопряжения червяка с колесом (А, В, С, D, E, H), которые связаны с нормами плавности работы в соответствующей степени точности: А, В – 5 – 12 степень; С – 3 – 9 степень; D – 3 – 8 степень; E, H – 2 – 6 степень.

Установлено 8 видов допуска на боковой зазор  $T_{jn}$  (x, y, z, a, b, c, d, h) в порядке убывания, например, для сопряжения H –  $T_{jn} = 0$ , а для А – большей величины.

Червячная передача по всем нормам может обозначаться следующим образом: 8 – 7 – 6 В а ГОСТ 3675-89, а это означает: 8 – степень по норме кинематической точности; 7 – степень по норме класса точности; 6 – степень по норме контакта зубьев; В – вид сопряжения; а – вид допуска на боковой зазор.

В машинах применяются цилиндрические и глобоидные червячные передачи (рис. 3.62).

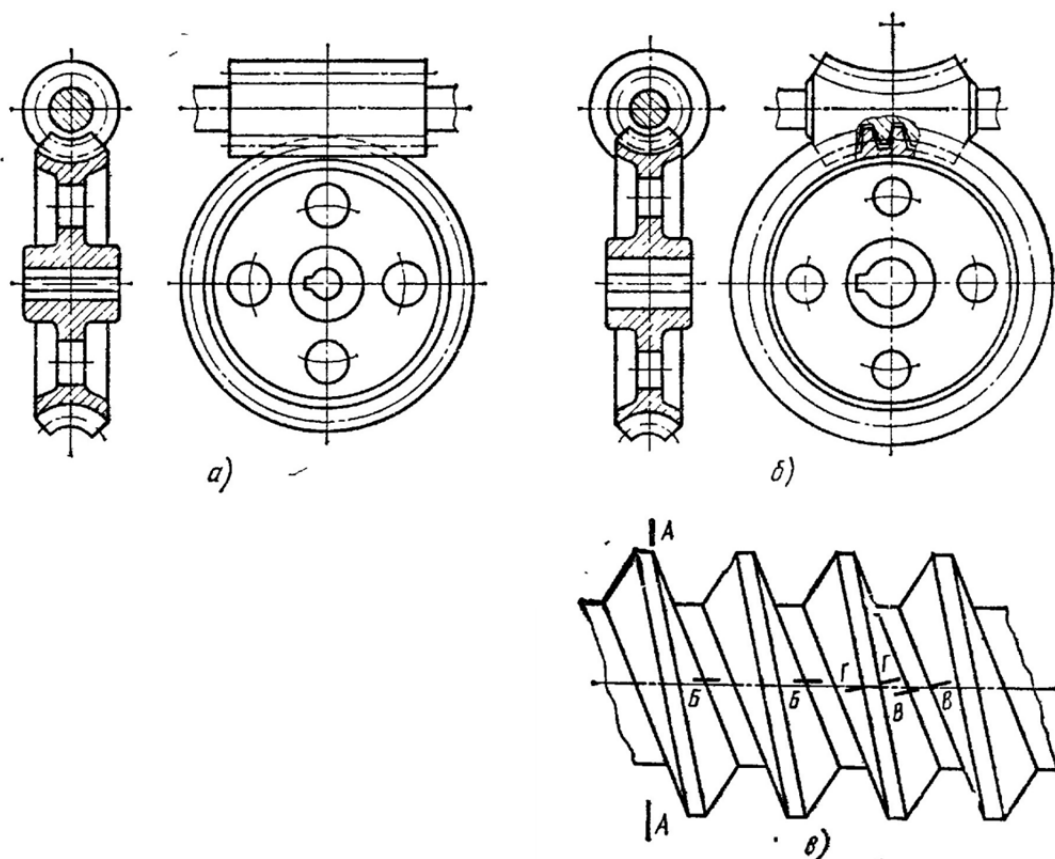


Рис. 3.62. Конструкция червячных колес

В цилиндрических передачах червяк в осевом сечении представляет собой рейку с прямолинейными или криволинейными боковыми сторонами. Глобоидные передачи имеют червяк, осевое сечение которого – круговая рейка с прямолинейными боковыми сторонами.

Для уменьшения трения и износа и предотвращения заедания червячной пары материал колеса должен обладать хорошими антифрикционными свойствами и поэтому в ответственных передачах со скоростями скольжения  $V_c > 5$  м/с применяют бронзы БрОБ10-1; БрОНФ, а в малоскоростных передачах БрОЦС; БрАЖ9-4. Если к передаче не предъявляются высокие требования ( $V_c < 2$  м/с), колеса изготавливаются из чугуна СЧ15 и СЧ21.

Составные червячные колеса изготавливают такими: венец – из бронзы, а ступицы из чугуна или стали.

Порядок проектирования ТТП цельного червячного колеса аналогичен тому, что был принят при изготовлении прямозубых или косозубых колес. Это касается и этапов, и отдельных операций. В табл. 3.53 он приведен для червячного силового колеса 7 – 7 – 7 Ва (рис. 3.63).

В табл. 3.54 приведен ТТП для изготовления делительного колеса 4 – 4 – 4 – Ев (рис. 3.64).

Для составных колес (рис. 3.65) ТТП состоит из 3-х частей: ТТП на ступицу (табл. 3.55), венец до нарезания зубьев (табл. 3.56) и колесо в сборе (табл. 3.57).

Некоторые особенности разработки ТТП именно червячных колес приведены ниже.

1. Заготовками колес чаще всего являются отливки. Для цельных колес – это отливки под давлением, кокильное литье, точное литье. Для составных колес предварительно отлитую ступицу механически обрабатывают по 9 – 10 качеству, устанавливают в литейную форму и центробежным способом отливают венец (тяжелонагруженные СЧП). Для нормальнонагруженных СЧП ступица и венец отливаются отдельно, механически обрабатываются по 9 – 10 качеству, а после сборки – запрессовки выполняют чистовой и отделочный этапы.

2. Эксплуатационные качества червячной передачи зависят не от формы винтовой поверхности, а от точности изготовления и сборки передачи.

Соблюдение принципа единства баз – основа достижения высокой точности колес, что особенно важно для КЧП.

Биение венца колеса зависит от смещения оси базового отверстия и отклонения от перпендикулярности к привалочной плоскости. Базы обрабатываются с допуском 5 – 10 мкм и  $R_a$  0,63 мкм по отверстию и 10 мкм и  $R_a$  1,25 мкм по плоскости.

3. Точность зубонарезания зависит от колебания припуска и твердости по делительной окружности. Если твердость колеблется в пределах  $\pm 8$  НВ, (это достигается ее измерением по ходу процесса), то вводится операция «Искусственное старение» перед чистовыми операциями.

Уменьшить колебания припуска возможно путем выполнения чистовой и отделочных операций формирования зубьев с одной установки.

4. Метод обката с радиальной подачей обеспечивает высокую производительность при формировании зуба. На чистовых операциях реализуют метод с тангенциальной подачей конусно-цилиндрической фрезой, обеспечивающей максимальную точность.

5. Высокая точность сопряжения профилей колеса и червяка обеспечивается путем шлифования червяка и червячного шевера для финишной обработки колеса на одном и том же шлифовальном станке при одинаковой статической настройке и при условии, что все основные расчетные параметры у шевера будут такими же, как у соответствующего ему червяка.

## **2. Порядок выполнения работы**

**2.1.** Каждый студент получает у преподавателя задание на выполнение работы (рис. 3.63 – рис. 3.65).

**2.2.** Правила разработки рабочего ТТП таковы:

2.2.1. Классифицировать деталь по конструкции (цельное или составное колесо) и точности.

2.2.2. Найти прототип и по табл. 3.53 – табл. 3.57 рассмотреть ТТП.

Сопоставить деталь – задание и прототип (рис. 3.63 – рис. 3.65) и найти поверхности совпадающие, «лишние» и «недостающие».

2.2.3. Пользуясь таблицами «Экономичная точность и шероховатость типовых поверхностей», для «недостающих» поверхностей найти рекомендации по их обработке.

2.2.4. Использовать из ТТП прототипа переходы и операции на «имеющиеся» поверхности и вставить переходы или операции на «недостающие». Нумерацию операций изменять не нужно, а следует вводимым присваивать цифры 11 – 19, 21, 29 и т.д.

2.2.5. Проанализировать новую редакцию ТТП и решить задачу унификации переходов и операций так, чтобы, по возможности, не вводить новые методы обработки или типы станков. Была, например, обработка на ТРС, вводим не ТВС или ТА, а операцию ТРС и т.д.

2.2.6. Записать ТТП после принятия тех изменений, которые производили при проектировке.

## **3. Отчет**

### **4. Вопрос для самоконтроля:**

#### **4.1. Какая степень точности в среднем соответствует СЧП**

- 2;
- 4;
- 6;
- 8;
- 12.

#### **4.2. Зачем венец колеса изготавливают из бронзы**

- нечего им делать;
- хорошая обрабатываемость;
- низкая твердость;
- хорошие антифрикционные свойства;
- хорошо и давно знакомые свойства материала с древности.

Таблица 3.53

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления червяного  
зубчатого колеса ( $l/d < 1$ ) насадного

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Инструмент	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Литейная	Отлить заготовку. Отрубить литник, место разделения зачистить	Литейная машина АЛ9, Пресс [____], Штамп	Набор напильников 9ХС	Линейка
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [____] 2. Расточить отв. [ ] в р-р [____] 3. Точить пов. [ ] в р-р [____] 4. Точить пов. [ ] в р-р [____] 5. точить бурт [____] в р-р [____] 6. Точить фаски [____] и канавку [____] 7. Точить пов. [____] получисто в р-р [____]	Токарно-револьв. станок [____] $N = 7,8 \text{ KW}$ , Патрон трехкулачковый [____]	Резцы Т15К6;Т15К10	Калибры – скобы и пробки
30	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить пов. [____] окончательно в р-р [____] 2. Точить бурт [____] окончательно в р-р [____] Б. Переустановить деталь 1. Точить торец [____] в р-р [____] 2. Точить фаски [____]	Токарно-револьв. Станок [____], Патрон трехкулачковый [____]	Резцы Т15К6;Т15К10	Калибры – скобы и пробки
40	Контрольная	Контроль твердости по наружному диаметру венца в 5-7 местах	Стенд контрольный	_____	Твердомер
50	Горизонтально-протяжная	Установить деталь на планшайбу 1. Протянуть одновременно отв. $\varnothing$ [____] и шпоночный паз [____] окончательно	Горизонтально протяжной станок [____]	Комб. протяжка Р6М5	Калибр-пробка

1	2	3	4	5	6
60	Токарная с ЧПУ	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить контур R16 окончательно 2. Точить торец Б и С окончательно в р-р [_____]	Станок 16К20ПМФ3-1, Спец. оправка [_____]	Резцы Т30К4	_____
70	Вертикально-сверлильная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Сверлить отв. Ø [_____] 2. Зенковать фаску 1X45° 3. Развернуть отв. Ø [_____] Б. Повернуть деталь на 180° 4. Сверлить отв. Ø [_____] 5. Зенковать фаску 1X45° 6. Развернуть отв. Ø [_____]	Вертикально – сверлильный станок [_____], Спец. поворот. приспособ. [_____]	Сверло Р6М5, Зенковка Р6М5, Развертка Р6М5	Калибр-пробка
80	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать [_____] зубьев окончательно	Зубофрезерный станок [_____], Спец. оправка [_____]	Червячная фреза Т30К4	Зубомер
90	Слесарная	Маркировать К и закрепить бирку	Слес. верстак [_____]	_____	_____
100	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контроля [_____]	_____	_____

Таблица 3.54

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления  
делительного червячного колеса насадного

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Инструмент	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Литейная	Отлить заготовку. Отрубить литник, место разделения зачистить	Литейная машина АЛ9, Пресс [_____], Штамп	Набор напильников 9ХС	Линейка

1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [ ] 2. Расточить отв. [ ] в р-р [ ] 3. Точить пов. [ ] в р-р [ ] 4. Точить пов. [ ] в р-р [ ] 5. точить бурт [ ] в р-р [ ] 6. Точить фаски [ ] и канавку [ ] 7. Точить пов. [ ] получисто в р-р [ ]	Токарно-револьв. станок [ ], N = 7,8 KW, Патрон трехкулачковый [ ]	Резцы T15K6; T15K10	Калибры – скобы и пробки
30	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить пов. [ ] окончательно в р-р [ ] 2. Точить бурт [ ] окончательно в р-р [ ] Б. Переустановить деталь 1. Точить торец [ ] в р-р [ ] 2. Точить фаски [ ]	Токарно-револьв. Станок [ ], Патрон трехкулачковый [ ]	Резцы T15K6; T15K10	Калибры – скобы и пробки
40	Контрольная	Контроль твердости по наружному диаметру венца в 5-7 местах	Стенд контрольный	_____	Твердомер
50	Токарная с ЧПУ	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить контур R16 окончательно 2. Точить торец Б и С окончательно в р-р [ ]	Станок 16K20ПМФ3-1, Спец. оправка [ ]	Резцы Т30К4	_____
60	Вертикально-сверлильная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Сверлить отв. Ø [ ] 2. Зенковать фаску 1X45° 3. Развернуть отв. Ø [ ] Б. Повернуть деталь на 180° 4. Сверлить отв. Ø [ ] 5. Зенковать фаску 1X45° 6. Развернуть отв. Ø [ ]	Вертикально – сверлильный станок [ ], Спец. поворот. приспособ. [ ]	Сверло Р6М5, Зенковка Р6М5, Развертка Р6М5	Калибр-пробка
70	Термообработка (старение)	Уложить заготовку на поддон Установить поддон в печь	Печь закалочная [ ]	_____	Твердомер

1	2	3	4	5	6
80	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [ ] начисто в р-р [ ] 2. Расточить отв. [ ] начисто в р-р [ ] 3. Точить пов. [ ] начисто в р-р [ ]	Токарно-револьвер. станок [ ], Спец. патрон [ ]	Резцы Т30К10	Калибры – скобы и пробки
90	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец А начисто в р-р [ ] 2. Расточить отв. С Ø [ ] начисто в р-р [ ]	Токарно-револьвер. станок [ ], Спец. патрон [ ]	Резцы Т30К10	Калибры – скобы и пробки
100	Зубофрезерная	Установить на планшайбу, выверить, закрепить (снять) деталь 1. Фрезеровать R [ ] начисто в р-р [ ] 2. Фрезеровать [ ] зубьев начисто	Зубофрезерный станок [ ], Планшайба [ ]	Фреза червячная Т30К4	Зубомер
110	Зубошевинговальная	Установка сохраняется с оп. 110 1. Шевинговать [ ] зубьев окончательно	Зубофрезерный станок [ ], Планшайба [ ]	Шевер червячный Т30К4	Спец. прибор
120	Слесарная	Зачистить заусенцы на зубьях	Слес. верстак [ ]	Набор напильников	_____
130	Контрольная	100% контроль колес по всем параметрам	Стенд контроля [ ]	_____	_____

Таблица 3.54

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления ступицы червячного колеса ( $D < 60$  мм)

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Инструмент	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Литейная	Отлить заготовку. Отрубить литник, место разделения зачистить	Литейная машина АЛ9	Штамп, Набор напильников 9ХС	Линейка



1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [_____] 2. Расточить отв. [_____] в р-р [_____] 3. Точить пов. [_____] в р-р [_____] предварительно 4. Точить пов. [_____] в р-р [_____] предварительно 5. Точить бурт [_____] в р-р [_____] 6. Точить отв. [_____] в р-р [_____] 7. Точить фаски [_____]	Токарно-револьв. станок [_____] $N = 7,8 \text{ KW}$ , Патрон трехкулачковый [_____]	Резцы T15K6;T15K10	Калибры – скобы и пробки
30	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [_____] 2. Точить пов. [_____] в р-р [_____] получисто Б. Переустановить деталь 3. Расточить отв. [_____] в р-р [_____] окончательно 4. Точить бурт [_____] в р-р [_____] окончательно 5. Точить фаску [_____]	Токарно-револьв. станок [_____] $N = 7,8 \text{ KW}$ , Патрон трехкулачковый [_____]	Резцы T15K6;T15K10	Калибры – скобы и пробки
40	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контроля [_____]	_____	_____

Таблица 3.55

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления ступицы червячного колеса ( $D > 60 \text{ мм}$ )

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Инструмент	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Литейная	Отлить заготовку. Отрубить литник, место разделения зачистить	Литейная машина АЛ9	Штамп. Набор напильников	Линейка

1	2	3	4	5	6
20	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Подрезать торец [ ] 2. Расточить отв. [ ] предварительно в р-р [ ] 3. Точить пов. [ ] в р-р [ ] получисто 4. Точить фаску [ ] Б. Переустановить деталь 5. Подрезать торец [ ] 6. Точить пов. [ ] в р-р [ ] предварительно	Токарно-револьв. станок [ ], N = 7,8 KW, Патрон трехкулачковый [ ]	Резцы T15K6;T15K10	Калибры – скобы и пробки
30	Токарно-револьверная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить отв. [ ] в р-р [ ] получисто 2. Точить торец. [ ] оконч. 3. Точить фаску [ ]	Токарно-револьв. Станок [ ], N = 7,8 KW, Патрон трехкулачковый [ ]	Резцы T15K6;T15K10	Калибры – скобы и пробки
40	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контроля [ ]	_____	_____

Таблица 3.56

Типовой технологический процесс (ТТП) изготовления колеса червячного составного (сборного)

№ пп	Наим. опер.	Содержание операции	Оборудование, приспособления	Инструмент	Контроль
1	2	3	4	5	6
10	Сборочная	Установить ступицу колеса на пресс Запрессовать венец на ступицу	Пресс гидравлический [ ]	_____	_____
20	Токарно-револьверная	А. Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить торец А в р-р [ ] получисто 2. Точить R40 предв. 3. Точить торец в р-р [ ] получисто Б. Переустановить деталь 4. Расточить отв. Ø [ ] в р-р [ ] получисто 5. Расточить отв. Ø [ ] в р-р [ ] оконч. 6. Точить фаску 1X45°	Токарно-револьв. станок [ ], Патрон трехкулачковый [ ]	Резцы T15K6	Калибры – пробки и скобы

1	2	3	4	5	6
30	Горизонтально-протяжная	Установить деталь на планшайбу 1. Протянуть шпоночный паз	Горизонтально протяжной станок [_____]	Шпоночная протяжка Р6М5	Калибр-пробка
40	Токарная с ЧПУ	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Точить контур R40 окончательно 2. Точить торец А окончательно в р-р [_____] 3. Точить торец окончательно в р-р [_____]	Станок 16К20ПМФ3-1, Спец. оправка [_____]	Резцы Т15К10	Калибр-скоба
50	Контрольная	Контроль твердости по наружному диаметру венца в 5-7 местах	Стенд контрольный	_____	Твердомер
60	Зубофрезерная	Установить, закрепить (снять) заготовку 1. Фрезеровать [_____] зубьев окончательно	Зубофрезерный станок [_____], Спец. оправка [_____]	Червячная фреза Т30К4	Зубомер
70	Контрольная	Выборочный контроль (5%)	Стенд контроля [_____]	_____	_____

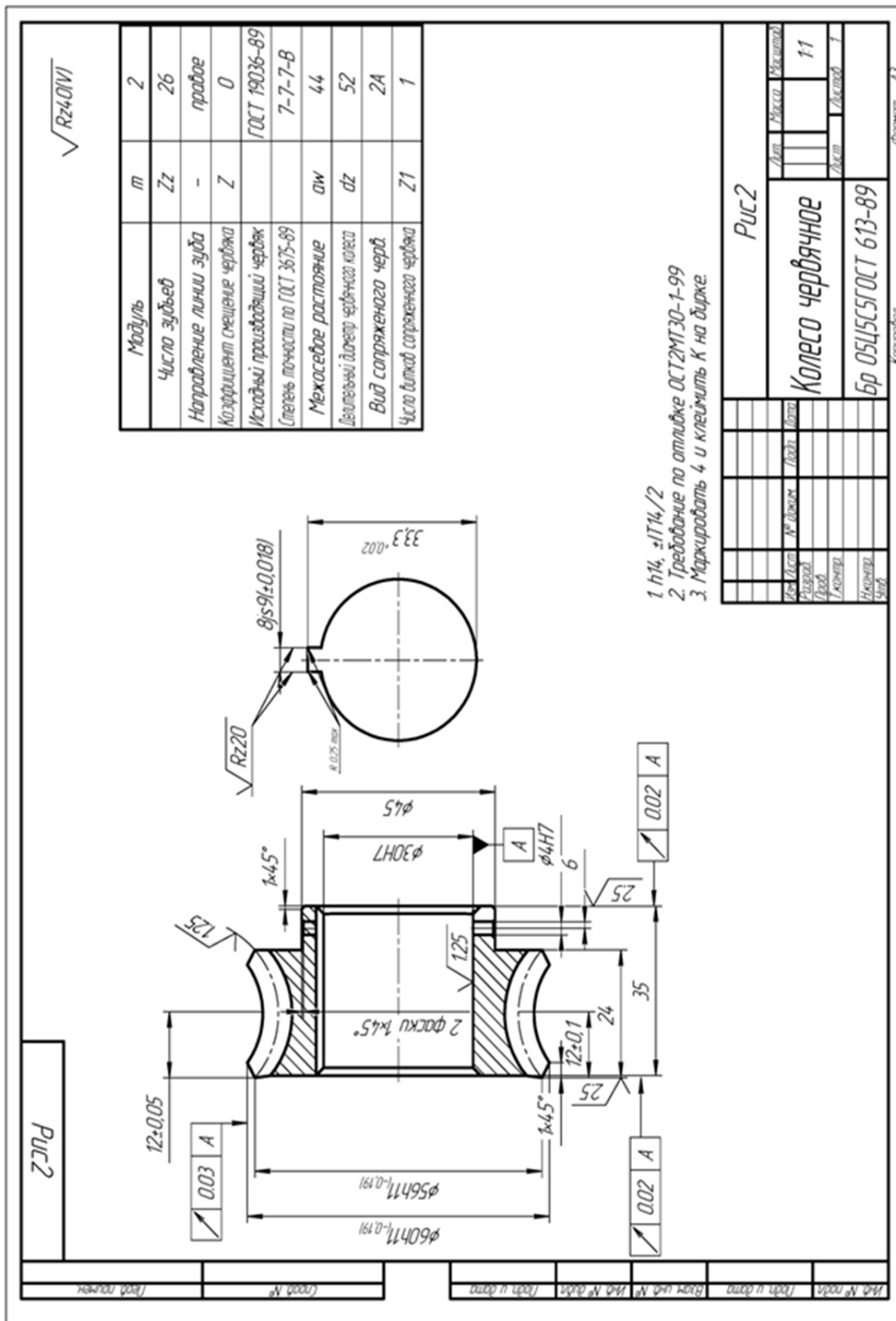


Рис. 3.63. Чертеж колеса червячного

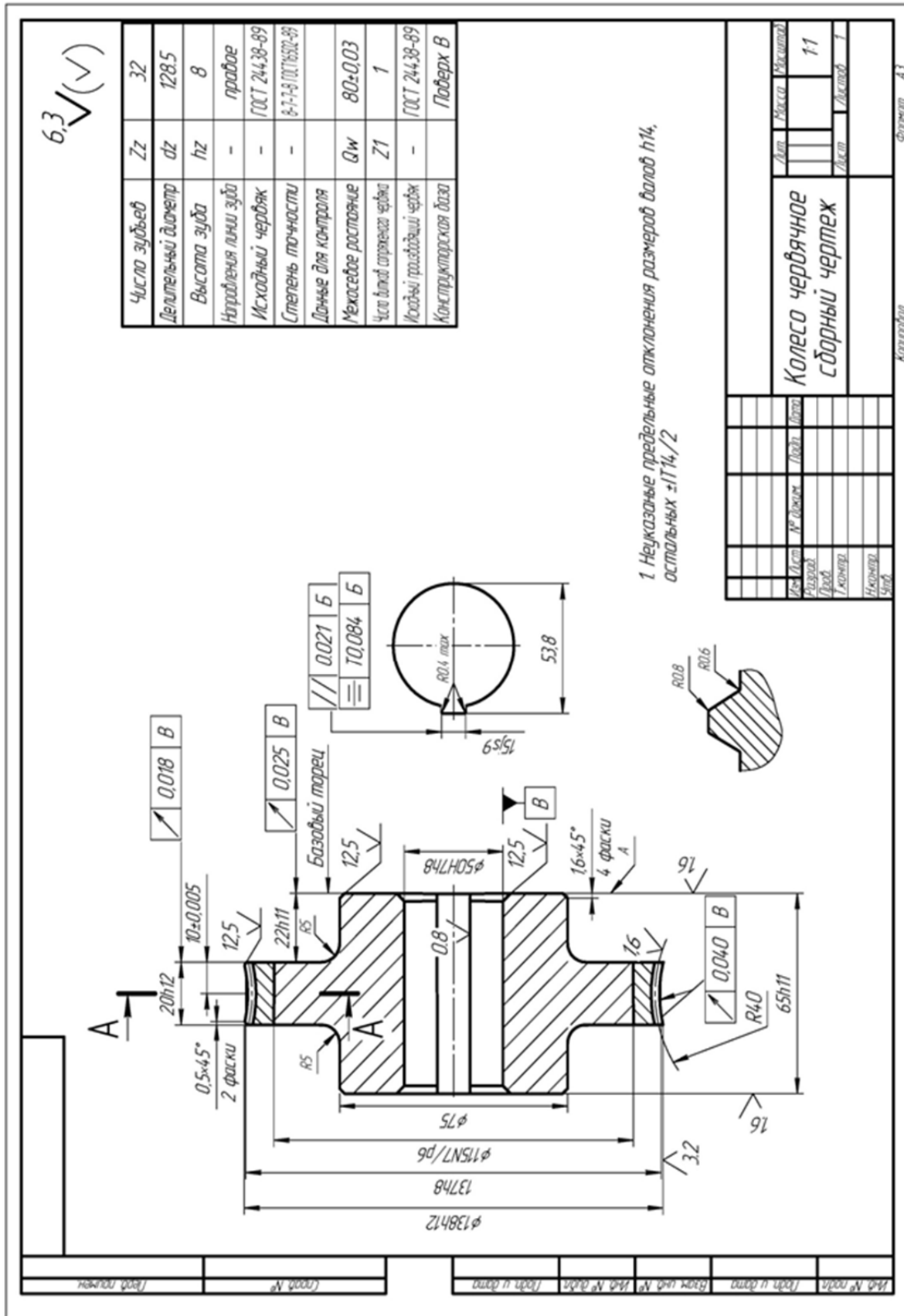


Рис. 3.64. Сборочный чертёж колеса червячного



## ЛИТЕРАТУРА

1. Данилевский В. В. Лабораторные работы по технологии машиностроения: учеб. пособие / В. В. Данилевский. – М.: Высшая школа, 1974. – 240 с.
2. Данилевский В. В. Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения: учеб. пособие / В. В. Данилевский, Ю. И. Гельфгат. – М.: Высшая школа, 1988. – 222 с.
3. Лабораторный практикум по технологии машиностроения: учеб. пособие / Под ред. В. В. Бабука. – Минск: Высшая школа, 1983. – 220 с.
4. Скраган В. А. Лабораторные работы по технологии машиностроения: учеб. пособие / В. А. Скраган, И. С. Амосов, А. А. Смирнов. – Л.: Машиностроение, 1974. – 192 с.
5. Ищуткин В. И. Настройка металлорежущих станков / В. И. Ищуткин. – М.: Машгиз, 1960. – 106 с.
6. Технологія машинобудування: підручник / П. П. Мельничук, І.А. Баровик, П. А. Лінчевський, Ю. В. Кетранов. – Житомир: ЖДТУ, 2006. – 836 с.
7. Збірник задач і вправ з технології машинобудування. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 314 с.
8. Справочник технолога машиностроителя в 2-х томах / Под ред. Д. М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2001. – Том 1. – 944 с.
9. Маталин А. А. Технология машиностроения: учебник / А. А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
10. Маталин А. А. Точность механической обработки и проектирование технологических процессов / А. А. Маталин. – М.: Машиностроение, 1970. – 390 с.
11. Технология обработки типовых деталей: учебное пособие / Г. П. Кремнев, В. М. Колесник, Ф. В. Новиков, И. А. Рябенков. – Харьков: Изд-во “С.А.М.”, 2014. – 156 с.
12. Системы технологий: учебное пособие / Г. П. Кремнев, Ф. В. Новиков, В. М. Колесник. – Днепропетровск: ЛИРА, 2015. – 140 с.
13. Кремнев Г. П. Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении : учебное пособие / Г. П. Кремнев, Ф. В. Новиков. – Д. : ЛИРА, 2016. – 297 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Типовые технологические маршруты механической обработки деталей в условиях мелко- и среднесерийного производства

#### Приложение А

#### А.1. Типовой маршрут обработки деталей типа планок

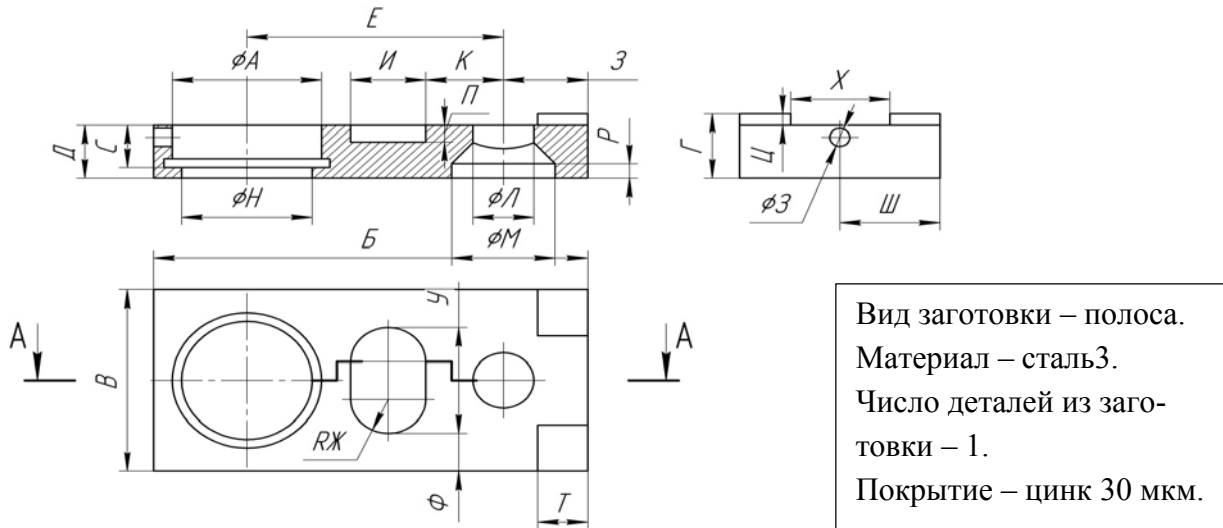


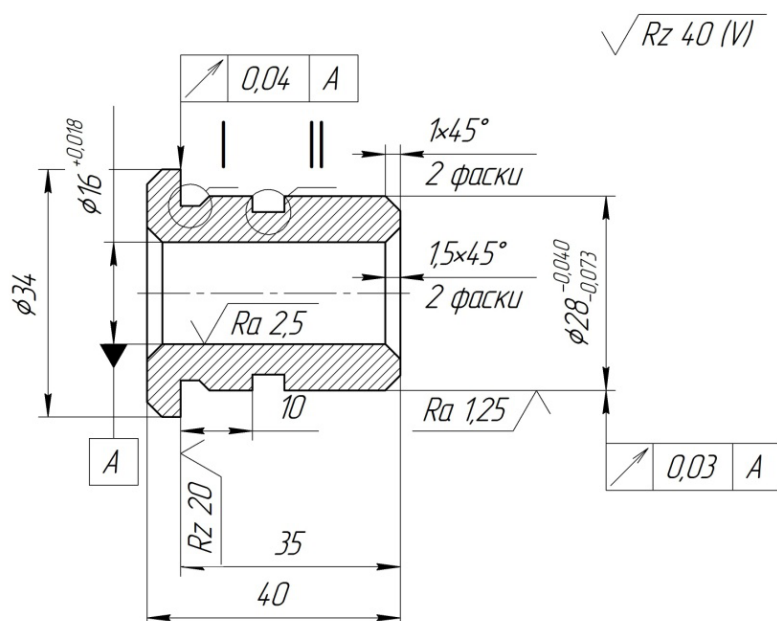
Таблица А.1

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Абразивно-отрезная	Отрезать заготовку на полосы	Абразивно-отрезной автомат 8В262	Тиски
010	Маркировочная	Навесить бирку с номером детали на тару	—————	—————
015	Вертикально-фрезерная	Фрезеровать две широкие поверхности в размер Д +0,3 под шлифование и две поверхности в размер В окончательно	Вертикально-фрезерный 6Т12	Гидротиски, накладка двухпозиционная
020	Горизонтально-фрезерная	Фрезеровать два торца в размер Б окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Приспособление универсально-наладочное с гидравлическим зажимом
025	Слесарная	Зачистить заусенцы после фрезерования	Машина для снятия заусенцев	—————
030	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальная Шлифовать две широкие поверхности в размер Д окончательно	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Магнитная плита



1	2	3	4	5
035	Слесарная	Зачистить заусенцы и притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
040	Расточно-сверлильно-фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать два платика в размер Т × Х окончательно. Сверлить, расточить и развернуть одно отверстие $\varnothing Я/\varnothing Н$ окончательно. Фрезеровать паз И × П окончательно, сверлить и зенковать одно отверстие $\varnothing Л/\varnothing М$ окончательно	Расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином 2254ВМФ4	Наладка УСПО двухпозиционная
045	Вертикально-сверлильная	Сверлить одно отверстие $\varnothing Э$	Вертикально-сверлильный 2Н125-1	Кондуктор
050	Слесарная	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	_____
055	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
060	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
070	Гальваническая	Нанесение антикоррозионного покрытия	Ванна гальваническая	_____

## А. 2. Маршрут обработки втулки



Вид заготовки – прокат.  
 Материал – сталь А12В.  
 Число деталей из заготовки – 43.  
 Покрытие – хим. окс. прм.

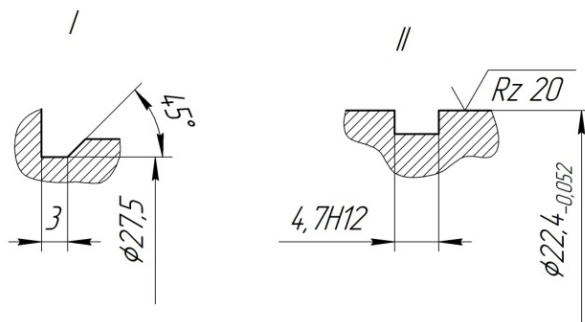


Таблица А. 2

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Прессовая	Править пруток	Пресс И5526	_____
010	Абразивно-отрезная	Отрезать групповую заготовку $\varnothing 34$ в размер 2000	Абразивно-отрезной 8Б242	Поддерживающее устройство
015	Токарная	Заправить концы прутка фасками под угол $20^\circ$	Токарный ХС-151	_____
020	Токарно-автоматная	Центровать торец под сверление, сверлить и зенкеровать отверстие $\varnothing 16H7$ до $\varnothing 15,79_{+0,11}$ под развертывание, точить поверхность $\varnothing 28e8$ до $\varnothing 28,4_{-0,13}$ под шлифование, проточить канавки $b = 3$ и $b = 4,7H12$ , фаску окончательно. Отрезать деталь в размер 40,5	Токарный автомат 1Е140	Наладка
025	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
030	Маркировочная	Навесить бирку с номером детали на тару	_____	_____
035	Токарно-револьверная	Подрезать второй торец в размер 40, точить и расточить фаски. Развернуть отверстие $\varnothing 16H7 (+0,018)$ окончательно	Токарно-револьверный 1П340ПЦ	Патрон цанговый Вкладыш $\varnothing 28$
040	Круглошлифовальная	Шлифовать поверхность $\varnothing 28e8 (-0,040_{-0,073})$ с подшлифовкой торца окончательно	Круглошлифовальный 3М153Е	Оправка, центры, хомутик, прибор активного контроля
045	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
050	Контрольная	Технический контроль	Плита по ГОСТ 10905-86	_____
055	Покрытие	Нанесение покрытия	_____	_____

### А. 3. Маршрут обработки винта

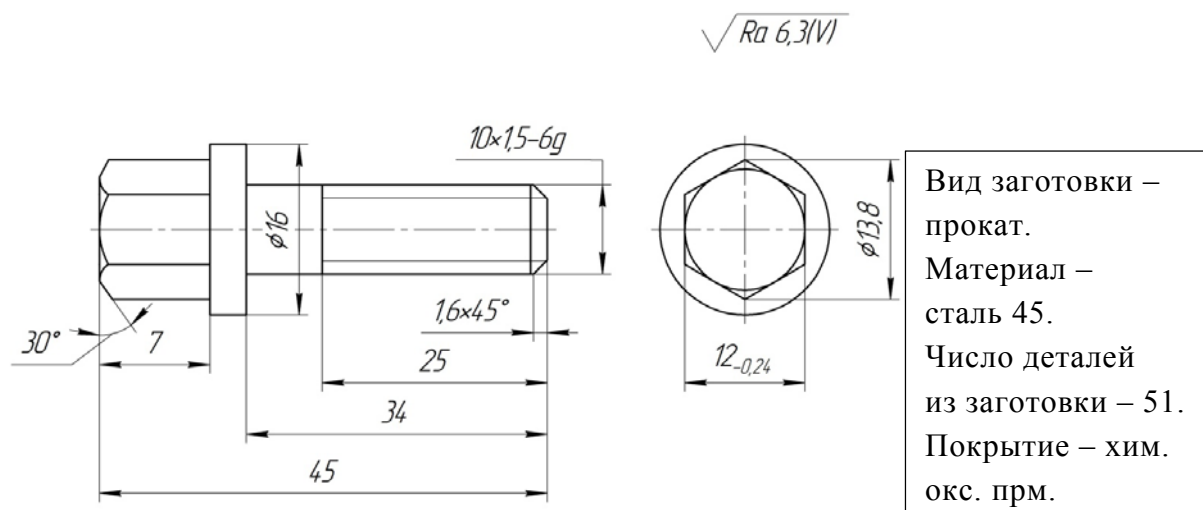
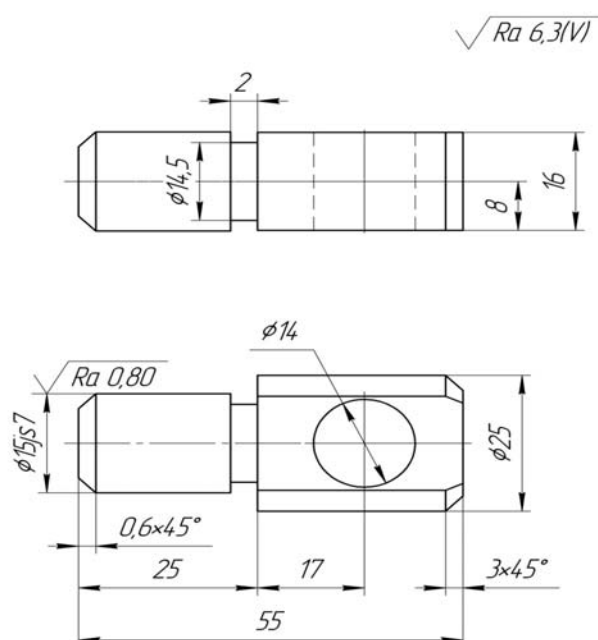


Таблица А. 3

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Прессовая	Рубить пруток $\varnothing 16$ , выдерживая размер 3000	Пресс К9534	_____
010	Прессовая	Править пруток (по мере надобности)	Пресс И5526	_____
015	Токарная	Заправить концы прутка фасками под угол $20^\circ$	Токарный ХС-150	_____
020	Токарно-автоматная	Точить шейку под резьбу М10х1-6гдо $\varnothing 8,99^{-0,08}$ под накатывание, точить фаски, точить шейку $\varnothing 13,8$ под шестигранник. Отрезать деталь размером 45,5	Автомат токарный 1Е125П	Цанговый патрон, групповая наладка
025	Токарно-винторезная	Подрезать второй торец, выдерживая размер 7, точить фаску	Токарный 16Т02П	Цанговый патрон
030	Горизонтально-фрезерная	Фрезеровать шестигранник, выдерживая размер $S=12^{-0,24}$ окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Р80Ш	Специальное приспособление
035	Слесарная	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	_____
040	Резьбонакатная	Накатать резьбу М10х1,5-6гвыдерживая размер 25	Резьбонакатный А9518	Нож
045	Моечная	Промыть деталь	Машина моечная	_____
050	Маркировочная	Навесить бирку с обозначением детали на тару	_____	_____
055	Контрольная	Технический контроль	Плита ГОСТ 10905-86	_____
060	Термическая	Термообработка	_____	_____
065	Покрытие	Нанесение покрытия	_____	_____

#### А. 4. Маршрут обработки стопора



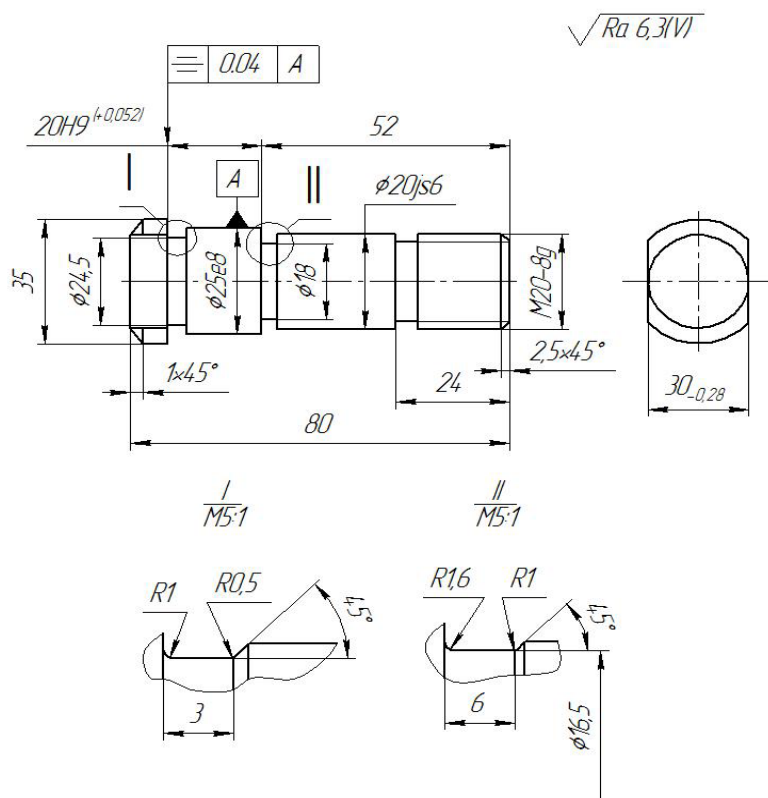
Вид заготовки – прокат.  
 Материал – сталь 45.  
 Число деталей  
 из заготовки – 30.  
 Покрытие – цинк 10 мкм.



Таблица А. 5

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Прессовая	Рубить пруток $\varnothing 28$ , выдерживая размер 3000	Пресс КБ9534	_____
010	Правильная	Править пруток	Правильная машина	_____
015	Токарная	Заправить концы прутка фасками под угол $20^\circ$	Токарный ХС-151	_____
020	Токарно-автоматная	Точить шейку под резьбу М12-6g до $\varnothing 10,83 - 0,09$ под накатывание, точить шейки $\varnothing 9$ : $\varnothing 20$ и фаски окончательно, отрезать деталь, выдерживая размер 62,5	Автомат токарный 1Е140П	Групповая наладка, цанговый патрон
025	Токарно-винторезная	Подрезать второй торец, выдерживая размер 62, сверлить отверстие $\varnothing 12$ под шестигранник. выдерживая размер 8. Точить фаски	Токарный 16Т02П	Цанговый патрон
030	Прессовая	Прошить шестигранник, выдерживая размер $10^{+0,2}_{+0,3}$ окончательно	Пресс гидравлический	Приспособление
035	Резьбонакатная	Накатать резьбу М12 - 6g, выдерживая размер 22	Резьбонакатный А9518	Нож
040	Моечная	Промыть деталь	Машина моечная	_____
045	Маркировочная	Навесить бирку с обозначением детали на тару	_____	_____
050	Контрольная	Технический контроль	Плита по ГОСТ 10905-86	_____
055	Термическая	Термическая обработка	Печь закалочная	_____
060	Гальваническая	Нанесение антикоррозионного покрытия	Ванна гальваническая	_____

## А. 6. Маршрут обработки оси



Вид заготовки – прокат.  
Материал – сталь 45.  
Число деталей из заготовки – 34.  
Покрытие – хим. окс. прм.

Таблица А. 6

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Прессовая	Рубить пруток $\varnothing 36$ , выдерживая размер 3000	Пресс К9534	_____
010	Правильная	Править пруток	Пресс И5529	_____
015	Токарная	Заправить концы прутка фасками под угол $20^\circ$	Токарный ХС-151	_____
020	Токарно-автоматная	Подрезать и центровать торец, точить шейку под накатывание резьб М20 - 8g, точить шейки $\varnothing 20js6$ ( $^{+0.065}_{-0.065}$ ) и $\varnothing 25e8$ ( $^{-0.040}_{-0.073}$ ) под шлифование, точить шейку $\varnothing 35$ , канавки $b=3$ и канавку $b=6$ , фаски, отрезать деталь, выдерживая размер 81	Токарный автомат 2Б240-6К	Наладка
025	Токарно-винторезная	Подрезать второй торец, выдерживая размер 8,3 - 0,1, точить фаску и центровать торец	Токарный 16Т02П	Цанговый Патрон
030	Горизонтально-фрезерная	Фрезеровать две лыски, выдерживая размер $30_{-0.28}$ окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Р80Ш	Приспособление, наладка
035	Слесарная	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	_____
040	Резьбонакатная	Накатать резьбу М20-8g окончательно	Резьбонакатный А9518	Нож
045	Термическая	Термическая обработка	_____	_____

1	2	3	4	5
050	Круглошлифовальная	Шлифовать поверхность $\varnothing 20js6$ ( $+0.065$ / $-0.065$ ) окончательно	Круглошлифовальный ЗУ10В	Центры, Хомутик
055	Круглошлифовальная	Шлифовать поверхность $\varnothing 25e8$ ( $-0.040$ / $-0.073$ ) с подшлифовкой торца $\varnothing 35/\varnothing 25e8$ , выдерживая размер $20H9$ ( $+0,052$ ) окончательно	Круглошлифовальный ЗУ10В	Центры, Хомутик
060	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
065	Маркировочная	Навесить бирку с обозначением детали на тару	_____	_____
070	Контрольная	Технический контроль	Плита	_____
075	Покрытие	Нанесение покрытия	_____	_____

### А. 7. Маршрут обработки валика

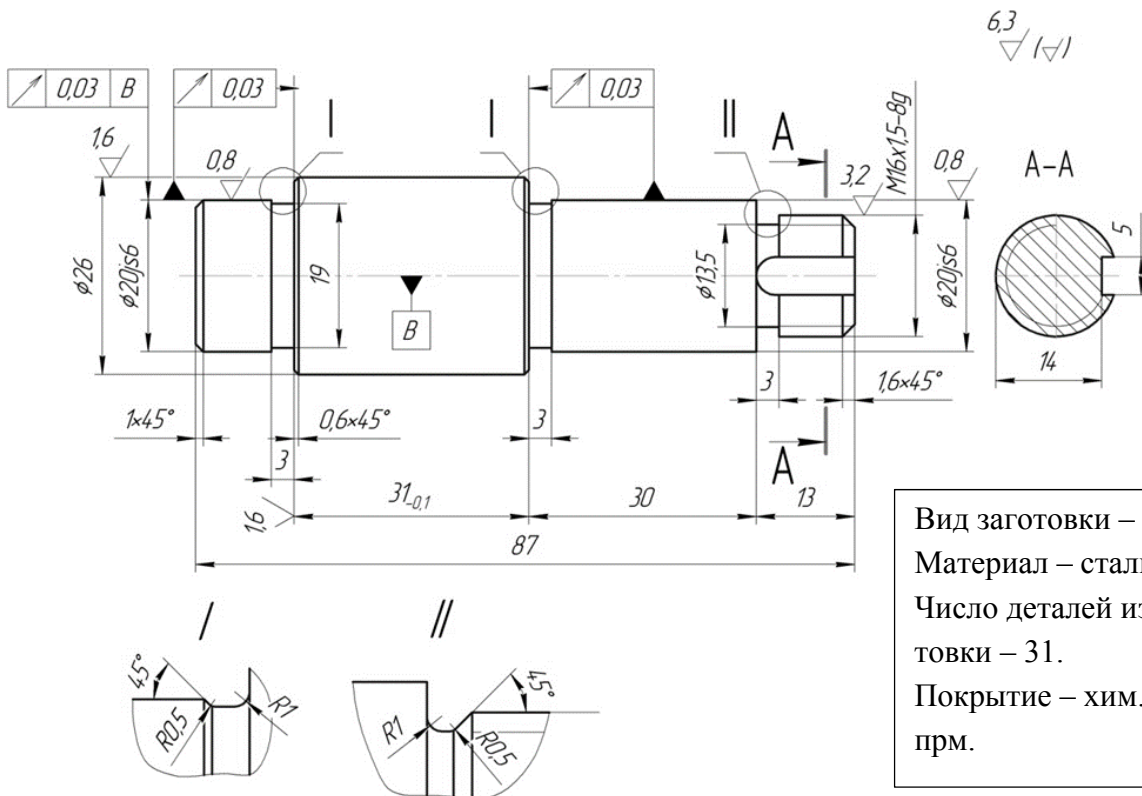


Таблица А. 7

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Прессовая	Рубить прутки $\varnothing 28$ , выдерживая размер 3000	Пресс КБ934	_____
010	Прессовая	Править прутки (по мере надобности)	Пресс И5526	_____
015	Токарная	Заправить концы прутка фасками под угол $20^\circ$	Токарный ХС-151	_____

1	2	3	4	5
020	Токарно-автоматная	Подрезать и центровать торец, точить шейку под резьбу М16х1,5-8g, шейку $\varnothing 20j_s 6 \left( \begin{smallmatrix} +0,065 \\ -0,065 \end{smallmatrix} \right)$ под шлифование, $\varnothing 26$ , $\varnothing 20j_s 6 \left( \begin{smallmatrix} +0,065 \\ -0,065 \end{smallmatrix} \right)$ под шлифование, проточить три канавки $b=3$ ; точить фаски, отрезать деталь, выдерживая размер 88.	Токарный автомат 1Б240-6К	Наладка, цанговый патрон
025	Токарно-винторезная	Подрезать второй торец, выдерживая размер $12,8^{-0,1}$ , центровать торец и точить фаску	Токарный 16Т02П	Цанговый Патрон
030	Шпоночно-фрезерная	Фрезеровать шпоночный паз $b=5$ , выдерживая размер 14 окончательно	Шпоночно-фрезерный 6930	Станочные тиски
035	Слесарная	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	_____
040	Резьбонакатная	Накатать резьбы М16х1,5-8g	Резьбонакатной А9518	Нож
045	Круглошлифовальная	Шлифовать шейку $\varnothing 20j_s 6 \left( \begin{smallmatrix} +0,065 \\ -0,065 \end{smallmatrix} \right)$ с подшлифовкой торца $\varnothing 26/\varnothing 20j_s 6$ , выдерживая размер 30 окончательно	Круглошлифовальный 3У10В	Центры, Хомутик
050	Круглошлифовальная	Шлифовать шейку $\varnothing 20j_s 6$ с подшлифовкой торца $\varnothing 26/\varnothing 20j_s 6$ выдерживая размер 13	Круглошлифовальный 3У10В	Центры, хомутик
055	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
060	Маркировочная	Навесить бирку с обозначением детали на тару	_____	_____
065	Контрольная	Технический контроль	Плита ГОСТ 10905-86	_____
070	Покрытие	_____	_____	_____



## А. 8. Маршрут обработки шлицевого вала

Вид заготовки – прокат.

Материал – сталь 45.

Число деталей из заготовки – 1.

Покрытие – цинк 10 мкм.

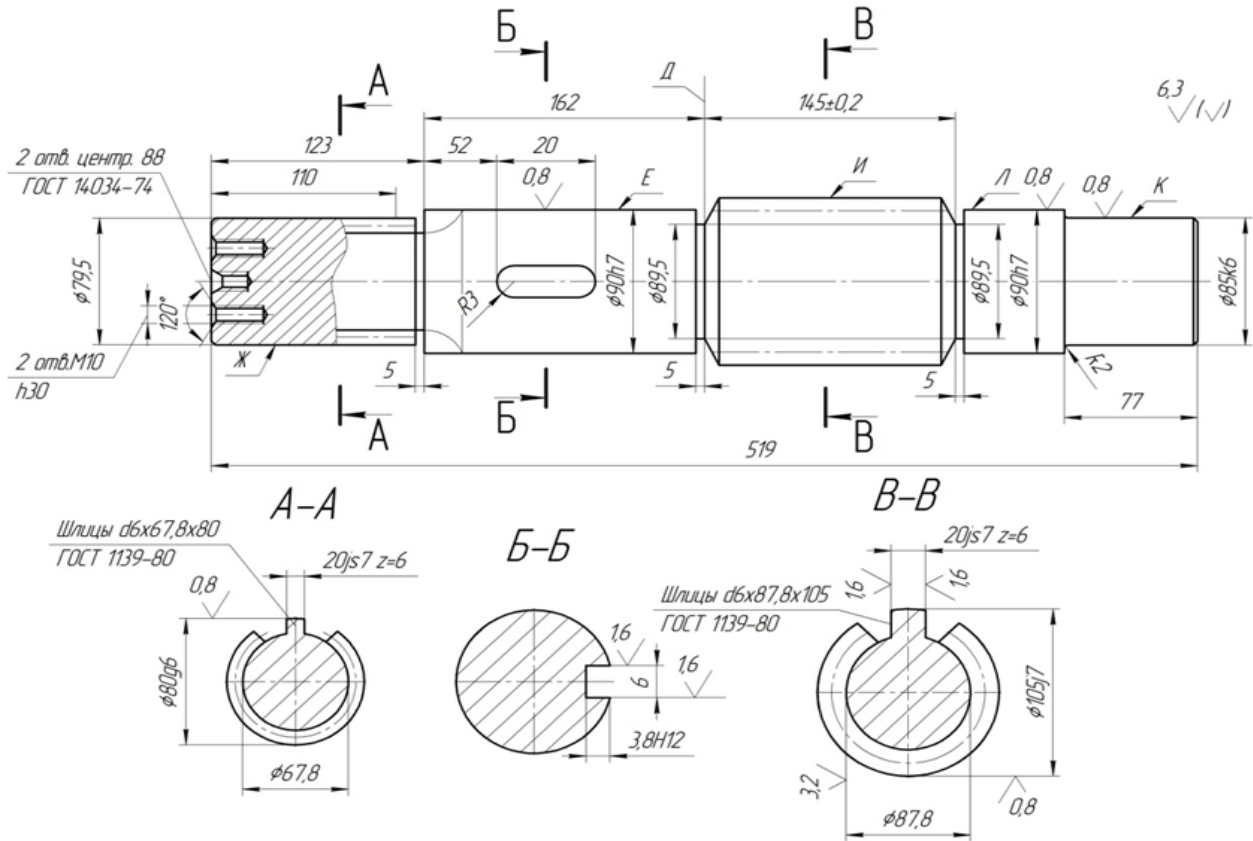


Таблица А. 8

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Фрезерно-отрезная	Отрезать заготовку	Фрезерно-отрезной	Призматические тиски
010	Термическая	Термическая обработка	_____	_____
015	Фрезерно-центровальная	Фрезеровать торцы в размер $519 \pm 0,2$ и центровать с двух сторон одновременно	Фрезерно-центровальный 2Г942	Приспособление при станке
020	Токарная с ЧПУ	Точить: шейки $\phi 80g6$ до $\phi 85$ , $\phi 90h7$ до $\phi 95$ и фаски	Токарный 16К20Ф3	Вращающийся центр, поводковый патрон
025	Токарная с ЧПУ	Точить: шейки $\phi 85k6$ до $\phi 90$ , $\phi 90h7$ до $\phi 95$ и фаски Точить: шейки $\phi 80g6$ до $\phi 80$ , $\phi 105f7$ до $\phi 105,5h4$ и фаски, $\phi 90h6$ до $\phi 90,5h4$ , проточить две канавки $B=5$	Токарный 16К20Ф3	Вращающийся центр, поводковый патрон

1	2	3	4	5
030	Токарная с ЧПУ	Точить: шейки $\varnothing 80g6$ до $\varnothing 80,5h4$ , $\varnothing 90h7$ до $\varnothing 95,5h14$ , фаски, канавки $B=5$	Токарный 16К20Ф3	Вращающийся центр, поводковый патрон
035	Шпоночно-фрезерная	Фрезеровать шпоночный паз 6	Шпоночно-фрезерный 6930	Самоцентрирующие тиски
040	Радиально-сверлильная	Обработать два резьбовых отверстия М10 на глубину 10	Радиально-сверлильный 2А554	Приспособления для сверления на торцах валов
045	Шлицефрезерная	Фрезеровать шесть шлицев в размер $20j$ , до 87,8	Шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат 5А32ПФ2	Центры, поводок
050	Шлицефрезерная	Фрезеровать шесть шлицев в размер $20j$ , до $\varnothing 67,8$	Шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат 5А32ПФ2	Центры, поводок
055	Слесарная	Зачистить заусенцы	Механизированный верстак	_____
060	Круглошлифовальная	Шлифовать шейки $\varnothing 80g8$ , $\varnothing 90h7$ , $\varnothing 105f7$ , торец	Круглошлифовальный 3М153ДФ2	Центры, поводок
065	Круглошлифовальная	Шлифовать шейки $\varnothing 85k6$ и $\varnothing 90h7$	Круглошлифовальный 3М153ДФ2	Центры, поводок
070	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
075	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
080	Гальваническая	Нанесение антикоррозионного покрытия	Ванна гальваническая	_____

## А. 9. Маршрут обработки шлицевого вала

Вид заготовки – прокат.

Материал сталь 45.

Число деталей из заготовки – 1.

Покрытие – хим. окс. прм.

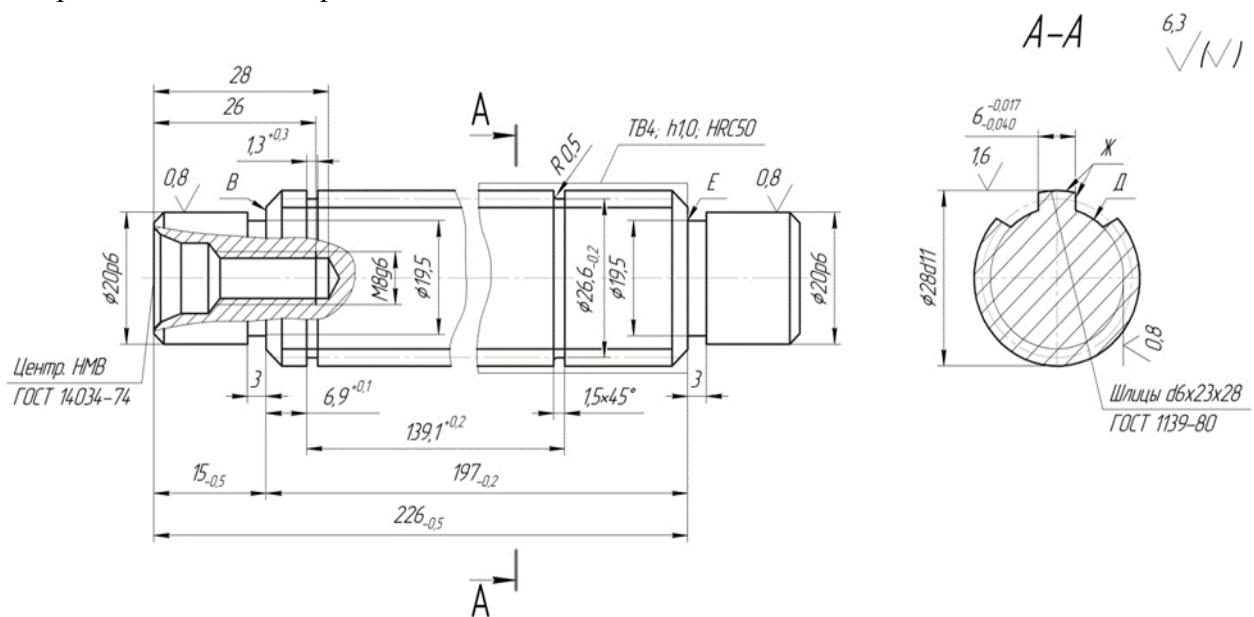


Таблица А. 9

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Прессовая	Править пруток $\varnothing 32 \times 6000$	Пресс КБ9534	Ролики, втулочный штамп
010	Фрезерно-отрезная	Отрезать заготовку	Фрезерно-отрезной	_____
015	Фрезерно-центровальная	Фрезеровать торцы в размер $226_{-0,3}$ и центровать с двух сторон одновременно	Фрезерно-центровальный 2Г942	_____
020	Радиально-сверлильная	Сверлить отверстия $\varnothing 8,4, \varnothing 6,7^{+0,17}$ под резьбу М8-6g, зенковать фаски, нарезать резьбу М8-6g	Радиально-сверлильный 2А554	Патрон
025	Токарная с ЧПУ	Точить шейки $\varnothing 28d11$ до $\varnothing 28,4d11$ , $\varnothing 20p6$ до $\varnothing 20,4d11$ , фаски, проточить канавки $B=3$ окончательно	Токарный 16К20Ф3	Вращающийся центр, поводковый патрон
030	Токарная с ЧПУ	Точить шейки $\varnothing 20p6$ до $\varnothing 20,4d11$ , фаски, проточить канавки $B=3$ . Точить две канавки $B=1,3+0,3$	Токарный 16К20Ф3	То же
035	Шлицефрезерная с ЧПУ	Фрезеровать шесть шлицев в размер $6,3d11$ до $\varnothing 23,3d11$	Шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат 5А352ПФ2	Удлиненный центр, поводковый центр
040	Слесарная	Зачистить заусенцы	Механизированный верстак	_____
045	Термическая	Термическая обработка	Установка ТВЧ	Индуктор
050	Центрошлифовальная	Шлифовать центровые фаски	Центрошлифовальный МВ119	Приспособление при станке
055	Круглошлифовальная с ЧПУ	Шлифовать шейки $\varnothing 26p6$ , $\varnothing 28d11$ с подшлифовкой торца $B$ окончательно	Круглошлифовальный 3М153ДФ2	Удлиненный поводок
060	Круглошлифовальная с ЧПУ	Шлифовать шейку $\varnothing 26p6$ с подшлифовкой торца $E$ окончательно	Круглошлифовальный 3М153ДФ2	Удлиненный поводок
065	Шлицешлифовальная с ЧПУ	Шлифовать шесть шлицев в размер $6_{-0,04}^{-0,017} \times \varnothing 23d11$	Шлицешлифовальный полуавтомат 3В451ВФ20	Поводковый центр
070	Моечная	Помыть деталь	Моечная машина	_____
075	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
080	Покрытие	Нанесение покрытия	_____	_____

## А. 10. Маршрут обработки компенсационного кольца

Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 20.

Число деталей из заготовки – 10.

Покрытие – хром 5 мкм.

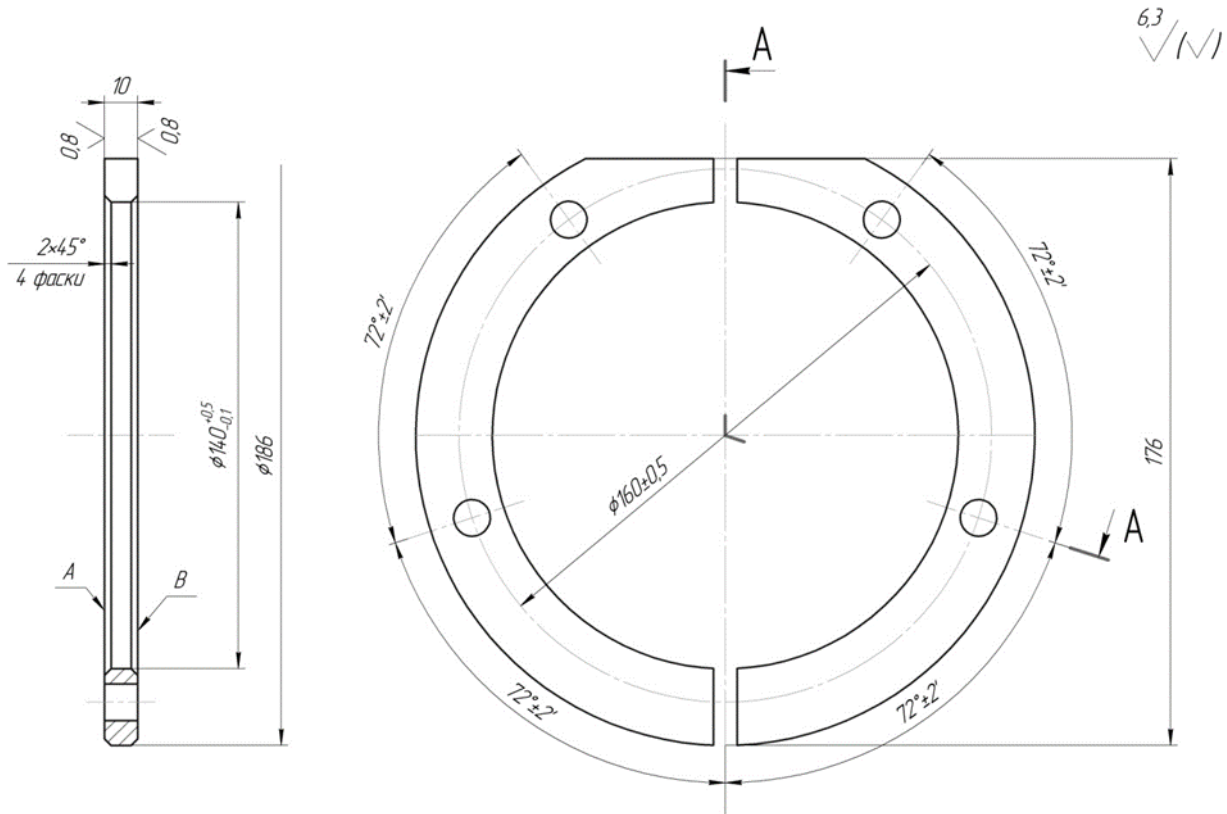


Таблица А. 10

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Литейная	Литье в металлическую форму	Литейная машина АЛ8	—————
010	Обрубочная	Очистка и обрубка отливки	Перфоратор	—————
015	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торец окончательно, точить поверхность $\varnothing 186$ , расточить отверстие $\varnothing 140^{+0,5}_{+0,1}$ окончательно на длину 150, точить и расточить фаски, отрезать деталь в размер 11	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый патрон
020	Токарно-полуавтоматная	Подрезать второй торец в размер 10,4 под шлифование и точить фаски	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый патрон
025	Фрезерно-сверлильная	Сверлить четыре отверстия $\varnothing 11$ , фрезеровать лыску в размер 176	Многоцелевой вертикальный фрезерно-сверлильный ГФ2171	Наладка универсальной сборной переналаживаемой оснастки (УСПО)

1	2	3	4	5
030	Плоскошлифовальная с ЧПУ	Шлифовать два торца в размер 10	Плоскошлифовальный с крестовым столом 3Е721ВФ-1	Магнитная плита
035	Горизонтально-фрезерная	Разрезать деталь на два полукольца	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Специализированное приспособление
040	Слесарная	Зачистить заусенцы	Верстак механизированный	_____
045	Моечная	Помыть деталь	Моечная машина	_____
050	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
055	Гальваническая	Нанесение антикоррозионного покрытия	Ванна гальваническая	_____

### А. 11. Маршрут обработки фланца

Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 20.

Число деталей из заготовки – 1.

Покрытие – цинк 5 мкм.

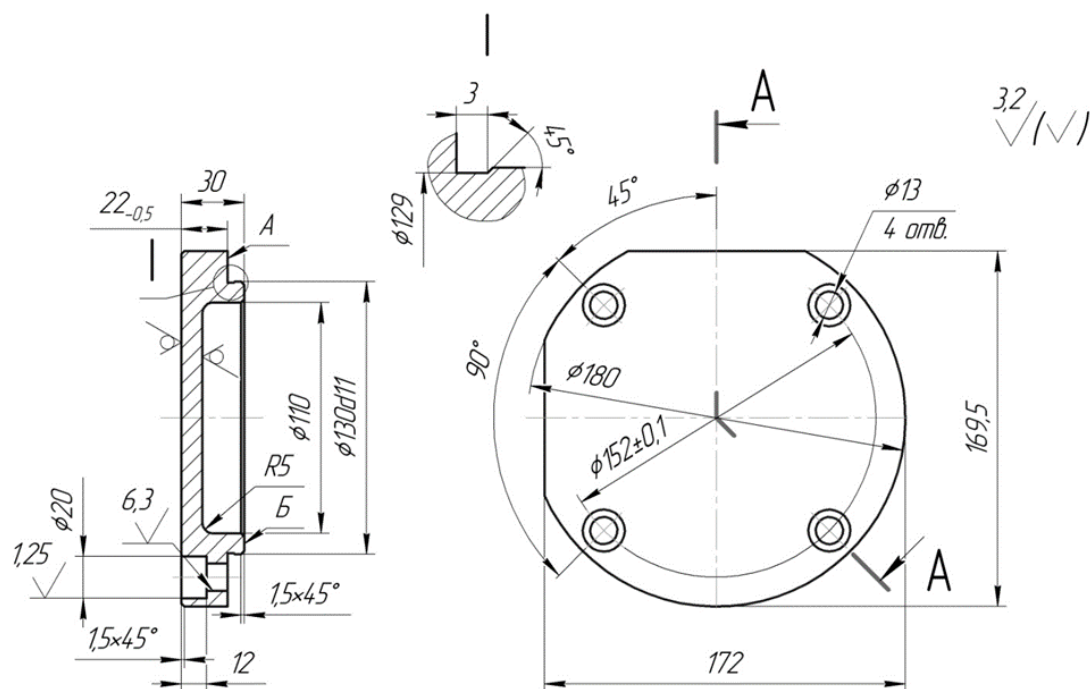


Таблица А. 11

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литейная	Литье в песчаные формы	Литейная машина АЛ8	_____
010	Обрубочная	Обрубка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торцы А и Б, точить поверхность $\varnothing 130d11$ окончательно, проточить канавку $b=3$ и фаску	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехручачковый патрон

1	2	3	4	5
020	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торец $\varnothing 180$ и обточить поверхность по $\varnothing 180$ окончательно (технологически)	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый патрон
025	Сверлильно-фрезерная с ЧПУ	Сверлить и зенковать четыре отверстия $\varnothing 13/\varnothing 20$ . Фрезеровать две лыски в размер 172 и 168,5	Многоцелевой сверлильно-фрезерный 21105Н7Ф4	Наладка УСПО
030	Слесарная	Отпилить острые кромки	Механизированный верстак	_____
035	Моечная	Помыть деталь	Моечная машина	_____
040	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
045	Гальваническая	Нанесение антикоррозионного покрытия	Ванна гальваническая	_____

### А. 12. Маршрут обработки фланца

Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 20.

Число деталей из заготовки – 1.

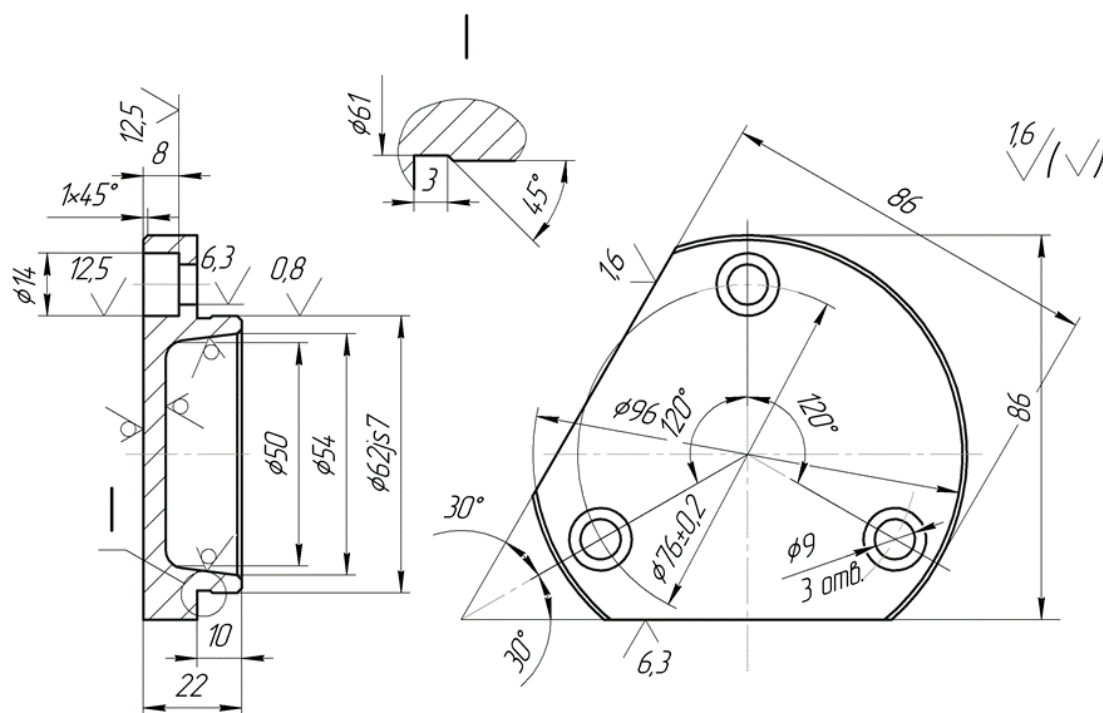


Таблица А. 12

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литейная	Литье в песчаные формы	Литейная машина АЛ8	_____
010	Обрубочная	Обработка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Окрасочная	Малярная – нанесение грунта ГФ1	Камера окрасочная	_____

1	2	3	4	5
020	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торец $\varnothing 62j_5 7 / \varnothing 54$ и $\varnothing 96 / \varnothing 62j_5 7$ окончательно, точить поверхность $\varnothing 62j_5 7$ под шлифование, проточить канавку $V=3$ и фаски	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый пневматический патрон
025	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торец $\varnothing 96$ и точить поверхность $\varnothing 96$ (технологически)	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый патрон
030	Сверлильно-фрезерная с ЧПУ	Сверлить и зенковать четыре отверстия $\varnothing 9 / \varnothing 14$ , фрезеровать две лыски в размер 86	Многоцелевой сверлильно-фрезерный 21105Н7Ф4	Наладка УСПО
035	Слесарная	Отпиливать острые кромки	Верстак механизированный	Трехкулачковый патрон
040	Круглошлифовальная	Шлифовать поверхность $\varnothing 62j_5 7$ с подшлифовкой торца $\varnothing 96j_5 7$ окончательно	Универсально-шлифовальный 3М153	Трехкулачковый патрон
045	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
050	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

### А. 13. Маршрут обработки стакана

Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 20.

Число деталей из заготовки – 1.

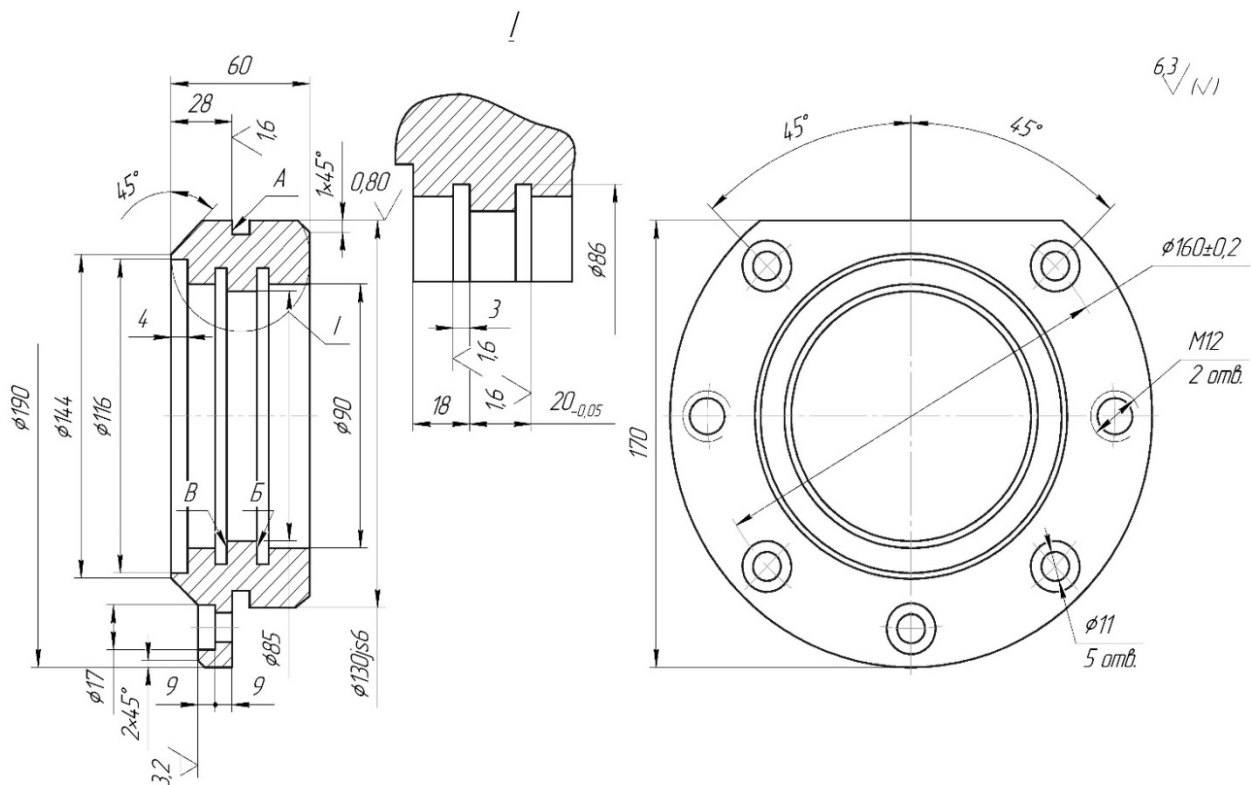


Таблица А. 13

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Литейная	Литье в кокиль	Машина кокильная	Форма литейная
010	Чистка	Обрубка и очистка заготовка	Перфоратор	—————
015	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торцы $\varnothing 130j_6/\varnothing 90H7$ и А, точить поверхность $\varnothing 130j_6$ , расточить отверстия $\varnothing 85$ и $\varnothing 90H7$ с подрезкой внутреннего торца $\varnothing 90H7/\varnothing 85$	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый пневматический патрон
020	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торцы $\varnothing 190$ и $\varnothing 144/\varnothing 116$ , обточить поверхности $\varnothing 190$ и коническую поверхность $\varnothing 144 \times 45^\circ$	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый патрон
025	Термическая	Термическая обработка	Печь закалочная	—————
030	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торец $\varnothing 130j_6/\varnothing 90H7$ окончательно, точить поверхности $\varnothing 130j_6$ с подрезкой торца А под шлифование, фаски, канавки окончательно. Расточить отверстие $\varnothing 90H7$ с подрезкой внутреннего торца $\varnothing 90H7/\varnothing 85$ и отверстие $\varnothing 85$ под тонкое растачивание, канавки $3 \times \varnothing 96$ окончательно, притупить острые кромки	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый патрон
035	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торец $\varnothing 144/\varnothing 116$ , точить поверхность $\varnothing 190$ , конусную поверхность $\varnothing 144 \times 45^\circ$ окончательно. Расточить отверстия $\varnothing 90H7$ с подрезкой внутреннего торца $\varnothing 90H7/\varnothing 85$ под тонкое растачивание выточки $\varnothing 116$ и канавки $3 \times \varnothing 96$	Токарный патронный полуавтомат КТ141	Трехкулачковый пневматический патрон
040	Вертикальная фрезерно-сверлильная с ЧПУ	Сверлить пять отверстий $\varnothing 11$ , два отверстия $\varnothing 10,2$ под резьбу М12, зенковать пять отверстий $\varnothing 11/\varnothing 17$ , фаски $2 \times 24$ , нарезать резьбу М12. Фрезеровать лыски в размер 170	Многоцелевой вертикальный фрезерно-сверлильный ГФ2171	Наладка УСПО
045	Слесарная	Зачистить заусенцы	Машина для снятия заусенцев	—————
050	Алмазно-расточная	Расточить два отверстия $\varnothing 90H7$ с подрезкой торцов А и Б, отверстия $\varnothing 85$ до $\varnothing 85H9$ (технологически)	Алмазно-расточной (специальный)	Установочное приспособление
055	Круглошлифовальная	Шлифовать $\varnothing 130j_6$ с подшлифовкой торца 4	Круглошлифовальный полуавтомат 3У151ВМ	Специальная оправка
060	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	—————
065	Контрольная	Технический контроль	—————	—————

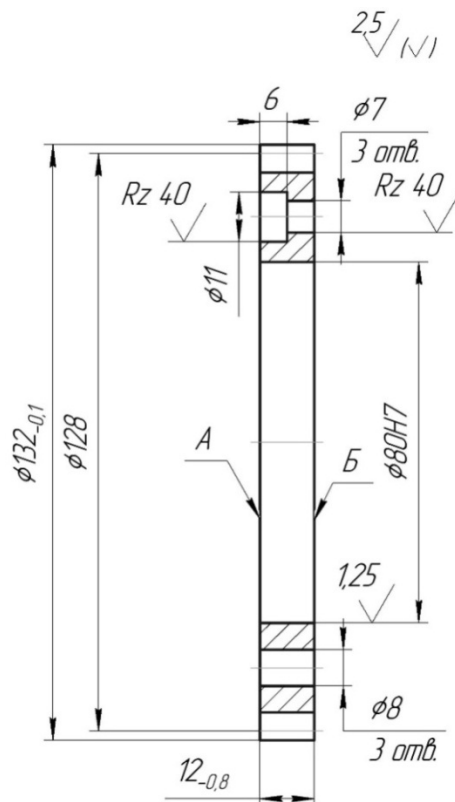


## А. 14. Маршрут обработки зубчатого колеса – венца

Вид заготовки – штамповка.

Материал – сталь 40Х.

Число деталей из заготовки – 1.



Торцовое биение поверхности А относительно оси отверстия – не более 0,02.

Отклонение от параллельности поверхностей А и Б – не более 0,02.

Степень точности по ГОСТ 1643–81 7-Х.

Неуказанные фаски  $0,5 \times 45^\circ$ .

Таблица А. 14

Операция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Абразивно-отрезная	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8В262	Тиски
010	Кузнечная	Ковать заготовку	Молот	Штамп
015	Термическая	Нормализация	Печь закалочная	_____
020	Токарно-винторезная	Подрезать торец $\phi 132/\phi 80H7$ , расточить отв. $\phi 80H7$ под шлифование. Расточить фаски и отв.	Токарно-винторезный 16К20	Трехкулачковый патрон
025	Токарно-винторезная	Подрезать второй торец $\phi 132/\phi 80H7$ под шлифование, обточить наружную поверхность $\phi 132_{-0,1}$ окончательно, расточить и обточить фаски	Токарно-винторезный 16К20	Трехкулачковый патрон
030	Внутришлифовальная с ЧПУ	Шлифовать отверстие $\phi 80H7$ и торец $\phi 132/\phi 80H7$ предварительно	Внутришлифовальный 3М227АФ2	Трехкулачковый патрон

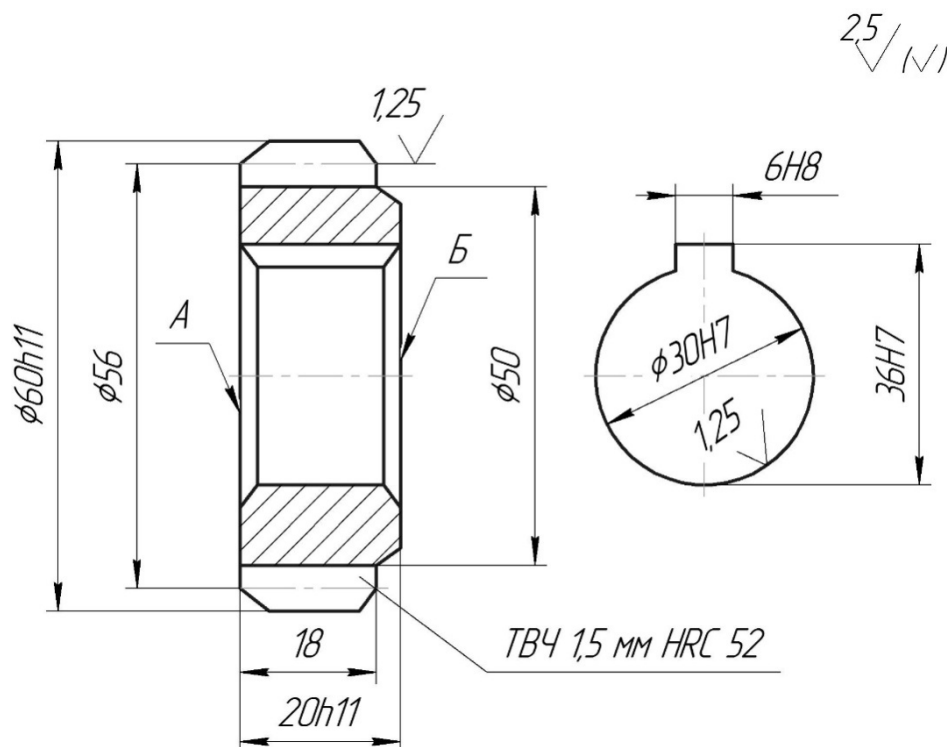
1	2	3	4	5
035	Плоскошлифовальная с ЧПУ	Шлифовать второй торец $\varnothing 132/\varnothing 80H7$ предварительно	Плоскошлифовальный 3Б740ВФ2	Магнитный стол
040	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
045	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
050	Зубофрезерная	Фрезеровать 64 зуба ( $m=2$ ) (установить по четыре детали)	Зубофрезерный 53А20В	Приспособление и наладка к нему
055	Зубозакругловочная	Зачистить заусенцы на торце зубьев	Одношпиндельный полуавтомат для снятия фасок 5Б525	Трехкулачковый патрон
060	Вертикально-сверлильная с ЧПУ	Сверлить и зенковать три отверстия $\varnothing 7/\varnothing 11$ , сверлить три отверстия $\varnothing 8$ до $\varnothing 7,9$ под развертывание	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Наладка УСПО
065	Слесарная	Зачистить заусенцы после сверления	Вибробункер ВМПВ-100	_____
070	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
075	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
080	Покрытие	Нанесение антикоррозионного покрытия	_____	_____

### А. 15. Маршрут обработки зубчатого колеса

Вид заготовки – прокат.

Материал – сталь 40.

Число деталей из заготовки – 10.



Торцовое биение поверхностей А и Б относительно оси отверстия – не более 0,02.

Степень точности по ГОСТ 1643–81 7-Х.

Фаски  $1 \times 45^\circ$ .

Таблица А. 15

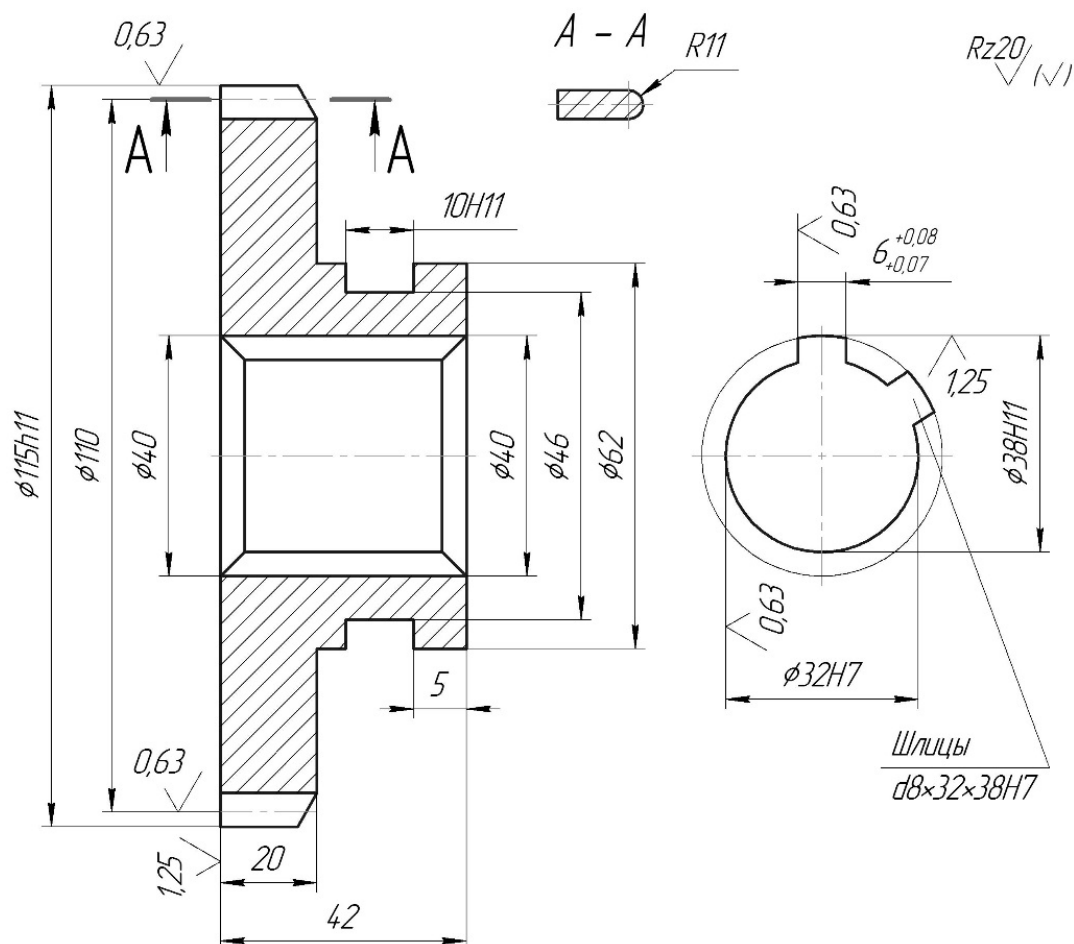
Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Абразивно-отрезная	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8В262	Тиски
010	Термическая	Термическая обработка – нормализация	Печь закалочная	_____
015	Токарно-полуавтоматная	Подрезать торец $\varnothing 60h11/\varnothing 30H7$ предварительно. Сверлить и зенкеровать сквозное отверстие $\varnothing 30H7$ под протягивание. Точить поверхность $\varnothing 60h11$ до $\varnothing 62$ . Точить и расточить фаски	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
020	Горизонтально-Протяжная	Протянуть отверстие $\varnothing 30H7$ до $\varnothing 30$	Протяжной 7512	Жесткая опора
025	Токарно-винторезная	Подрезать торцы $\varnothing 60h11/\varnothing 30H7$ и $\varnothing 50/\varnothing 30H7$ предварительно под шлифование. Точить поверхности $\varnothing 60h11$ и $\varnothing 50$ окончательно	Токарно-винторезный 16Б16	Специальная оправка
030	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
035	Зубодолбежная	Долбить 28 зубьев ( $m=2$ ) предварительно под шлифование	Зубодолбежный 5122В	То же
040	Зубозакругловочная полуавтоматная	Зачистить заусенцы по торцам зубьев	Одношпиндельный полуавтомат 56525	_____
045	Горизонтально-протяжная	Протянуть шпоночный паз $B=6H8$ окончательно	Протяжной 7512	Направляющая втулка
050	Слесарная	Зачистить заусенцы в шпоночном пазу	Машина для снятия заусенцев	_____
055	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
060	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
065	Термическая	Термическая обработка – закалка ТВЧ	Автомат ТВЧ	_____
070	Внутришлифовальная с ЧПУ	Шлифовать сквозное отверстие $\varnothing 30H7$ и торец $\varnothing 60h11/\varnothing 30H7$ окончательно	Внутришлифовальный 3А227АФ2	_____
075	Плоскошлифовальная с ЧПУ	Шлифовать торец $\varnothing 50/\varnothing 30H7$ окончательно	Плоскошлифовальный 3Б740ВФ2	Магнитный стол
080	Зубошлифовальная	Шлифовать 28 зубьев ( $m=2$ ) окончательно	Зубошлифовальный 5В833	Оправка
085	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
090	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

## А. 16. Маршрут обработки зубчатого колеса со шлицевым отверстием

Вид заготовки – штамповка.

Материал – сталь 25ХГТ.

Число деталей из заготовки – 1.



Нитроцементовать на глубину 0,3–0,5 до твердости HRC, 56–60.

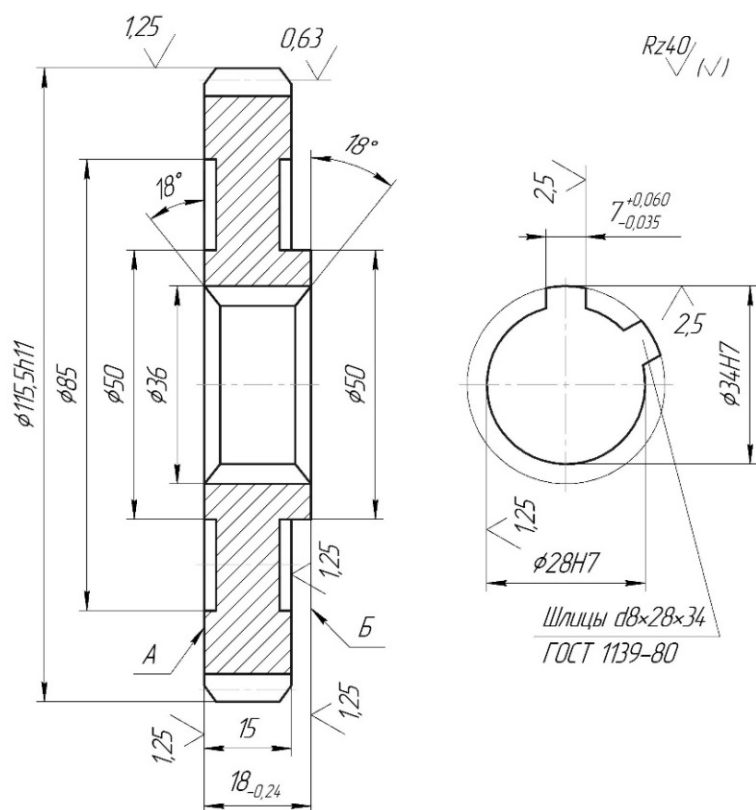
Степень точности по ГОСТ 1643–81 7-X.

Таблица А. 16

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Абразивно-отрезная	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8В262	Тиски
010	Кузнечная	Ковать заготовку	Молот	Штамп
015	Термическая	Термическая обработка (отжиг)	Печь закалочная	—
020	Токарная с ЧПУ	Подрезать торцы $\phi 115h11/\phi 62$ и $\phi 62/\phi 32H7$ предварительно. Обточить наружную поверхность $\phi 62$ предварительно. Обработать отверстие $\phi 32H7$ до $\phi 30$ . Обточить и расточить фаски	Токарный с ЧПУ КТ141	Трехлачковый патрон

1	2	3	4	5
025	Токарная с ЧПУ	Подрезать торец $\varnothing 115h11/\varnothing 32H7$ предварительно. Обточить наружную поверхность $\varnothing 15h11$ предварительно. Обточить и расточить фаски, выточку $\varnothing 42$	Токарный с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
030	Горизонтально-протяжная	Протянуть восьмишлицевое отверстие $\varnothing 32H7 \times \varnothing 38H11 \times \varnothing 6H9$ под шлифование	Протяжной 7512	Жесткая опора
035	Токарная с ЧПУ	Подрезать торец $\varnothing 115h11/\varnothing 62$ окончательно, торцы $\varnothing 62/\varnothing 32H7$ и $\varnothing 115h11/\varnothing 32H7$ под шлифование. Обточить наружную поверхность $\varnothing 62$ окончательно и поверхность $\varnothing 115h11$ под шлифование. Проточить паз $B = 10H11$ под шлифование. Обточить фаски	Токарный с ЧПУ КТ141	Специальная оправка
040	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
045	Зубофрезерная	Фрезеровать 44 зуба ( $m=2,5$ ) под шлифование (по две детали)	Зубофрезерный 53А20В	Приспособление
050	Зубозакругловочная	Закруглить 44 зуба ( $m=2,5$ ) окончательно	Зубозакругловочный полуавтомат 5Е580	_____
055	Слесарная	Зачистить заусенцы на торцах зубьев	Одношпиндельный полуавтомат для снятия фасок 5Б525	Трехкулачковый патрон
060	Прессовая	Калибровать восьмишлицевое отверстие	Пресс ЛС6-НА	Подставка
065	Химико-термическая	Нитроцементация + термическая обработка – закалка ТВЧ	Автомат ТВЧ	_____
070	Круглошлифовальная	Шлифовать наружную поверхность $\varnothing 115h11$ и торец $\varnothing 115h11/\varnothing 32H7$ окончательно	Круглошлифовальный 3Т161Д	Грибковая оправка
075	Внутришлифовальная с ЧПУ	Шлифовать отверстие $\varnothing 32H7$ и торец $\varnothing 62/\varnothing 32H7$ окончательно	Внутришлифовальный 3А227АФ2	Приспособление
080	Круглошлифовальная с ЧПУ	Шлифовать паз $B = 10H11$ окончательно	Круглошлифовальный 3У131ВМ	Оправка
085	Плоскошлифовальная специальная	Шлифовать боковые стороны шлицев окончательно	Плоскошлифовальный специальный	Трехкулачковый патрон
090	Зубошлифовальная	Шлифовать 44 зуба ( $m=2,5$ ) окончательно	Зубошлифовальный 5В833	Оправка
095	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
100	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

## А. 17. Маршрут обработки зубчатого сменного колеса



Вид заготовки –  
штамповка.  
Материал – сталь  
40ХФА.  
Число деталей из  
заготовки – 1.

Зубья обработать ТВЧ на глубину 1–3 до твердости HRC<sub>3</sub> 45–50.

Торцовое биение поверхностей А и Б относительно оси шлицевого отверстия – не более 0,02.

Степень точности по ГОСТ 1643–81 6-Х.

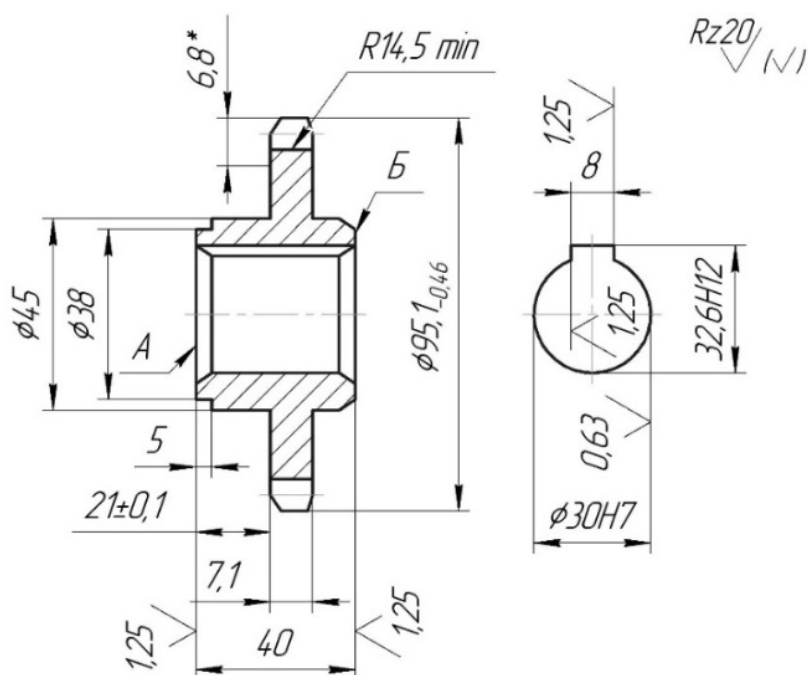
Фаски 0,5×45°.

Таблица А. 17

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Абразивно-отрезная	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8В262	Тиски
010	Кузнечная	Ковать заготовку	Молот	Штамп
015	Термическая	Термическая обработка – нормализация	Печь закалочная	—
020	Токарная с ЧПУ	Подрезать торцы $\varnothing 50/\varnothing 28H7$ ; $\varnothing 115,5h11/\varnothing 50$ . Точить поверхность $\varnothing 115,5h11$ предварительно. Расточить сквозное отверстие $\varnothing 28H7$ предварительно. Точить выточки $\varnothing 85/\varnothing 50$ окончательно. Расточить фаски	Токарный с ЧПУ 1П756ДФ3	Трехрулачковый патрон

1	2	3	4	5
025	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность $\varnothing 115,5h11$ предварительно. Подрезать торец $\varnothing 115,5h11/\varnothing 28H7$ предварительно. Точить и расточить фаски. Точить выточку $\varnothing 85/\varnothing 50$ окончательно	Токарный с ЧПУ 1П756ДФ3	Трехкулачковый патрон
030	Горизонтально-протяжная	Протянуть шестишлицевое отверстие $\varnothing 28H7 \times 34H7 \times 7 \times 34$	Горизонтально-протяжной 7512	Жесткая опора
035	Токарная с ЧПУ	Подрезать торцы $\varnothing 115,5h11/\varnothing 28H7$ и $\varnothing 50/\varnothing 28H7$ предварительно под шлифование, торец $\varnothing 115,5h11/\varnothing 50$ окончательно. Точить фаски окончательно	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Центровая оправка
040	Зубофрезерная	Фрезеровать 64 зуба ( $m=1,75$ ) предварительно под шлифование	Зубофрезерный 53А20В	Приспособление
045	Слесарная	Зачистить заусенцы на торцах зубьев	Полуавтомат для снятия фасок 5Б525	Оправка
050	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
060	Термическая	Термическая обработка	_____	_____
065	Прессовая	Калибровать шестишлицевое отверстие $\varnothing 28H7 \times 34H7 \times 7И$	Пресс	Подставка
070	Круглошлифовальная	Шлифовать поверхность $\varnothing 115,5h11$ и торец $\varnothing 115,5h11/\varnothing 50$ окончательно	Круглошлифовальный 3Т153	Оправка
075	Внутришлифовальная с ЧПУ	Шлифовать отверстие $\varnothing 28H7$ и торец $\varnothing 115,5/\varnothing 28H7$ окончательно	Внутришлифовальный 3А227АФ2	Приспособление
080	Плоскошлифовальная с ЧПУ	Шлифовать торец $\varnothing 50/\varnothing 28H7$ окончательно	Плоскошлифовальный 3Б740ВФ2	Магнитный стол
085	Зубошлифовальная	Шлифовать 64 зуба ( $m=1,75$ ) предварительно	Зубошлифовальный 5В833	Оправка
090	Зубошлифовальная	Шлифовать 64 зуба ( $m=1,75$ ) окончательно	Зубошлифовальный 5В833	Оправка
095	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
100	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

### А. 18. Маршрут обработки звездочки



Вид заготовки –  
штамповка.  
Материал – сталь 45.  
Число деталей из  
заготовки – 1

Зубья обработать ТВЧ на глубину 1–3 до твердости HRC<sub>3</sub> 45–50.

Торцовое биение поверхностей А и Б относительно оси отверстия – не более 0,05.

Класс точности – 2-й, шаг сопрягаемой цепи – 12,7, диаметр ролика – 8,51.

Фаски 1×45°.

Таблица А. 18

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Абразивно-отрезная	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной 8Б262	Тиски
010	Кузнечная	Ковать заготовку	Молот	Штамп
015	Термическая	Термическая обработка – отжиг	Печь закалочная	—————
020	Токарно-полуавтоматная с ЧПУ	Подрезать торцы $\phi 95,1/\phi 45$ и $\phi 45/\phi 30H7$ предварительно. Обточить наружную поверхность $\phi 95,1_{-0,46}$ и $\phi 45$ предварительно. Расточить и обточить фаски	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
025	Токарно-полуавтоматная с ЧПУ	Подрезать торцы $\phi 38/\phi 30H7$ и $\phi 95,1/\phi 45$ предварительно. Обточить наружные поверхности $\phi 38$ и $\phi 45$ предварительно. Расточить и обточить фаски	Токарный полуавтомат с ЧПУ КТ141	Трехкулачковый патрон
030	Горизонтально-протяжная	Протянуть отверстие $\phi 30H7$	Горизонтально-протяжной 7512	Жесткая опора



1	2	3	4	5
035	Горизонтально-протяжная	Протянуть паз $B = 8H9$ окончательно	Горизонтально-протяжной 7512	Направляющая втулка
040	Токарная с ЧПУ	Подрезать торцы $\varnothing 38/\varnothing 30H7$ и $\varnothing 95,1/\varnothing 45$ окончательно. Обточить наружные поверхности $\varnothing 38$ , $\varnothing 45$ , $\varnothing 95,1_{-0,46}$ и $R = 14,5$ окончательно. Расточить и обточить фаски	Токарный с ЧПУ 16Б16Ф3	Специальная оправка
045	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
050	Зубофрезерная	Фрезеровать 22 зуба ( $m=12,7$ ) окончательно	Зубофрезерный 53А20В	Приспособление
055	Слесарная	Зачистить заусенцы	Вибробункер	_____
060	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
065	Контрольная	Технический контроль	_____	_____
070	Термическая	Термическая обработка – закалка с ТВЧ	Установка ТВЧ	Индуктор
075	Внутришлифовальная с ЧПУ	Шлифовать отверстие $\varnothing 30H7$ окончательно	Внутришлифовальный 3А227АФ2	Трехкулачковый патрон
080	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
085	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

### А. 19. Маршрут обработки рычага

Вид заготовки – отливка.

Материал – сталь 45Л.

Число деталей из заготовки – 1.

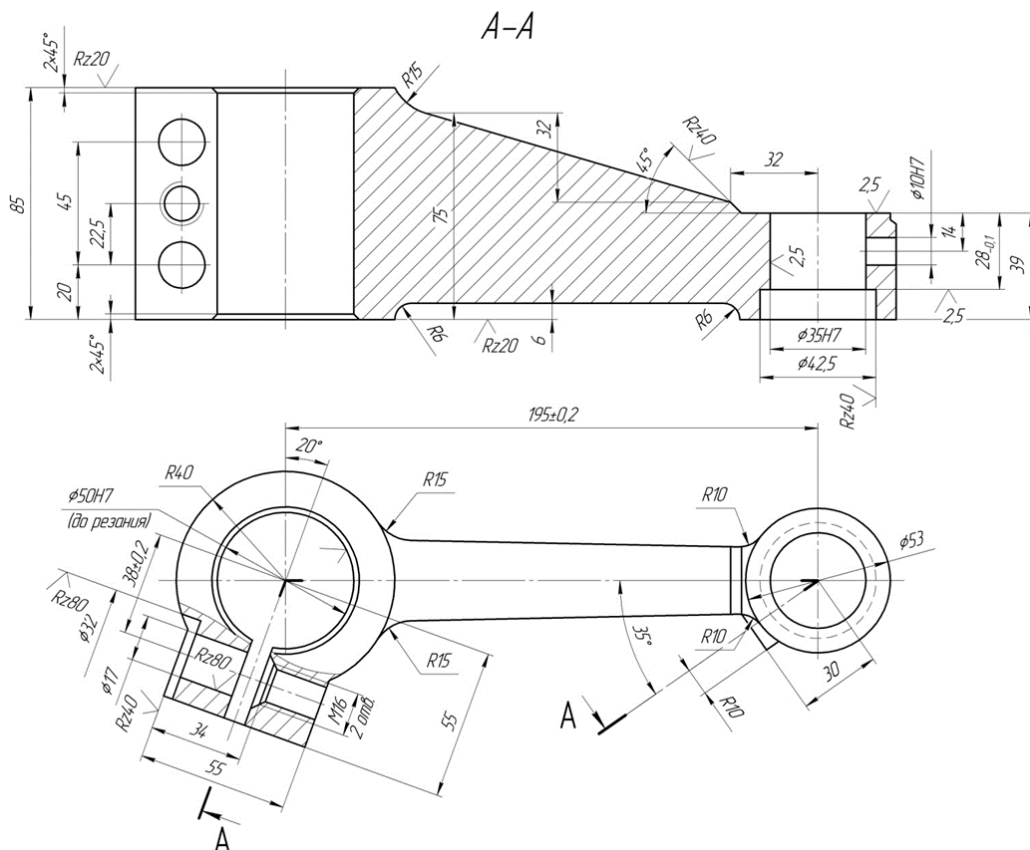


Таблица А. 19

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Литейная	Литье	Машина литейная АЛ9	Форма литейная
010	Слесарная	Обрубка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Вертикально-фрезерная	Фрезеровать литники	Вертикально-фрезерный консольный 6Г13	Тиски
020	Слесарная	Навесить бирку с номером детали	Слесарный верстак	_____
025	Вертикально-фрезерная	Фрезеровать нижнюю плоскость с припуском под шлифование	Вертикально-фрезерный консольный 6Г13	Тиски
030	Плоскошлифовальная	Шлифовать нижнюю плоскость окончательно	Плоскошлифовальный с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем повышенной точности 3П722ДВ	Приспособление
035	Многоцелевая с ЧПУ	В первой позиции: фрезеровать поверхности бобышек в размер 85 и 39 окончательно, расточить отверстия $\varnothing 50H7$ , $\varnothing 35H7$ и фаски окончательно; зенковать выточку $\varnothing 42,5$ окончательно. Во второй позиции: обработать два отверстия $\varnothing 32/\varnothing 17/M16$ и одно отверстие M12 окончательно, фрезеровать паз В=3 окончательно	Многоцелевой (сверлильно-фрезерно-расточный) вертикальный высокой точности 2256ВМФ4	Наладка УСПО двухпозиционная
040	Радиально-сверлильная	Обработать отверстие $\varnothing 10H7$	Радиально-сверлильный 2К52-1	Кондуктор
045	Слесарная	Зачистить заусенцы	Машина для снятия заусенцев	_____
050	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
055	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

## А. 20. Маршрут обработки кронштейна

Вид заготовки – отливка.

Материал – алюминий АК7.

Число деталей из заготовки – 1.

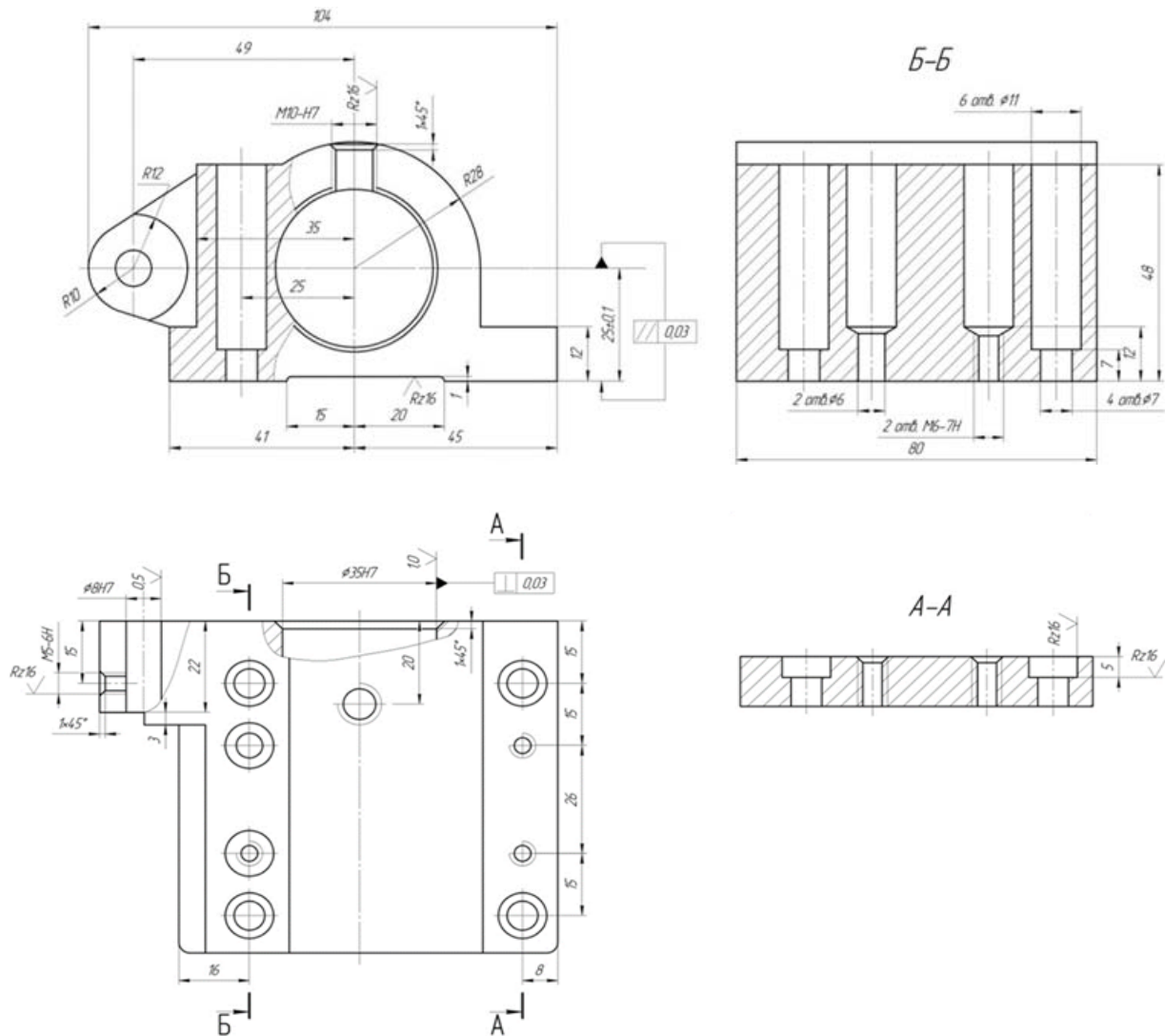
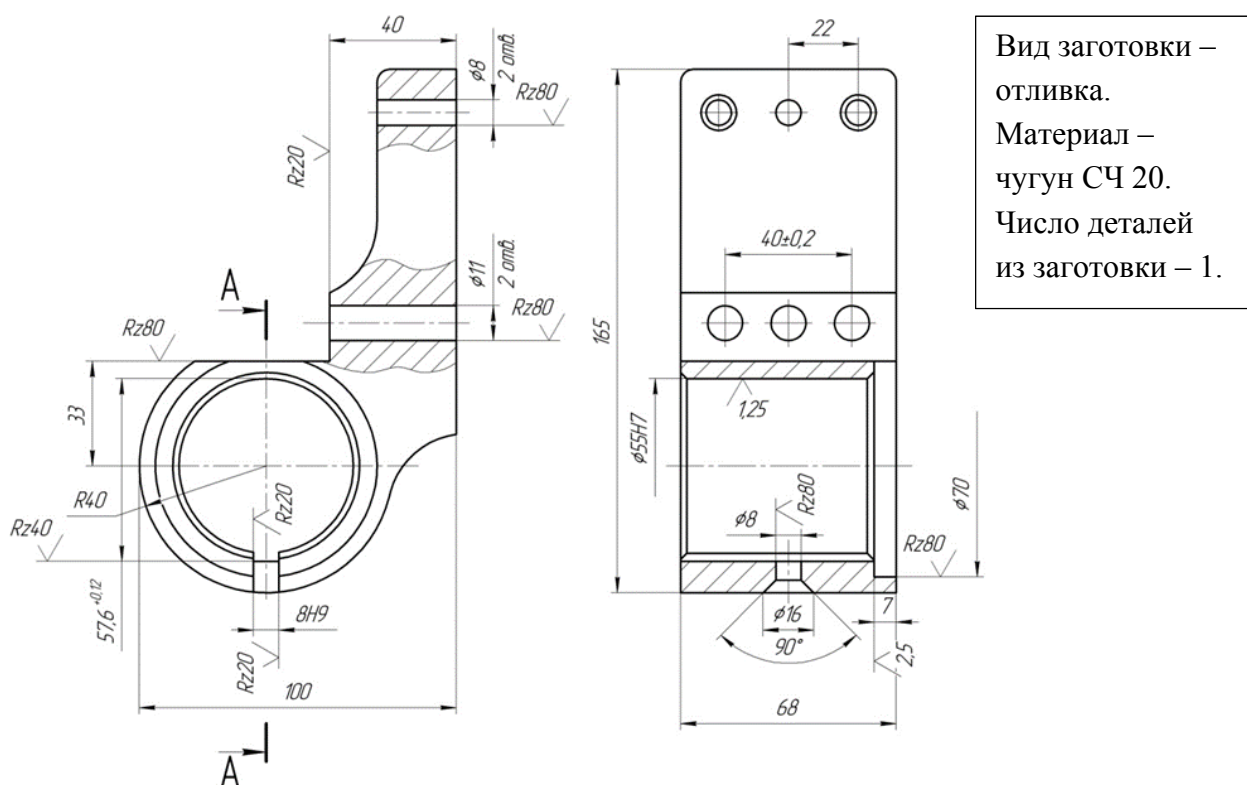


Таблица А. 20

Операция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Литейная	Литье	Машина литейная АЛ9	_____
010	Слесарная	Обрубка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Слесарная	Навесить бирку с номером детали на тару	Верстак слесарный	_____
020	Вертикально-фрезерная	Фрезеровать поверхность прилегания предварительно	Вертикально-фрезерный консольный 6Т13	Приспособление
025	Многоцелевая с ЧПУ	Фрезеровать торец отверстия $\varnothing 35H7$ предварительно, расточить отверстие $\varnothing 35H7$ предварительно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР320МФ4	Наладка УСПО двухместная

1	2	3	4	5
030	Слесарная	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
035	Термическая	Термическая обработка	Печь закалочная	_____
040	Многоцелевая с ЧПУ	Фрезеровать торец отверстия $\varnothing 35H7$ окончательно, расточить и развернуть отверстие $\varnothing 35H7$ окончательно, сверлить, расточить и развернуть отверстие $\varnothing 8H7$ окончательно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР320МФ4	Наладка УСПО
045	Многоцелевая с ЧПУ	В первой позиции: фрезеровать поверхность прилегания и паз $B=35(15+20)$ окончательно, сверлить четыре отверстия $\varnothing 7$ , два отверстия $\varnothing 6$ , сверлить и нарезать резьбу в двух отверстиях М6-7Н. Во второй позиции: зенковать четыре отверстия $\varnothing 7$ до $\varnothing 11$ окончательно, зацентрировать, сверлить и нарезать резьбу М10-7Н окончательно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР320МФ4	Наладка УСПО двухпозиционная
050	Слесарная	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
055	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

### А. 21. Маршрут обработки кронштейна



Вид заготовки – отливка.  
Материал – чугун СЧ 20.  
Число деталей из заготовки – 1.

Таблица А. 21

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Литейная	Литье	Машина литейная АЛ8	_____
010	Слесарная	Обрубка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Окрасочная	Нанесение грунта ГФ1	Камера окрасочная	_____
020	Слесарная	Навесить бирку с номером детали на тару	_____	_____
025	Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ	В первой позиции: фрезеровать плоскость прилегания в размеры 100 и 28 окончательно. Сверлить четыре отверстия $\varnothing 11$ . Сверлить и развернуть два отверстия $\varnothing 8$ до $\varnothing 7H7$ технологически. Во второй позиции: фрезеровать уступ в размере 40 и 73 (R40+33) окончательно. Зенковать два отверстия до $\varnothing 20$ окончательно. В третьей позиции: расточить отверстие $\varnothing 55H7$ , выточку $\varnothing 70$ с пропиловкой торца $\varnothing 55H7/\varnothing 70$ окончательно	Расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином 2254ВМФ4	Наладка УСПО трехпозиционная
030	Вертикально-сверлильная	Зенковать фаску $1 \times 45^\circ$ в отверстия $\varnothing 55H7$	Вертикально-сверлильный 2Н135-1	Подставка
035	Горизонтально-протяжная	Протянуть паз $b=8H9$ окончательно	Горизонтально-протяжной 7512	Приспособление
040	Слесарная	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
045	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
050	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

## А. 22. Маршрут обработки кронштейна

Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 20.

Число деталей из заготовки – 1.

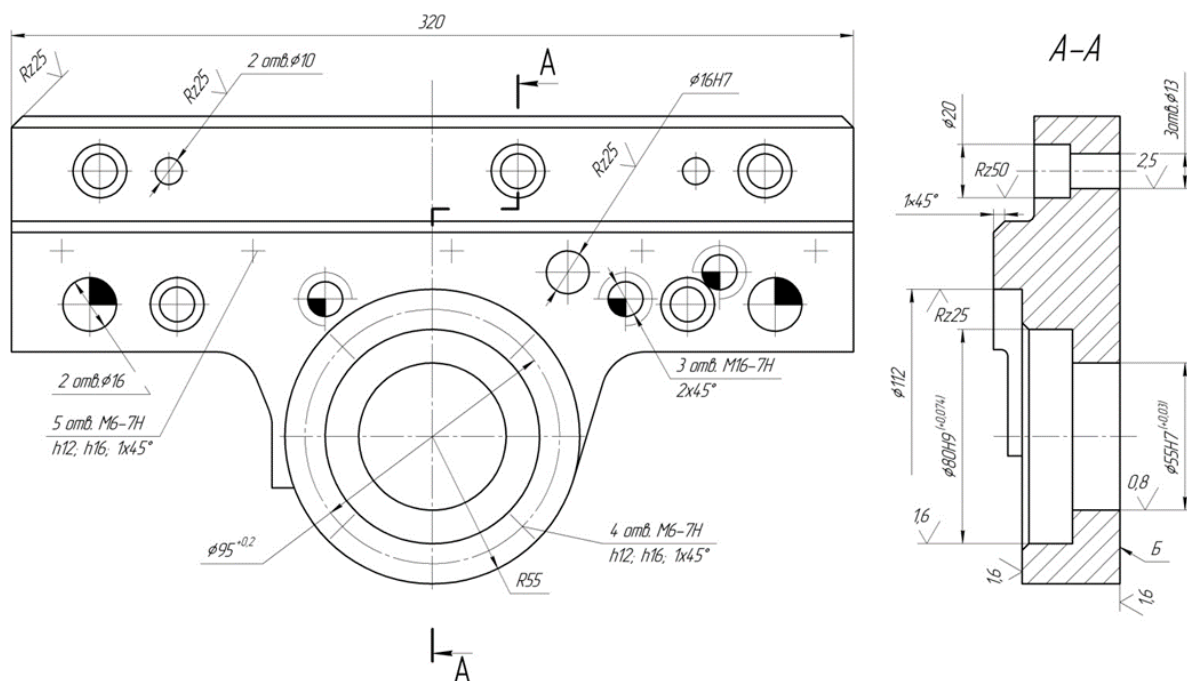


Таблица А. 22

Операция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Литейная	Литье в кокиль	Кокильная машина	_____
010	Слесарная	Обрубка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Окрасочная	Нанесение грунта ГФ1	Окрасочная машина	_____
020	Слесарная	Навесить бирку с номером детали на тару	Верстак слесарный	_____
025	Карусельно-фрезерная	Фрезеровать поверхность Б в размер 32 и противоположную поверхность в размер 52 предварительно	Карусельно-фрезерный 6M23C13	Приспособление двухпозиционное четырехместное с гидравлическим зажимом
030	Слесарная	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
035	Горизонтально-фрезерная	Фрезеровать верхнюю поверхность в размер $84_{+2}$ (120-36)	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Приспособление с гидравлическим зажимом
040	Горизонтально-фрезерная	Фрезеровать два торца в размер 324 предварительно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Приспособление двухпозиционное с гидравлическим зажимом

1	2	3	4	5
045	Горизонтально-расточная с ЧПУ	Расточить отверстие Ø55Н7 до Ø50	Горизонтально-расточный 2А614Ф1	_____
050	Слесарная	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
055	Термическая	Искусственно старить деталь	Печь закалочная	_____
060	Карусельно-фрезерная	Фрезеровать поверхность Б в размер 30,3 и противоположную поверхность в размер 48,6 под шлифование	Карусельно-фрезерный 6М23С13	Приспособление двухпозиционное четырехместное с гидравлическим зажимом
065	Слесарная	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
070	Горизонтально-фрезерная	Фрезеровать верхнюю поверхность в размер 84 (129-36) окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Приспособление с гидравлическим зажимом
075	Горизонтально-фрезерная	Фрезеровать два торца в размер 320 окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	Приспособление двухпозиционное с гидравлическим зажимом
080	Плоскошлифовальная с ЧПУ	Шлифовать поверхность Б в размер 30 и противоположную поверхность в размер 48 окончательно	Плоскошлифовальный 3П722ДВ	Магнитная плита
085	Слесарная	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
090	Горизонтальная расточно-сверлильно-фрезерная	Расточить отверстие Ø55Н7, отверстие Ø80Н9 и выточку Ø112 окончательно. Сверлить и зенковать пять отверстий Ø13/Ø20, сверлить два отверстия Ø16 и два отверстия Ø10, сверлить, зенковать и развернуть отверстие Ø16Н7, сверлить и нарезать резьбу в одиннадцати отверстиях М6-7Н, сверлить и нарезать резьбу в трех отверстиях М16-7Н, сверлить, рассверлить и нарезать резьбу в отверстии Ø22/М10х1-7Н	Горизонтальный расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином 2204ВМФ4	_____
095	Слесарная	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	_____
100	Моечная	Промыть деталь	Моечная машина	_____
105	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

## А. 23. Маршрут обработки корпуса

Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 18.

Число деталей из заготовки – 1.

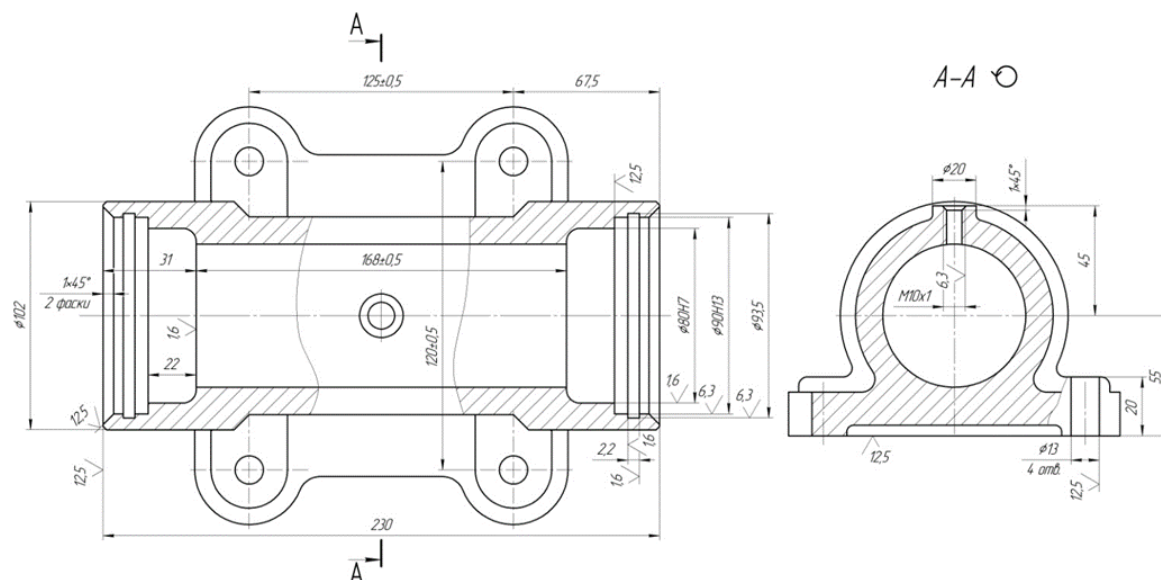


Таблица А. 23

Операция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литейная	Литье в кокиль	Кокильная машина	_____
010	Слесарная	Обрубка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Многоцелевая с ЧПУ	Фрезеровать плоскость основания окончательно. Сверлить четыре отверстия $\varnothing 13$ окончательно. Фрезеровать плоскость бобышки $\varnothing 20$ окончательно, сверлить и нарезать резьбу M10x1-7H в одном отверстии окончательно. Фрезеровать торец $\varnothing 102$ , выдерживая размер 230 окончательно. Расточить выточки $\varnothing 80H7$ ; $\varnothing 90H13$ и фаску 1x45° окончательно. Фрезеровать канавку $b=2,2\pm 0,5$ окончательно. Повернуть угол на 180°. Расточить выточки $\varnothing 80H7$ ; $\varnothing 90H13$ и фаску 1x45° окончательно. Фрезеровать канавку $b=2,2\pm 0,5$ окончательно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР500МФ4	Наладка УСПО
020	Слесарная	Притупить острые кромки	Верстак слесарный	_____
025	Контрольная	Технический контроль	_____	_____



## А. 24. Маршрут обработки корпуса коробки передач

Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 18.

Число деталей из заготовки – 1.

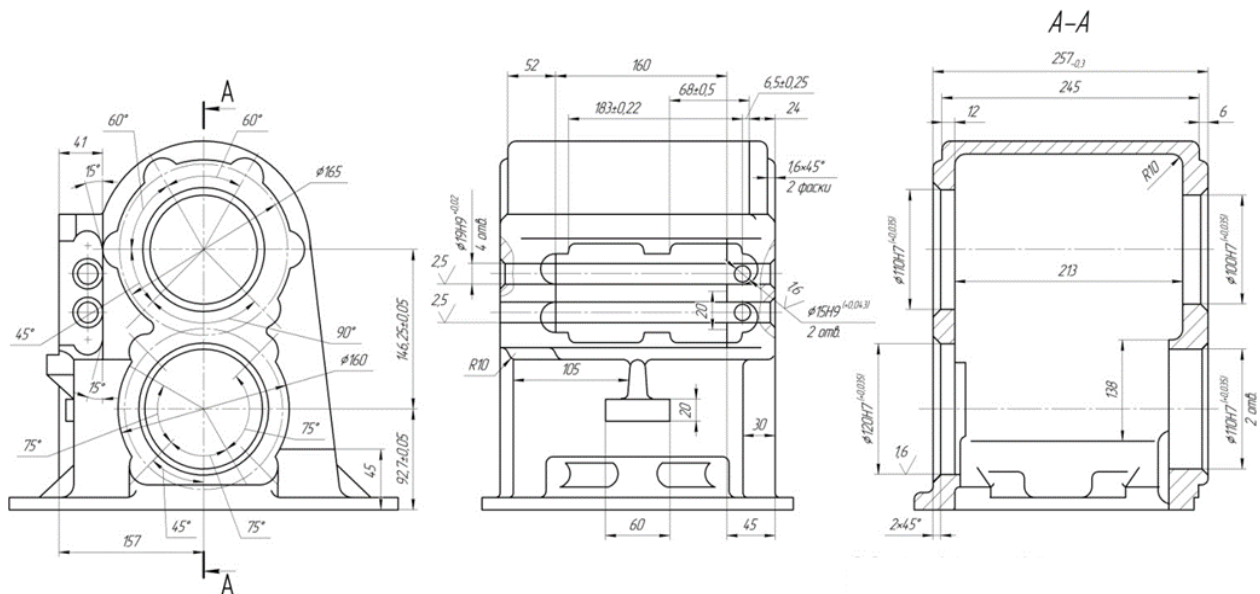


Таблица А. 24

Опера-ция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литейная	Литье	Конвейер литейный	_____
010	Слесарная	Обрубка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Вертикально-фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать левую боковую плоскость предварительно и окончательно. Сверлить, зенкеровать и развернуть два отверстия $\varnothing 15H9$ , сверлить шесть отверстий $\varnothing 14,5$	Вертикально-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином ГФ2171	Наладка УСПО
020	Многоцелевая с ЧПУ	Фрезеровать переднюю плоскость окончательно, расточить отверстие $\varnothing 110H7$ и $\varnothing 120H7$ окончательно, сверлить и нарезать резьбу M12-7H в десяти отверстиях окончательно. Фрезеровать уступ на левой боковой плоскости окончательно, сверлить и нарезать резьбу M8-7H в восьми отверстиях окончательно, сверлить, зенкеровать и развернуть четыре отверстия $\varnothing 19H9$ окончательно	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР500МФ4	Наладка УСПО
025	Слесарная	Притупить острые кромки	Верстак слесарный	_____
030	Контрольная	Технический контроль	_____	_____

## А. 25. Маршрут обработки корпуса центральной бабки

Вид заготовки – отливка.

Материал – чугун СЧ 20.

Число деталей из заготовки – 1.

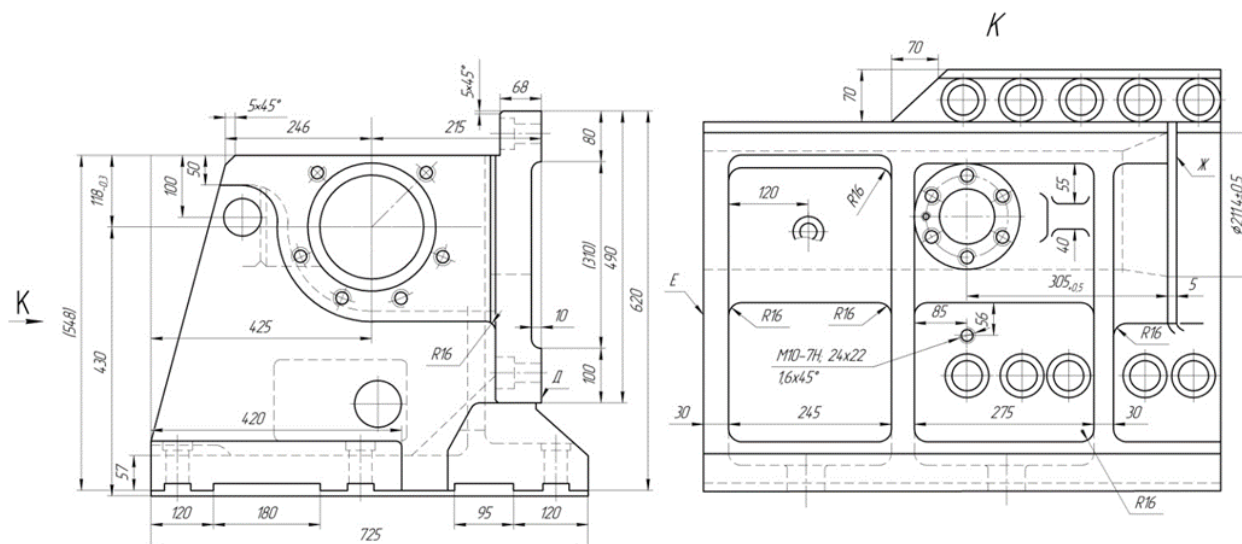


Таблица А. 25

Операция	Название	Содержание или наименование операций	Станок, оборудование	Оснастка
005	Литейная	Литье	Конвейер литейный	_____
010	Слесарная	Обрубка и очистка отливки	Перфоратор	_____
015	Слесарная	Малярная	_____	_____
020	Продольно-фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать верхнюю плоскость, уступ на верхней плоскости и плоскость <i>Д</i> предварительно	Продольно-фрезерный 6М610Ф11	Приспособление
025	Продольно-фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать нижнюю плоскость и левую боковую кромку предварительно	Продольно-фрезерный 6М610Ф11	Наладка УСПО
030	Многоцелевая с ЧПУ	Фрезеровать плоскость <i>Е</i> предварительно, расточить отверстие $\varnothing 180H7$ до $\varnothing 168H9$ , фрезеровать торец <i>Ж</i> и торцовые выступы, противоположные плоскости <i>Е</i> , с припуском 2 мм под старение. Расточить отверстие $\varnothing 90H7$ до $\varnothing 85$ и <i>R78</i> , выдерживая размер 164(162+2)	Многоцелевой с ЧПУ и инструментальным магазином ИР800МФ4	Наладка УСПО
035	Продольно-фрезерная	Фрезеровать наклонную плоскость 2 мм под старение	Продольно-фрезерный 6М610Ф11	Наладка УСПО
040	Слесарная	Притупить острые кромки	Верстак слесарный	_____
045	Термическая	Термическая обработка – старение	Печь закалочная	_____

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ .....	5
2. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	7
2.1. Методы достижения точности и шероховатости поверх- ностей при механической обработке .....	7
2.2. Анализ заводского технологического процесса механи- ческой обработки типовой детали .....	16
2.3. Анализ заводской документации на технологическую опера- цию механической обработки .....	27
2.4. Экономический анализ варианта технологического процесса (операции, метода обработки) .....	39
2.5. Выбор наиболее экономичного варианта технологического процесса (операции) .....	47
3. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ (ТПП) МЕ- ХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВАЛОВ, ВТУЛОК, КРЫШЕК, ШКИВОВ И ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС .....	53
3.1. Разработка типового технологического процесса (ТПП) из- готовления ступенчатых валов .....	53
3.1.1. Сравнение методов обработки наружных цилиндриче- ских поверхностей деталей на токарно-копировальных и токарно-револьверных станках .....	76
3.1.2. Сравнение методов обработки наружных цилиндриче- ских поверхностей деталей на токарно-копировальных и многорезцовых станках .....	82
3.1.3. Сравнение методов обработки наружных цилиндриче- ских поверхностей деталей на токарно-револьверных и многорезцовых станках .....	89
3.2. Разработка ТПП изготовления деталей втулок .....	96
3.2.1. Выбор метода обработки точных отверстий типовых деталей .....	112
3.3. Разработка ТПП изготовления деталей-крышек .....	124
3.3.1. Выбор метода обработки плоских и торцевых поверх- ностей типовых деталей .....	137

3.4. Разработка ТТП изготовления деталей класса диски .....	144
3.5. Разработка ТТП изготовления зубчатых колес прямозубых и косозубых 7 степени точности .....	157
3.5.1. Выбор метода черновой обработки зубьев эвольвент- ных прямозубых зубчатых колес .....	181
3.5.2. Выбор метода чистовой обработки зубьев эвольвент- ных прямозубых зубчатых колес .....	185
3.6. Разработка ТТП изготовления конических зубчатых колес 8 степени точности насадных .....	189
3.7. Разработка ТТП изготовление червячных зубчатых колес насадных .....	200
ЛИТЕРАТУРА .....	214
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	215

*Навчальне видання*

**Георгій Петрович Кремнєв**  
**Федір Васильович Новіков**  
**Василь Михайлович Колесник**

**ТИПОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ  
МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ  
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

*Навчальний посібник*

Відповідальний за випуск

**Новіков Ф. В.**

В авторській редакції

Підп. до друку 11.05.2017 р.  
Формат 60x84/16. Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 14,65.  
Наклад 300 пр. Заказ № 106

Видавництво і друкарня «Ліра»  
49000, м. Дніпропетровськ, вул. Наукова, 5  
Свідоцтво про внесення до Держреєстру  
ДК №188 від 19.09.2000.