

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ставропольский государственный аграрный университет»

**ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие для выполнения  
курсовых и бакалаврских работ

Ставрополь  
«АГРУС»  
2019

УДК 63:621.797 (076)

ББК 40.72

T823

**Составители:**

*Р.В. Павлюк, А.Т. Лебедев, А.В. Захарин, П.А. Лебедев,  
Е.В. Зубенко, Н.П. Доронина, Ю. И. Жевора, Н.А. Марьин*

**Рецензент**

Кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Процессы и машины в агробизнесе» *Л. И. Высочкина*

**Технология сельскохозяйственного машиностроения** : учебно-методическое пособие для выполнения курсовых и бакалаврских работ / Р. В. Павлюк, А. Т. Лебедев, А. В. Захарин, П. А. Лебедев, Е. В. Зубенко, Н. П. Доронина, Ю. И. Жевора, Н.А. Марьин; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: АГРУС, 2019. – 136 с.

В методическом пособии даны сведения о последовательности и методике выполнения курсовой работы, методика разработки технологического процесса обработки детали, методика оформления технологической документации, назначения режимов резания, составления структурной схемы сборки узла. В приложениях приведены справочные материалы, необходимые при выполнении курсовой работы, и примеры оформления графической части работы.

Для студентов и аспирантов высших учебных заведений очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлениям: бакалавриат – 35.03.06 – «Агроинженерия», 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»; магистратура – 23.04.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 35.04.06 – «Агроинженерия»; аспирантура – 35.06.04 – «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве».

**УДК 63:621.797 (076)**

**ББК 40.72**

© ФГБОУ ВО СтГАУ, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	4
1	ОБЩАЯ МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ.....	5
	1.1 Состав курсовой работы.....	5
	1.2 Последовательность выполнения курсовой работы.	6
	1.3 Характеристика детали.....	7
	1.4 Анализ технологичности конструкции детали.....	9
2	СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	11
	2.1 Выбор заготовки.....	11
	2.2 Определение типа производства.....	17
3	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	19
	3.1 Общие принципы назначения операций обработки детали.....	19
	3.2 Установление режимов обработки аналитическим методом.....	27
	3.3 Правила оформления технологической документации процессов механической обработки.....	37
4	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СБОРКИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ.....	86
5	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ВИНТОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРУЖИН СЖАТИЯ.....	94
	5.1 Сущность упрочнения пружин контактным задеволианием и анализ конструкции приспособления....	94
	5.2 Анализ конструкции пружины.....	101
	5.3 Пример проектирования приспособления.....	102
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	112
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИ- СТИКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ.....	114
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	129
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	134
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	135

## **ВВЕДЕНИЕ**

*Необходимость выпускать качественную и конкурентно способную на мировом рынке продукцию, требования к повышению эффективности производства и техническому прогрессу во многом зависят от опережающего развития разработки и внедрения нового оборудования, машин, станков, аппаратов и технологий.*

*В связи с этим в учебном процессе высших учебных заведений значительное место отводится самостоятельным работам, выполняемым студентами старших курсов, таким, как курсовая работа по технологии сельскохозяйственного машиностроения.*

*Курсовая работа закрепляет, углубляет и обобщает знания, полученные студентами во время лекционных и практических занятий, учит студентов пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами, умело сочетая справочные данные с теоретическими знаниями, полученными в процессе изучения курса.*

*При выполнении курсовой работы по технологии сельскохозяйственного машиностроения особое внимание уделяется самостоятельному творчеству студента с целью развития его инициативы в решении технических и организационных задач, а также детального и творческого анализа существующих технологических процессов.*

*Защита курсовой работы позволяет оценить умение студента кратко в установленное время изложить сущность проделанной работы, а также аргументировано объяснить принятые решения при ответах на вопросы по работе.*

# **1 ОБЩАЯ МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.**

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ**

### **1.1 Состав курсовой работы**

Курсовая работа по основам производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, выполняемая в ходе учебного процесса, очевидно, не может в полной мере соответствовать проектам, которые составляются в производственных условиях, так как студент-проектант в данном случае еще не располагает достаточным опытом. Кроме того, в учебных целях выполняется ряд работ, преимущественно расчетного характера и не всегда осуществляемых в производственных условиях. Тем не менее, учебная работа должна по возможности ориентироваться на методы проектирования и оформления, принятые на производстве.

Техническая документация должна оформляться в соответствии со стандартами ЕСКД и ЕСТД. В состав курсовой работы входят следующие документы:

1. Задание на проектирование, составленное и утвержденное согласно принятому в учебном заведении порядку.

2. Пояснительная записка (ПЗ), представляющая собой все необходимые технические и технико-экономические расчеты, дающие обоснование принятых проектантом решений. Примерный состав пояснительной записки и рекомендации по её оформлению приводятся в соответствующем разделе.

3. Разработанный и оформленный на картах маршрутный технологический процесс механической обработки вала средней сложности на 6...10

операций и операционная карта механической обработки по заданию преподавателя.

4. Графическая часть работы (прил. 2) включает:

первый лист формата А1 содержит чертежи: детали (А3) с указанием размеров и технических требований, заготовки (А3), эскизы двух токарных операций с указанием переходов, режимов обработки и размеров;

второй лист формата А1 (А3) содержит сборочный чертёж приспособления с техническими требованиями на расположение установочных элементов и эскиз устанавливаемой в приспособление заготовки;

третий лист формата А2 (А3) содержит структурную схему сборки узла.

При выполнении курсовой работы желательно оформлять часть научно-исследовательской студенческой работы, основанием которой служат, как правило, исследования, выполненные студентом во время прохождения производственной практики. Такого рода работы могут быть проведены, например, в области исследований точности механической обработки и качества поверхности в производственных условиях, повышения производительности обработки, эффективности использования оборудования, реальной стойкости режущих инструментов, новых методов и процессов и ряда других вопросов, определяемых потребностями и особенностями производства, на котором студент проходил производственную практику, или тематикой исследований, проводимых на кафедре.

## **1.2 Последовательность выполнения курсовой работы**

1. Выполнить чертеж детали.
2. Дать описание конструкции и назначения детали.

3. Произвести технологический контроль чертежа и выполнить анализ технологичности конструкции.
4. Разработать первоначальный вариант технологического маршрута.
5. На основании исходных данных задания на проектирование определить тип производства.
6. На обрабатываемые поверхности назначить припуски, пользуясь табличными данными.
7. Построить схему расположения припусков и допусков для наибольшего размера детали.
8. Начертить чертеж заготовки.
9. Оформить маршрутный технологический процесс на соответствующих стандартных картах.
10. Разработать операционные карты для заданной операции и эскизы к её выполнению.
11. Выполнить расчеты режимов резания для заданной операции технологического процесса, произвести нормирование операций. Полученные данные записать в операционную карту.
12. Окончательно оформить операционную карту технологического процесса.
13. Разработать сборочный чертёж приспособления для крепления детали, указанной в задании.
14. Разработать технологическую схему сборки заданного узла.

### **1.3 Характеристика детали**

Для техничеки грамотной и обоснованной разработки технологического процесса необходимо дать описание назначения самой детали,

основных ее поверхностей, точности их взаимного расположения, точности размеров и шероховатости поверхности (табл. 1, 2). Далее следует определить отклонения на размеры и поверхности, отсутствующие на чертеже (на свободные размеры, неуказанные отклонения формы и расположения), для последующей записи их в технологические карты.

Таблица 1 – Рекомендуемые значения параметров шероховатости поверхности деталей машин

Поверхности	$Ra$ , мкм
Опорных шеек валов под подшипники скольжения	0,32
Опорных шеек валов под вкладыши из бронзы	0,4
Опорных шеек валов под подшипники качения	0,8
Посадочных шеек валов под зубчатые колёса	1,6
Шеек и кулачков распределительных валов	0,32

Из описания назначения и конструкции детали должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют основное, решающее значение для служебного назначения детали и какие – второстепенное.

Таблица 2 – Шероховатость поверхности при различных методах обработки

Обработка	$Ra$ , мкм	$S$ , мм
Обтачивание:		
черновое	12,5 - 50	0,32 – 0,25
получистовое	3,2 – 12,5	0,160 – 0,40
чистовое	0,8 – 2,5	0,080 – 0,160
тонкое	0,1 – 0,8	0,020 – 0,100
Шлифование:		
предварительное	1 – 2,5	0,063 – 0,20
чистовое	0,2 – 1,25	0,025 – 0,100
тонкое	0,05 – 0,25	0,008 – 0,025

Кроме того, необходимо высказать свои соображения относительно правильности выбора материала для данных условий работы детали в узле, целесообразности его замены другими марками и какими именно.

#### **1.4 Анализ технологичности конструкции детали**

Цель анализа технологичности конструкции детали заключается в выявлении недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности.

1. На основании изучения условий работы узла изделия, а также учитывая заданную годовую программу, проанализировать возможность упрощения конструкции детали, а также возможность и целесообразность замены материала.

2. Проанализировать конструктивные элементы детали в технологическом отношении. Выявить труднодоступные для обработки места.

3. Увязать указанные на чертежах допускаемые отклонения размеров, шероховатости и пространственные отклонения геометрической формы и взаимного расположения поверхностей с геометрическими погрешностями станков.

4. Определить возможность непосредственного измерения заданных на чертеже размеров.

5. Определить поверхности, которые могут быть использованы при базировании, возможность введения искусственных баз.

6. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки, учитывая экономические факторы.

7. Предусмотреть в конструкциях деталей, подвергающихся термической обработке, конструктивные элементы, уменьшающие коробление деталей в процессе нагрева и охлаждения, и определить, правильно ли выбраны материалы с учётом термической обработки.

Для валов указывают:

1. Можно ли обрабатывать поверхности проходными резцами?
2. Убывают ли к концам диаметральные размеры шеек вала?
3. Можно ли уменьшить диаметры больших фланцев или буртов или исключить их вообще, и как это повлияет на коэффициент использования металла?
4. Можно ли заменить закрытые шпоночные канавки открытыми, которые обрабатываются гораздо производительнее дисковыми фрезами?
5. Имеют ли поперечные канавки форму и размеры, пригодные для обработки на гидрокопировальных станках?
6. Допускает ли жёсткость вала получение высокой точности обработки (жёсткость вала считается недостаточной, если для получения точности 6...9-го квалитетов соотношение его длины к диаметру свыше 10...12, а для валов, изготавливаемых по более низким квалитетам, это отношение может быть равно 15, при многорезцовой обработке это отношение следует уменьшить до 10).

После проведения анализа технологичности все предложения по изменению конструкции детали должны быть систематизированы в расчётно-пояснительной записке, ряд этих предложений по согласованию с руководителем проекта может быть внесён в конструкцию детали.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

**Введение** содержит краткое описание проделанной работы.

### 2.1 Выбор заготовки

При проектировании процесса изготовления детали важным вопросом является выбор наиболее рациональной заготовки. От выбора заготовки т.е. от установления метода её получения, формы, величины припусков, напусков и др. зависят объём последующей механической обработки и все последующие трудовые и финансовые затраты на изготовление детали.

Основная задача при изготовлении заготовок – приближение их по форме и размерам к готовым деталям. В машиностроении применяют в качестве заготовок отливки, поковки, штамповки, сортовой прокат. Механические свойства отливок, с одной стороны, поковок и штамповок с другой значительно отличаются друг от друга, поэтому уже при проектировании машины вид заготовки каждой её детали определяется конструктором по согласованию с технологами заготовительного и механического цехов. Выбор заготовки зависит от материала, размеров и формы детали, условий работы детали в изделии, а также масштаба производства.

В курсовой работе выдано задание на разработку технологического процесса изготовления вала с перепадом между наибольшим и наименьшим диаметрами не превышающим 30 мм. В данном случае необходимо применить прутковую заготовку для изготовления детали на револьверных станках и автоматах. Горячекатаный прокат предварительно подвергают обточке по наружному диаметру на специальных станках.

Круглый прокат обычной точности изготавливается промышленно-стью диаметрами от 5 мм до 150 мм (Таблица 3).

Таблица 3 – Сталь горячекатаная круглая обычной точности по ГОСТ 2590-88

Диаметр	Допускаемые отклонения		Допуск
	+	-	
5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19	0,3	0,5	0,80
20; 21; 22; 23; 24; 25	0,4	0,5	0,90
26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 42; 44; 48	0,4	0,75	1,15
50; 52; 54; 55; 56; 58	0,4	1,0	1,40
60; 62; 65; 68; 70; 72; 75; 78	0,5	1,1	1,60
80; 85; 90; 95	0,5	1,3	1,8
100; 110; 115	0,6	1,7	2,80
120; 125; 130; 140; 150	0,8	2,0	2,80

Важное значение в процессе механической обработки детали имеют операционные припуски, зависящие от погрешностей формы и размеров заготовки и толщины повреждённого поверхностного слоя заготовки (окалины, обезуглероженного слоя, поверхностных неровностей, трещин, раковин и т.п.), от способа установки детали при обработке и точности предыдущей операции. Припуски на обработку должны обеспечивать, с одной стороны, получение детали заданных размеров и качества поверхности, а с другой – должны быть минимальными во избежание перерасхода металла и для уменьшения объёма механической обработки. Правильное назначение операционных припусков обеспечивает экономию материальных и трудовых ресурсов, снижает себестоимость изделий.

В массовом и крупносерийном производстве припуски рекомендуются рассчитывать математическим методом, поскольку этот метод обеспечивает минимальный расход металла.

В серийном и единичном производстве используют статистический (табличный) метод определения промежуточных припусков, что обеспечивает быструю подготовку производства и освобождает технолога от трудоёмкой работы.

Припуски на подрезание торцовых поверхностей определяются исходя из опытных данных по таблице 4, а припуски на обработку наружных поверхностей (точение и шлифование) – по таблицам 5 и 6.

Таблица 4 – Припуск на чистовое подрезание торцов и уступов

Диаметр заготовки	Общая длина заготовки, мм					
	До 18	18-50	50-120	120-260	260-500	Св.500
До 30	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
30-50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
50-120	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
120-300	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,5

Таблица 5 – Промежуточные припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей

Номинальный диаметр	Операция	Припуск на диаметр при расчётной длине, мм								
		До 25	25... 63	63... 100	100... 160	160... 250	250... 400	400... 630	630... 1000	1000... 1600
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 6	Точение черновое	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	-	-	-
	Точение чистовое	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	-	-	-
	Шлифование	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	-
		0,30	0,30	0,30	0,30	0,4	0,4	0,5	-	-
6...10	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	-
	Шлифование	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	-	-	-
		0,30	0,30	0,30	0,40	0,4	0,4	-	-	-

Окончание таблицы 5

10...18	Точение черновое Точение чистовое Шлифование	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	-	-	
		1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	-	
		<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	0,4	0,5
		0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5		
18...30	Точение черновое Точение чистовое Шлифование	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	5,0	5,0	
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	
		<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	
		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	
30...50	Точение черновое Точение чистовое Шлифование	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	
		<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,7</u>	
		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	
50...80	Точение черновое Точение чистовое Шлифование	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	
		<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>	
		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	
80...120	Точение черновое Точение чистовое Шлифование	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	7,0	7,5	8,5	8,5	
		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	
		<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,8</u>	
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	
120...200	Точение черновое Точение чистовое Шлифование	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,5	8,0	9,0	9,0	
		2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	
		<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>	<u>0,8</u>	
		0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	

*Примечание*

1. В числителе даны припуски для незакалённых деталей, в знаменателе – для закалённых.

2. При обработке с уступами припуск назначается по отношению к общей длине детали.

3. При закаливании деталей, изготовленных из сталей, подверженных значительным термическим деформациям (например, из стали 45), припуски под шлифование следует увеличивать.

Припуск на обработку двух торцовых поверхностей заготовки равен удвоенному припуску на подрезание торцов и уступов. Общая длина заготовки определяется путём суммирования номинальной длины детали по рабочему чертежу и припуска на обработку двух торцовых поверхностей.

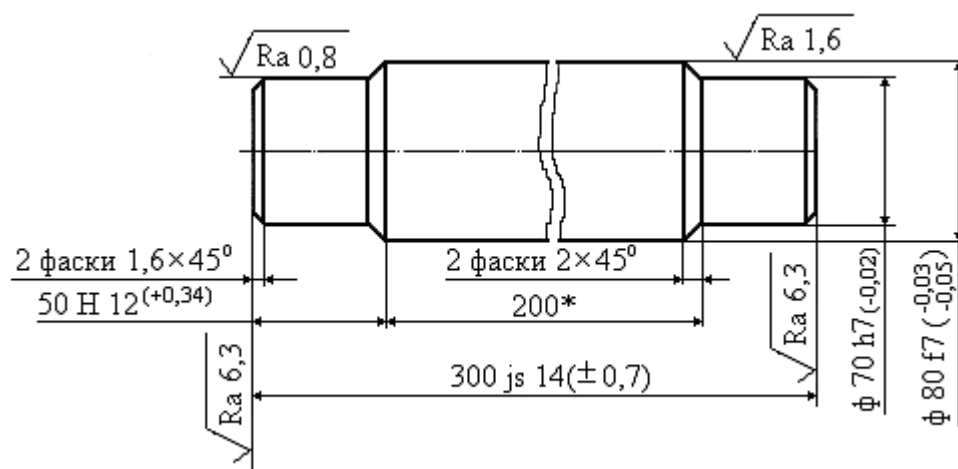
Таблица 6 – Типовые методы обработки валов в зависимости от точности

Квалитеты ИСО	Способы обработки
14...12	Однократное точение
11...9	Черновое и чистовое точение
9...6	Черновое точение, чистовое точение, однократное шлифование
6...5	Черновое точение, чистовое точение, предварительное и окончательное шлифование

При высоких требованиях к классу шероховатости поверхности вводится отделочная операция (суперфинишная, притирочная, полировальная).

Подберём заготовку для детали типа «Вал» на рисунке 1.

Пример выбора припусков для детали



1.  $HRC_\Sigma \dots 41 \dots 45$ .
2. Неуказанная шероховатость поверхностей  $Ra = 12,5$  мкм.
3. \* Размер для справки.

Рисунок 1 – Чертёж детали

Технологический процесс обработки заготовки состоит из следующих операционных переходов:

005 – черновое точение;

010 – чистовое точение;

015 – шлифовальная однократная обработка.

При черновом точении припуск на обработку составляет 4,5 мм, а при чистовом – 2 мм и на шлифовальной однократной обработке – 0,5 мм (табл. 5).

Определяем промежуточные размеры обрабатываемых поверхностей согласно маршрутному технологическому процессу:

– на токарную операцию 010:

$$D_{p.010} = D_n + 2z_{ш} = 80 + 0,5 = 80,5 \text{ мм};$$

– на токарную операцию 005:

$$D_{p.005} = D_{p.010} + 2z_{010} = 80,5 + 2,0 = 82,5 \text{ мм};$$

– расчётный размер заготовки:

$$D_{p.з.} = D_{p.005} + 2z_{005} = 82,5 + 4,5 = 87 \text{ мм}.$$

По расчётным данным заготовки выбираем необходимый размер горячекатаного проката обычной точности по ГОСТ 2590–88 (табл. 3)

Например, диаметр проката 90 мм записывается следующим образом:

$$\text{Круг } \frac{90\text{-В-ГОСТ } 2590\text{-}88}{45\text{-Б ГОСТ } 1050\text{-}88}$$

Нормальная длина проката стали обыкновенного качества при диаметре 53...110 мм составляет 4...7 м. Отклонения для диаметра 90 мм

равны:  $90^{+0,5}_{-1,3}$ .

Припуск на обработку двух торцовых поверхностей заготовки равен 2,4 мм.

Общая длина заготовки  $L_3$ :

$$L_3 = L_0 + 2z_{н\text{одп}} = 300 + 1,2 \times 2 = 300 + 2,4 = 302,4 \text{ мм},$$

где  $L_0$  – номинальная длина детали по рабочему чертежу, мм.

Общую длину заготовки округляем до целых единиц. Принимаем длину заготовки 303 мм. Предельные отклонения на длину заготовки устанавливаем по справочным таблицам.

Объём заготовки определяем по плюсовым допускам:  $D = 9,05$  см;  
 $L = 30,5$  см;

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4}; V = 1960,95 \text{ см}^3,$$

где  $L$  – длина заготовки с плюсовым допуском, см;

$D$  – диаметр заготовки по плюсовым допускам, см.

Массу заготовки определяем по формуле:

$$M_3 = 0,00785 \cdot 1960,95 = 15,4 \text{ кг.}$$

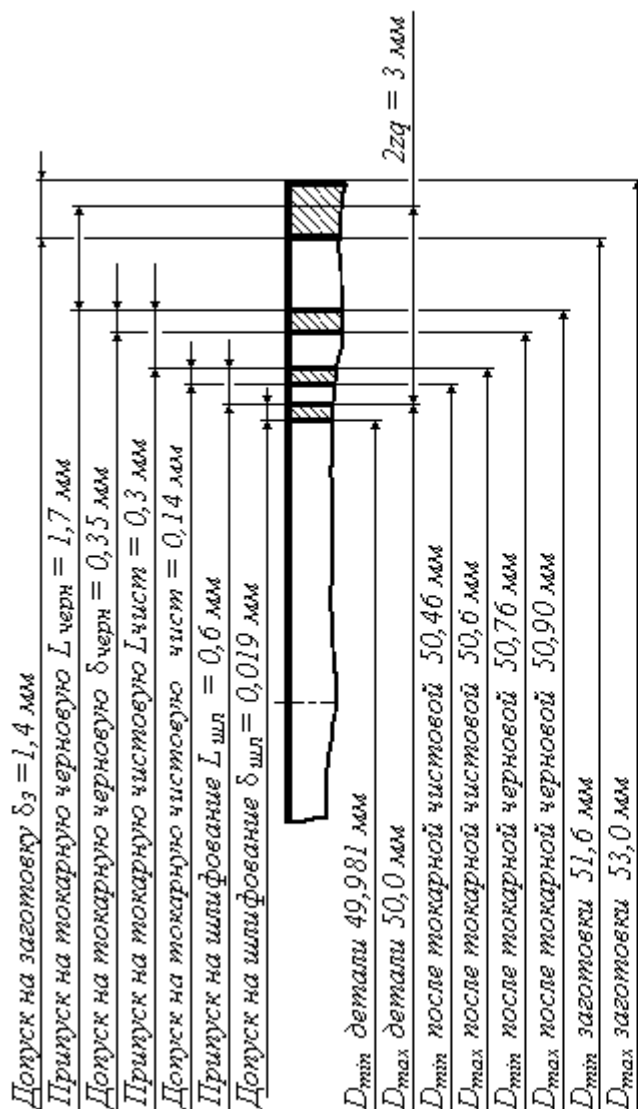
Промежуточные размеры и допуски на них определяем для каждой обрабатываемой поверхности.

Рассмотрим схему расположения припусков и допусков на примере вала диаметром  $d 50 h6$  (рис. 2).

Припуски назначены согласно нормативной таблицы 5. Допуск для черновой токарной обработки следует выбирать по 12 качеству точности  $h 12$ , для чистовой – по 10 качеству точности  $h 10$ .

## 2.2 Определение типа производства

Тип производства определяется в зависимости от объёма выпуска, указанного в задании и массы детали по таблице 7.



*Вал d 50 h6 (-0,019)*

*Материал - сталь 45 ГОСТ 1050-74  
Твёрдость HRC 54...58*

*Маршрут обработки*

- 005 Токарная (черновая обработка)*
- 010 Токарная (чистовая обработка)*
- 015 Термическая*
- 020 Шлифовальная*

Рисунок 2 – Расположение полей допусков и промежуточных размеров для операций

Таблица 7 – Зависимость типа производства от объёма выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
<1	<10	10 - 2000	1500 - 100000	75000 – 200000	200000
1,0-2,5	<10	10 - 1000	1000 – 50000	50000 – 100000	100000
2,5-5,0	<10	10 - 500	500 – 35000	35000 – 75000	75000
5,0-10	<10	10 - 300	300 – 25000	25000 – 50000	50000
>10	<10	10 - 200	200 - 10000	10000 - 25000	25000

## **3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Технологическая документация оформляется согласно правилам, изложенным в методическом пособии «Правила оформления технологической документации». Этим методическим пособием следует пользоваться при выполнении курсовой работы.

### **3.1 Общие принципы назначения операций обработки детали**

Разработка маршрутного технологического процесса механической обработки заготовки является основой всей курсовой работы. От правильности и полноты разработки маршрутного технологического процесса во многом зависят организация производства и дальнейшие технико-экономические расчёты.

При разработке маршрутного технологического процесса необходимо правильно определить перечень и последовательность выполнения операций. В курсовой работе операции маршрутного технологического процесса следует выбирать согласно требованиям чертежа вала по таблице 8.

Одной из важнейших задач при разработке маршрутного технологического процесса является выбор станочного оборудования. От правильного выбора зависит производительность труда, экономное использование производственных площадей, электроэнергии и в итоге себестоимость продукции. В зависимости от объёма выпуска изделий выбирают станки по степени специализации, а также станки с ЧПУ.

Таблица 8 – Шероховатость поверхности и точность при различных методах обработки резанием

Метод обработки	Шероховатость поверхности		Точность	
	класс	обозначение	класс	кавалитет
<b>Точение:</b>				
обдирочное	1...4	R <sub>z</sub> 320...40	4	11
чистовое	5...7	R <sub>z</sub> 20...R <sub>a</sub> 125	3	9...10
тонкое	8	R <sub>a</sub> 0,63	2	6...8
<b>Строгание:</b>				
обдирочное	1...4	R <sub>z</sub> 320...40	5	12...13
чистовое	5...7	R <sub>z</sub> 20...1,25	4...5	11...13
тонкое	7...8	R <sub>a</sub> 1,25...0,63	3	9...10
<b>Фрезерование:</b>				
обдирочное	3...4	R <sub>z</sub> 80...40	5	12...13
чистовое	5...6	R <sub>z</sub> 20...2,5	4	11
тонкое	7...8	R <sub>a</sub> 1,25...0,63	3	9...10
<b>Сверление:</b>	3...5	R <sub>z</sub> 80...20	5...4	13...11
<b>Зенкерование:</b>	4...6	R <sub>z</sub> 40...R <sub>a</sub> 2,5	5...4	13...11
<b>Развёртывание:</b>				
черновое	5...6	R <sub>z</sub> 20...R <sub>a</sub> 2,5	3	9...10
чистовое	6...8	R <sub>a</sub> 2,5...0,63	2	6...8
тонкое	8...9	R <sub>a</sub> 0,63...0,32	2...1	8...6(6...5)
<b>Протягивание:</b>	6...10	R <sub>a</sub> 2,5...0,16	3...2(1)	10...6(5...6)
<b>Шлифование круг- лое и плоское:</b>				
обдирочное	2...6	R <sub>z</sub> 40...R <sub>a</sub> 2,5	4	11
чистое	7...8	R <sub>a</sub> 1,25...0,63	3	9...10
тонкое	9...10	R <sub>a</sub> 0,32...0,16	3...2(1)	10...(5,6)
<b>Притирка:</b>	7...14	R <sub>a</sub> 1,25...0,01	2...1	8...5
<b>Хонингование:</b>	9...13	R <sub>a</sub> 0,32...0,02	2...1	8...5
<b>Суперфиниш:</b>	9...14	R <sub>a</sub> 0,32...0,01		
<b>Полирование:</b>	7...12	R <sub>a</sub> 1,25...0,04		

*Примечание.* В скобках указана достижимая точность обработки

При выборе станка необходимо учитывать: масштаб производства, заданную точность обработки, соответствие станка размерам обрабатываемой детали; мощность станка, кинематические данные станка, размеры и стоимость станка. Технические характеристики металлорежущих станков, необходимых для выполнения работы, приведены в приложении к методическим указаниям.

Разрабатывая технологический процесс обработки деталей, необходимо выполнить следующие условия:

1. Наметить базовые поверхности, которые должны быть обработаны в самом начале процесса.

2. Выполнить операции черновой обработки, при которых снимают наибольшие слои металла, что позволяет сразу выявить дефекты заготовки и освободиться от внутренних напряжений, вызывающих деформации.

3. Обработать вначале те поверхности, которые не снижают жёсткость обрабатываемой детали.

4. Первыми следует обрабатывать такие поверхности, которые не требуют высокой точности качества.

5. Необходимо учитывать целесообразность концентрации (обработка в операции максимально возможного числа поверхностей) или дифференциации (разделение операций на более простые) операций.

6. При выборе технологических баз следует стремиться к соблюдению основных принципов базирования – совмещения и постоянства баз.

7. Необходимо учитывать, на каких стадиях технологического процесса целесообразно производить механическую обработку, гальвани-

ческие покрытия, термическую обработку и другие методы обработки в зависимости от требований чертежа.

При выборе баз необходимо принимать поверхности, не подлежащие обработке, а если детали имеют несколько необрабатываемых поверхностей, то за базу надо принимать ту из них, которая должна иметь наименьшее смещение относительно своей оси или быть с наименьшим припуском на обработку.

При выборе баз необходимо принимать поверхности, от которых дан размер на чертеже, определяющий положение обрабатываемой поверхности. Базы должны обеспечить отсутствие недопустимых деформаций детали, а также простоту конструкции станочного приспособления с удобной установкой, креплением и снятием обрабатываемой детали.

Материалом для валов служат стали марок 35, 40, 45. Ответственные валы делают из легированных конструкционных сталей (40Х, 50Х, 40Г, 50Г и др.). Наиболее часто посадочные места у валов под зубчатые колеса, муфты выполняют по 9. . 11 квалитетам, а в сильно нагруженных – по 6. . 8 квалитетам. Шейки под подшипники делают по 6. . 7 и в отдельных случаях – по 5. . 6 квалитетам.

Заготовками для валов служат прокат, прокат с последующим волочением, штамповки.

Технологический процесс обработки длинного вала ( $l > 4d$ ) из проката состоит из резки заготовки, подрезки торцов, центровки и точения двух концов вала на центровых гнездах.

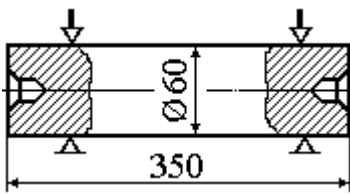
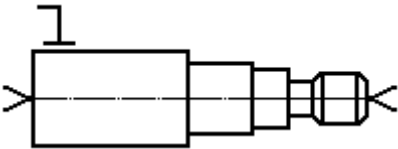
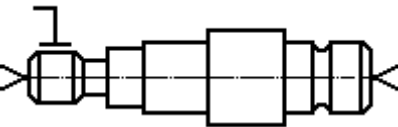
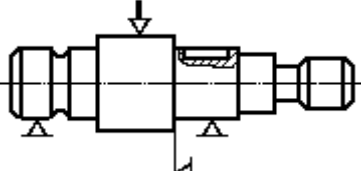
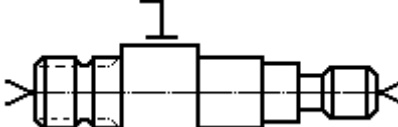
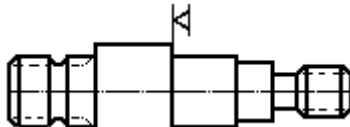
Резку заготовок валов выполняют на прессах, ножовках, резцами на токарных станках, дисковыми сегментными фрезами (пилами).

Торцы подрезают на токарных, фрезерных и фрезерно-центровых станках.

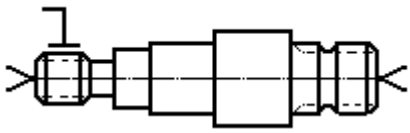
Центровку валов осуществляют на токарных, сверлильных, центровальных, фрезерно-центровальных станках.

Схема обработки вала приведена в таблице 9. При отсутствии фрезерно-центровального станка подрезку торцов и центровку вала можно вести на токарном станке.

Таблица 9 – Схема обработки вала

№ п/п	Эскизы установки	Содержание операций	Приспособление, инструмент
1.		Фрезерно-центровальная (фрезеровать и центровать торцы вала с двух сторон)	Зажимные призмы, фрезы торцевые, сверла центровочные
2.		Токарная (точить поверхности конца вала)	Поводковая планшайба, центра, хомуттик, резцы: проходкой, подрезной канавочный
3.		Токарная (точить поверхности другого конца вала)	Поводковая планшайба, центра, хомуттик, резцы: проходкой, подрезной радиусный
4.		Фрезерная (фрезеровать шпоночный паз)	Приспособление, фреза пальцевая
5.		Шлицефрезерная (фрезеровать шлицы)	Поводковая планшайба, центра, хомуттик, фреза червячная шлицевая
6.		Резьбонакатная (накатать резьбу)	Приспособление, резьбонакатные ролики

Окончание таблицы 9

7.		Шлифовальная (шлифовать поверхности)	Поводковая планшайба, центра, хомут, шлифовальный круг
----	---	--------------------------------------	--

Маршрутный технологический процесс оформляется в курсовой работе в маршрутной карте. Нумерация операций кратна 5. Записывается код операции (таблица 10), название операции и марка применяемого оборудования.

Таблица 10 – Коды технологических операций обработки резанием, применяемых в курсовой работе

4108	Резьбонакатная	4180	Протяжная
4110	Токарная	4181	Горизонтально-протяжная
4111	Токарно-револьверная	4220	Расточная
4112	Автоматная токарная	4221	Горизонтально-расточная
4114	Токарно-винторезная	4222	Вертикально-расточная
4120	Сверлильная	4260	Фрезерная
4121	Вертикально-сверлильная	4261	Вертикально-фрезерная
4123	Радиально-сверлильная	4262	Горизонтально-фрезерная
4124	Центровальная	4266	Универсально-фрезерная
4130	Шлифовальная	4269	Фрезерно-центровальная
4131	Круглошлифовальная	4271	Резьбофрезерная
4132	Внутришлифовальная	4280	Отрезная
4133	Плоскошлифовальная	4281	Ножовочно-отрезная
4134	Бесцентровошлифовальная	4282	Ленточно-отрезная
4135	Резьбошлифовальная		
4182	Вертикально-протяжная		
4190	Отделочная		

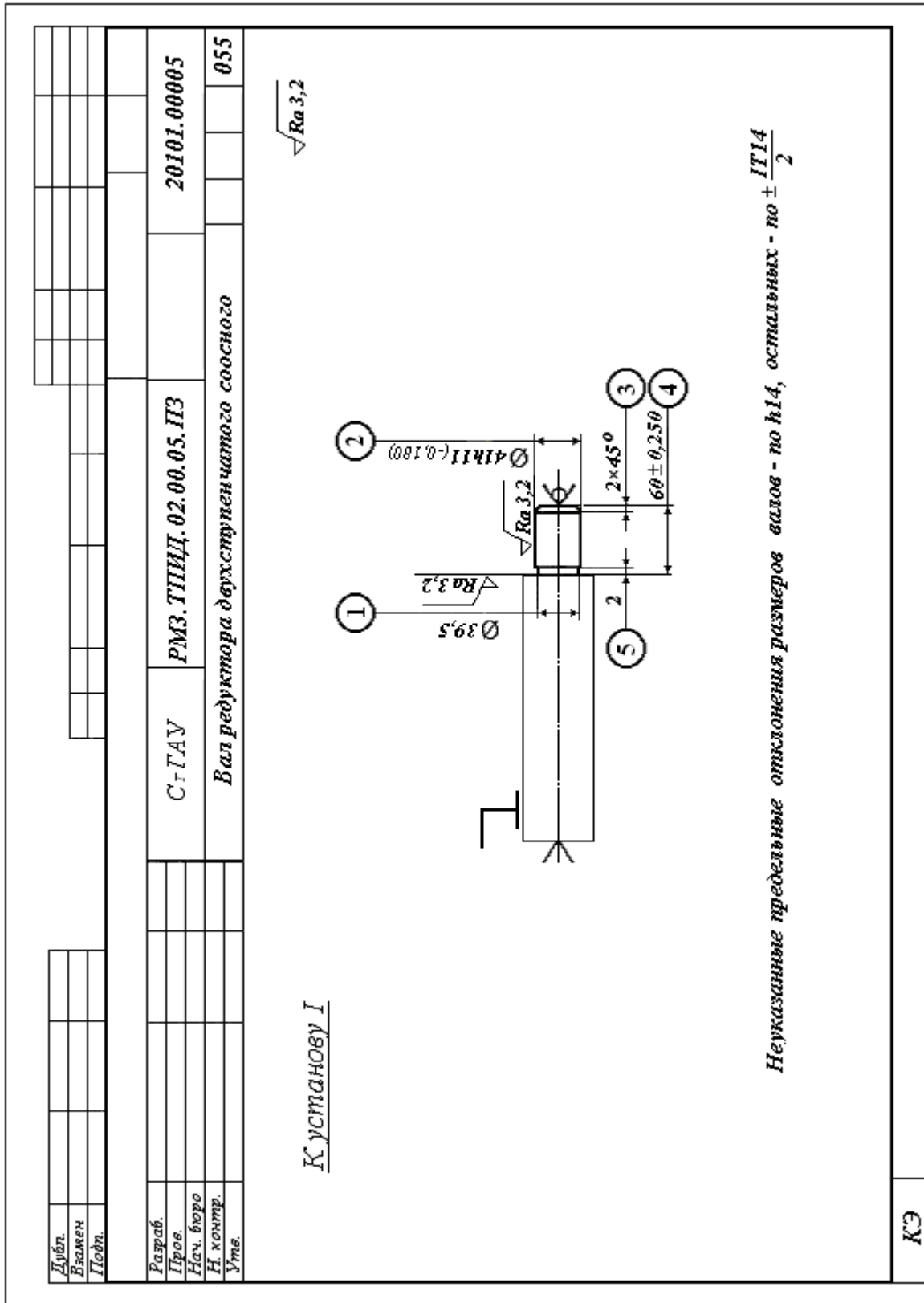


Рисунок 3 - Пример выполнения операционного перехода

КЭ



Согласно заданию курсовой работы операционная карта механической обработки заполняется только на токарную операцию. В ней указывается: наименование детали, материал, операция, оборудование, твёрдость, профиль, размеры и масса заготовки, режимы обработки резанием, наличие СОЖ.

Условное обозначение обрабатываемых поверхностей на операционном эскизе выполняют арабскими цифрами, которые ставят в кружках диаметром 6...8 мм и соединяют их линией с обрабатываемой поверхностью. На рисунках 3 и 4 показаны примеры выполнения операционных переходов.

### **3.2 Установление режимов обработки аналитическим методом**

Разработка технологического процесса механической обработки обычно завершается установлением технологических норм времени для каждой операции. Нормы времени зависят от режимов обработки. Чтобы добиться оптимальных норм времени на операцию, необходимо в полной мере использовать режущие свойства инструмента и производственные возможности технологического оборудования.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определённого порядка, т.е. при назначении и расчёте режимов обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Расчёт ведётся одновременно с заполнением операционных или маршрутных карт технологического процесса в определённой последовательности. Сначала устанавливают глубину резания в мм, затем подачу, скорость резания, число оборотов и мощность станка. Параметры режи-

мов резания взаимосвязаны, поэтому нельзя произвольно изменять значения одного из них, не изменяя соответственно всех прочих.

При выборе и назначении режимов резания необходимо производить соответствующее согласование значений всех параметров с возможностями их реализации на станках. На практике некоторым параметрам задают предварительные значения, а затем их корректируют с учётом других параметров, пока не получают окончательные значения, которые могут быть использованы для реализации данного технологического процесса обработки. Решение поставленной задачи всегда многовариантно, т.е. несколько вариантов сочетаний параметров режимов резания удовлетворяют поставленным условиям.

**Глубина резания  $t$**  назначается по возможности наибольшая, в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали.

При черновом точении и отсутствии ограничений по мощности оборудования, жёсткости системы СПИД принимается равной припуску на обработку; при чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предшествующем. При параметре шероховатости обработанной поверхности  $Ra = 3,2$  мкм включительно  $t = 0,5 \div 2$  мм;  $Ra \geq 0,8$  мкм,  $t = 0,1 \div 0,4$  мм.

**Подача  $s$**  при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жёсткости системы СПИД, прочности режущей пластины и прочности державки. Рекомендуемые подачи при черновом наружном точении приведены в таблице 11.

Таблица 11– Поддачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из твёрдого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размер державки резца, мм	Обрабатываемый материал – сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочная				
		Подача $s$ , мм/об при глубине резания $t$ , мм				
		До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12	Св. 12
До 20	От 16x25 До 25x25	0,3-0,4				
Св. 20 до 40	От 16x25 До 25x25	0,4-0,5	0,3-0,4			
Св. 40 до 60	От 16x25 До 25x40	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7		
Св. 60 до 100	От 16x25 До 25x40	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	
Св. 100 до 400	От 16x25 До 25x40	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1	0,5-0,9	
Св. 400 до 500	От 20x30 До 40x60	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1

*Примечание*

1. Нижние значения подач соответствуют меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхние значения подач – большим значениям державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам

2. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять.

3. При обработке прерывистых поверхностей и при работе с ударами табличные значения подач следует умножить на коэффициент 0,75-0,85.

4. При обработке закалённых сталей табличные значения подач уменьшать, умножая на коэффициент 0,8 для стали HRC 44-56 и на 0,5 для стали с HRC 57-62.

Подачи при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 12).

При прорезании пазов и отрезании величина поперечной подачи зависит от свойств обрабатываемого материала, размеров паза и диаметра обработки (табл. 13). Рекомендуемые подачи при фасонном точении приведены в таблице 14.

Для резцов с пластинами из твёрдого сплава выбранную подачу необходимо согласовывать с допустимой прочностью пластины из твёрдого сплава (табл. 15).

Таблица 12 – Подачи, мм/об при чистовом точении

Параметр шероховатости поверхности, мкм		Радиус при вершине резца $r$ , мм					
Ra	Rz	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63	-	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25		0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
2,5		0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
-	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

*Примечание*

Подачи даны для обработки сталей с  $\sigma_s = 700 \div 900$  МПа; для сталей с  $\sigma_s = 500 \div 700$  МПа значения подач умножать на коэффициент  $K_s = 0,45$ ; для сталей с  $\sigma_s = 900 \div 1100$  МПа значения подач умножать на коэффициент  $K_s = 1,25$ .

Таблица 13 – Подачи, мм/об при прорезании пазов и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина резца, мм	Обрабатываемый материал – сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литьё
Токарно-револьверные станки		
До 20	3	0,06-0,08
Св. 20 до 40	3-4	0,1-0,12
Св. 40 до 60	4-5	0,13-0,16
Св. 60 до 100	5-8	0,16-0,23
Св. 100 до 150	6-10	0,18-0,26
Св. 150	10-15	0,28-0,36

*Примечание*

1. При отрезании сплошного материала диаметром более 60 мм при приближении резца к оси детали до 0,5 радиуса табличные значения подачи следует уменьшить на 40-50%.

2. Для закалённой конструкционной стали табличные значения подачи уменьшать на 30% при HRC < 50 и на 50% при HRC > 50.

3. При работе резцами, установленными в револьверной головке табличные значения умножать на коэффициент 0,8.

Таблица 14 – Подачи, мм/об при фасонном точении

Ширина резца, мм	Диаметр обработки, мм			
	20	25	40	60 и более
8	0,03-0,09	0,04-0,09	0,04-0,09	0,04-0,09
10	0,03-0,07	0,04-0,085	0,04-0,085	0,04-0,085
15	0,02-0,05	0,035-0,075	0,04-0,08	0,04-0,08
20	-	0,03-0,06	0,04-0,08	0,04-0,08
30	-	-	0,035-0,07	0,035-0,07
40	-	-	0,03-0,06	0,03-0,06
50 и более	-	-	-	0,025-0,055

*Примечание*

Меньшие подачи брать для более сложных и глубоких профилей и твёрдых металлов, большие – для простых профилей и мягких металлов.

Таблица 15 – Подачи, мм/об, допустимые прочностью пластины из твёрдого сплава при точении конструкционной стали

Толщина пластины, мм	Глубина резания $t$ , мм до			
	4	7	13	22
4	1,3	1,1	0,9	0,8
6	2,6	2,2	1,8	1,5
8	4,2	3,6	3,6	2,5
10	6,1	5,1	4,2	3,6

*Примечание*

1. В зависимости от механических свойств стали на табличные значения подачи вводить поправочный коэффициент 1,2 при  $\sigma_s = 480 \div 640$  МПа; 1,0 при  $\sigma_s = 650 \div 870$  МПа и 0,85 при  $\sigma_s = 870 \div 1170$  МПа.

2. При обработке с ударами подачу уменьшить на 20%.

Рабочую подачу выбирают из числа имеющихся в коробке подач станка, причём это значение должно находиться в пределах интервала предварительно выбранных значений подач.

**Скорость резания** при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$V_{расч} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v,$$

где  $C_v$  – постоянный коэффициент, зависящий от качества обрабатываемой детали и инструмента;

$T$  – период стойкости резца, мин;

$m, x, y$  – показатели степени;

$K_v$  – коэффициент, зависящий от ряда факторов при обработке.

Таблица 16 – Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания при обработке резцами

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристика подачи	Коэффициент и показатели степени			
			$C_v$	$x$	$y$	$m$
Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_s = 750$ МПа.						
Наружное продольное точение проходными резцами	Т15К6*	s до 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		s св. 0,3 до 0,7	350		0,35	
		s св. 0,7	340		0,45	
Отрезание	T15K10*	-	47	-	0,80	0,20
	P18**		23,7		0,66	0,25
Фасонное точение	P18**		22,7	-	0,50	0,30
Нарезание резьбы	T15K6*		244	0,23	0,30	0,20

\* – без охлаждения, \*\* – с охлаждением

В нормативах период стойкости резцов устанавливается равным 30...60 мин. В курсовой работе период стойкости резца рекомендуется принять равным 60 мин. Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени  $m, x, y$  приведены в таблице 16.

Коэффициент  $K_v$  является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки  $K_{мс}$ , состояния поверхности  $K_{нс}$ , материала инструмента  $K_{ис}$ . Значения указанных коэффициентов приведены в справочной технической литературе. В курсовой работе допускается принимать  $K_v=1$ .

По найденному значению скорости резания  $V$  м/мин, для заданного диаметра  $D$ , мм, обрабатываемой поверхности по формуле

$$n_{шп} = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D}$$

рассчитывают значение **частоты вращения шпинделя**, об/мин. Рабочую частоту вращения шпинделя выбирают из ближайшего числа значений, обеспечиваемых коробкой скоростей станка. Рабочую скорость резания при известной частоте вращения шпинделя и заданном диаметре заготовки можно рассчитать по формуле

$$V = \frac{3,14 \cdot D \cdot n_{шп}}{1000}.$$

Зная **силы**, действующие в процессе резания, можно рассчитать и выбрать режущий инструмент и приспособления, определить мощность, затрачиваемую на резание, а также осуществлять рациональную эксплуатацию станка, инструмента и приспособлений.

Силу  $F$  резания, Н, при обработке точением можно разложить на три составляющие (рис. 5): тангенциальную  $F_z$ , направленную вертикально вниз и определяющую мощность, потребляемую приводом главного движения станка; радиальную  $F_y$ , направленную вдоль поперечного движения подачи (эта сила отжимает резец и учитывается при расчете прочности инструмента и механизма поперечного движения подачи станка); осевую  $F_x$ , направленную вдоль продольного движения подачи (эта сила стремится отжать резец в сторону суппорта и учитывается при определении допустимой нагрузки на резец и механизмы станка при продольном движении подачи).

Между тремя составляющими силы резания существуют примерно следующие соотношения:  $F_y = (0,25 \dots 0,5) F_z$ ;  $F_x = (0,1 \dots 0,25) F_z$ .

В большинстве случаев  $F_z \approx 0,9F$ , что позволяет производить многие практические расчеты не по силе  $F$  резания, а по тангенциальной ее составляющей  $F_z$ .

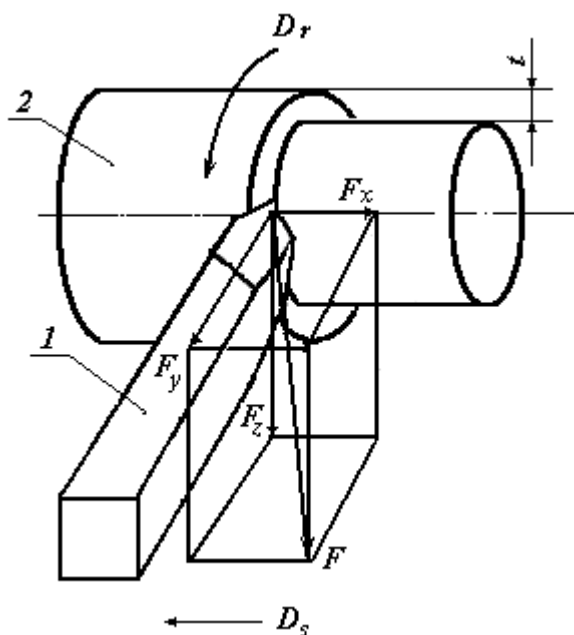


Рисунок 5 – Силы, действующие на резец:

$1$  – резец;  $2$  – заготовка;  $F$  – сила резания;  $F_x$ ,  $F_y$  и  $F_z$  – составляющие силы резания;  $D_r$  – направление главного движения резания;  $D_s$  – направление движения подачи;  $t$  – глубина резания

При наружном продольном и поперечном точении, растачивании, отрезании, прорезании пазов и фасонном точении составляющие силы резания рассчитывают по формуле

$$F_{z,x,y} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p.$$

Постоянная  $C_p$ , учитывающая свойства обрабатываемого материала, и показатели степени  $x$ ,  $y$ ,  $n$  для конкретных условий обработки для каждой из составляющих силы резания приведены в справочной и учебной литературе. Поправочный коэффициент  $K_p$  учитывает фактические условия резания. При продольном точении стали ( $\sigma_s = 750$  МПа) резцами, ос-

нащёнными пластинками из твёрдых сплавов:  $C_p = 300$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ ;  $K_p = 1$ .

**Мощность резания**, кВт, потребная при черновом точении рассчитывается по формуле

$$N_{расч} = \frac{F_z \cdot V}{1020 \cdot 60}.$$

При сопоставлении расчётной мощности резания с мощностью станка принимается во внимание мощность на шпинделе  $N_{ш}$ , допускаемая прочностью слабых звеньев кинематической цепи станка,

$$N_{ш} = N_э \eta,$$

где  $N_э$  – мощность электродвигателя станка, кВт (паспортные данные);

$\eta$  – КПД станка учитывает потери мощности на трение в элементах передач и подшипниках при передаче движения от электродвигателя до шпинделя (в среднем  $\eta = 0,80 \dots 0,85$ ).

Следует проверить достаточность мощности привода станка  $N_{расч} \leq N_{ш}$ . Кроме того, если расчётная мощность привода составляет менее 45% номинальной мощности, то целесообразна замена станка менее мощным с целью предотвращения расхода электроэнергии.

Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей технологической оснастки, режущего инструмента, станочного оборудования и правильной организации рабочего места.

Общая норма времени, мин, на механическую обработку одной заготовки

$$T_{ш} = T_o + T_с + T_{об} + T_{от} + T_{н-з}/n,$$

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

$T_с$  – вспомогательное время, мин, время, затрачиваемое на выполнение различных действий, обеспечивающих выполнение основной

работы (управление станком, снятие и установку детали, подвод и отвод инструмента, контроль детали и т.п.);

$T_{об}$  – время на обслуживание рабочего места и станка, мин (смазка станка, уборка стружки, смена инструмента и т.п.);

$T_{от}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

$T_{н-з}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – количество деталей в настроенной партии, шт.;

Основное технологическое время, мин, вычисляется по формуле

$$T_o = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n_{шп} \cdot s},$$

где  $L_{p.x}$  – расчётная длина рабочего хода инструмента, мм;

$i$  – число проходов при заданном режиме;

$n_{шп}$  – частота вращения шпинделя, принятая по паспорту станка об/мин;

$s$  – подача, принятая по паспортным данным станка, мм/об.

$$L_{p.x} = L_{рез.} + L_1 + L_2 + L_3 + L_{дон}$$

$L_{рез.}$  – длина резания (длина обработанной поверхности), мм;

$L_1$  – длина подвода режущего инструмента – 1...2 мм;

$L_2$  – длина врезания инструмента ( $L_2 = t \operatorname{ctg}\varphi$ ), мм;

$L_3$  – длина перебега режущего инструмента – 1...3 мм;

$L_{дон}$  – дополнительная длина хода инструмента, мм.

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем. Вспомогательное время определяют по нормативным данным в зависимости от выбранной технологической оснастки и станочного оборудования. Для токарной операции 3...5 мин.

Время на обслуживание рабочего места и время на личные потребности берут в процентах от оперативного времени. Время обслуживания

рабочего места составляет 3...8%, а время на личные потребности 4...9% от оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время – время на переналадку станка – смену и наладку приспособлений и инструмента, ознакомление с чертежом детали при переходе от обработки одной партии деталей к другой (10...15 мин).

Число деталей в партии

$$n = \frac{Q}{252},$$

где  $Q$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

252 – число рабочих дней, во время которых изготавливают данную деталь.

Все результаты расчётов и проектирования технологии изготовления детали оформляются в маршрутную и операционную карты.

### **3.3 Правила оформления технологической документации процессов механической обработки**

Разработка технологического процесса механической обработки детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса.

Состав и формы карт, входящих в комплект документов, зависят от вида технологического процесса. Различают единичный, типовой и групповой технологические процессы.

Единичный технологический процесс (ЕТП) – это процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства.

Типовой технологический процесс (ТТП) – это процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

Групповой технологический процесс (ГТП) – это процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

По степени детализации информации каждый из указанных видов технологических процессов предусматривает различное изложение содержания операции и комплектность документов. Различают маршрутное, операционное и маршрутно-операционное описания технологического процесса.

Маршрутное описание технологического процесса подразумевает сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

Операционное описание технологического процесса подразумевает полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

Маршрутно-операционное описание подразумевает сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

Маршрутное описание технологического процесса применяется в мелкосерийном и единичном типах производства. Операционное описание характерно для крупносерийного и массового производства.

При выполнении курсового и дипломного проектирования рекомендуется операционная или маршрутно-операционная степень детализации описания технологического процесса.

### **3.3.1 Общие требования к технологическим документам**

Формы технологических документов, применяемые для разработки технологических документов в организациях и на предприятиях, должны соответствовать требованиям стандартов системы технологической документации ЕСТД (ГОСТ 3.1130-93 «Единая система технологической документации. Общие требования к формам и бланкам документов»).

При разработке форм следует: выбирать оптимальный состав информации, необходимой для изготовления изделия высокого качества; учитывать применение двухсторонней записи информации; учитывать возможность применения средств оргтехники для построения и заполнения производственных документов учитывать удобство восприятия и обработки содержащейся информации.

Ширина поля подшивки должна быть не менее 20 мм. Текстовые и графические технологические документы в зависимости от вида должны разрабатываться на соответствующих бланках.

Термины, определения и условные обозначения, наименования, сокращения слов и словосочетаний, применяемые в документах, должны соответствовать требованиям государственных стандартов и руководящих нормативных документов Госстандарта и записываться в бланках без разъяснений.

Условные обозначения и термины, применяемые в документах, не предусмотренные государственными стандартами, необходимо применять с обязательной ссылкой на отраслевые стандарты или стандарты

предприятия. При ссылках на отраслевые стандарты или стандарты предприятия копии этих стандартов должны быть приложены к комплекту технологических документов при передаче его другим предприятиям отрасли или предприятиям другой отрасли.

*Общие требования к оформлению текстовых документов* установлены в ГОСТ 2.105-95.

Вид описания технологических процессов устанавливается разработчиком в зависимости от установленного типа производства, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.

Записи не должны сливаться с линиями. Запись данных в бланках следует проводить в технологической последовательности выполнения операций, переходов, приемов работ, физических и химических процессов.

Операции следует нумеровать числами ряда арифметической прогрессии (5, 10, 15 и т.д.). Допускается к числам добавлять слева нули (005, 010, 015 и т.д.).

Переходы следует нумеровать числами натурального ряда (1, 2, 3, и т.д.). При автоматизированном проектировании указывается код перехода.

Установы следует нумеровать прописными буквами русского алфавита (А, Б, В, и т.д.).

Размерные характеристики и обозначение обрабатываемых поверхностей указывают арабскими цифрами. Для обозначений позиций и осей допускается применять римские цифры.

Требования безопасности труда (в том числе и требования о применении средств защиты) работающих в технологических документах должны быть изложены в соответствии с нормативно-техническими и ме-

тодическими документами Системы стандартов безопасности труда (ССБТ).

Поля текстовых документов, предназначенные для размещения графической информации (эскизов, схем, таблиц), допускается оформлять с поясняющими текстовыми данными (технические требования, примечания, таблицы размеров и т.д.).

Коды, наименования и обозначения данных следует записывать в соответствии с действующими государственными классификаторами технико-экономической информации, государственными стандартами и отраслевыми нормативно-техническими документами (НТД). Сокращения записей наименований и обозначений данных должны быть установлены в соответствующих нормативно-технических документах.

При операционном описании данные, вносимые по переходам в строку указания технологической оснастки (ТО), допускается записывать с учетом следующих сокращений: при последовательном применении инструмента одного кода и наименования во всех переходах одной операции полную информацию о применяемом инструменте следует указывать только для перехода, где он применяется впервые, в следующем переходе в данной графе следует записывать «То же», далее - кавычки; при последовательном применении инструмента одного кода и наименования в разных переходах одной операции при повторении записи соответствующей информации следует дать ссылку на номер перехода, где впервые применен данный инструмент, например, «см. переход 1». В переходе, где впервые применён данный инструмент, допускается указывать номера последующих переходов, где этот инструмент применяется, например, «ШЦ П-250-0,05 (для переходов 3, 5, 8)».

### ***Требования к графическим документам***

К графическим изображениям относятся эскизы на изделия или их составные части, эскизы на технологические установки и позиции. Графические изображения следует выполнять с целью наглядной и дополнительной информации к документам. Эскизы следует разрабатывать на технологические процессы, операции и переходы.

Эскизы следует выполнять с соблюдением масштаба или без соблюдения масштаба, но с примерным соблюдением пропорций, с указанием для изделий, сборочных единиц и деталей, элементов обрабатываемых поверхностей и т.п.

Изображать изделия на эскизах необходимо в рабочем положении изделия на операции. Если эскиз изделия разработан к нескольким операциям, допускается изображать изделия на эскизе в нерабочем положении. Изображения изделия на эскизе должны содержать размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатости, баз, опор, зажимов и установочно-зажимных устройств, необходимых для выполнения операций, для которых разработан эскиз. Количество эскизов и схем, поясняющих операции, устанавливает разработчик документов.

К документам маршрутного и маршрутно-операционного описания допускается эскизы не разрабатывать и применять соответствующие конструкторские документы, оформленные в соответствии с требованиями ЕСКД.

Количество видов, разрезов и сечений изображения изделия на эскизе устанавливает разработчик документов. На эскизах к операциям все размеры или конструктивные элементы обрабатываемых поверхностей условно нумеруют арабскими цифрами. Номер размера или конструктивного элемента обрабатываемой поверхности проставляют в окружности

диаметром 6...8 мм и соединяют с размерной или выносной линией. При этом размеры, предельные отклонения обрабатываемой поверхности в тексте содержания операции или перехода не указывают.

Допускается в тексте содержания операции или перехода номер размера или конструктивного элемента не обводить окружностью, например, «Развернуть отверстие 1», «Точить канавку 2».

Нумерацию следует производить в направлении часовой стрелки. Обрабатываемые поверхности изделия на эскизе следует обводить линией толщиной  $2s$ .

Таблицы и графики, поясняющие изображение изделия, следует помещать на свободной части документа справа от изображения и выполнять по ГОСТ 2.105-95. Размеры граф таблиц должны позволять запись в них данных с наибольшей значностью в соответствии с применяемыми классификаторами технико-экономической информации.

При разработке схемы установки изделия на операции допускается применять упрощенное изображение изделия без указания его отдельных конструктивных элементов, которые не влияют на установку и закрепление изделия. Изображение технологических наладок и установов с инструментом следует указывать упрощенно в плане. Невидимые контуры инструмента, закрываемые другими средствами технологического оснащения (или частями), в упрощенном изображении указывать не следует.

Если изображение изделия на эскизе относится к нескольким операциям технологического процесса, то номера этих операций следует указывать над изображением изделия и подчеркивать. Допускается не записывать все номера операций, если изображение относится к нескольким последовательным операциям. Например, изображение изделия на эскизе

относится к 005, 010, 015 и 020 операциям, в этом случае можно записать 005-020.

Если на поле для графической информации содержится несколько отдельных эскизов для различных операций технологического процесса, то над каждым эскизом следует указать номер операции и подчеркнуть.

Обозначения, установленные государственными нормативно-техническими документами и документами СЭВ, применяются в документах без разъяснения. При применении в документах обозначений, не предусмотренных государственными нормативно-техническими документами и документами СЭВ, следует приводить их определения и пояснения.

### **Обозначение технологических документов**

Условное обозначение вида документа проставляется в блоке 24 (см. рисунок б), расположенном в нижней части формы. Оно записывается заглавными буквами русского алфавита. Примеры условных обозначений документов (сокращений) выборочно сведены в таблицу 17. Допускается вводить через дробь в условные обозначения дополнительные признаки, раскрывающие специальное назначение документа, в виде букв русского алфавита, например, для ведомости применяемости (ВП), предназначенной для указания данных о технологической оснастке - ВП/О.



Таблица 17 – Сокращения, принятые в стандартах ЕСКД (выборочно)

Услов. обозн.	Расшифровка сокращения
1	2
ГО	Групповая операция
ГТП	Групповой технологический процесс
ВО	Ведомость оснастки
ВДП	Ведомость держателей подлинников
ВТД	Ведомость технологических документов
ВТМ	Ведомость технологических маршрутов
ВТО	Ведомость деталей к типовой операции
ВОБ	Ведомость оборудования
ВОД	Ведомость обрабатываемых деталей
ВОП	Ведомость операции
ВТП	Ведомость деталей к типовому технологическому процессу
ВП/ДСЕ	Ведомость применяемости деталей (сборочных единиц в изделии)
ВП/СОП	Ведомость применяемости стандартных, оригинальных и покупных деталей и сборочных единиц в изделии
ВП/ВСИ	Ведомость сборки изделия
ЕТП	Единичный технологический процесс
ЙОТ	Инструкция по охране труда
КЗ/П	Карта заказа на разработку управляющей программы
КК	Комплектовочная карта
ККИ	Карта кодирования информации
КН/П	Карта наладки инструмента
КТИ	Карта технологической информации
КТО	Карта типовой операции
КТП	Карта технологического процесса
КТТП	Карта типового технологического процесса
КЭ	Карта эскизов
МК	Маршрутная карта
НТД	Нормативно-техническая документация
ОК	Операционная карта
СТО	Средства технологического оснащения
СТП	Стандарты предприятия
ТВ	Технологическая ведомость
ТД	Технологическая документация
ТИ	Технологическая инструкция
ТЛ	Титульный лист

Окончание таблицы 17

1	2
ТО	Типовая операция
ТП	Технологический процесс
ТПП	Типовой технологический процесс
ТЭИ	Технико-экономическая информация

**Титульный лист (ТЛ)** применяют при оформлении: комплекта технологических документов на отдельные технологические процессы (операции), специализированные по методам изготовления или ремонта; комплекта технологической документации на технологические процессы изготовления или ремонта изделий и (или) их составных частей. ТЛ является первым листом комплекта технологической документации. Обязательность применения ТЛ устанавливается отраслевыми НТД или соответствующими НТД организации (предприятия).

Наиболее часто используется форма ТЛ, выполненная на формате А4 с горизонтальным полем расположения подшивки, (рисунок 6). Сведения, вносимые в графы, строки и поля ТЛ представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Сведения, вносимые в графы, строки и поля ТЛ

№ п/п	Содержание информации
1	2
1	Наименование министерства или ведомства, в систему которого входит организация (предприятие), разработавшая данный комплект документации. Допускается записывать ниже наименование промышленного объединения, в которое входит организация, так же наименование организации-разработчика при невозможности внесения этого наименования в графу 7 основной надписи. В этом случае графу 7 не заполняют

Продолжение таблицы 18

1	2
2	<p>В левой части поля - должность и подпись лица, согласовавшего комплект документации от заказчика с указанием, при необходимости, наименования соответствующей организации. В правой части поля – должность и подпись лица, утвердившего комплект документации. Расположение гриффов согласования и утверждения на поле 2 устанавливает разработчик документа.</p>
3	<p>На первой строке прописными буквами – наименование комплекта документов (документации) или отдельного вида документа. На второй и последующих строках строчными буквами: указание общего понятия изготовления или ремонта изделия без указания применяемого метода для комплекта технологической документации, например:</p> <p style="text-align: center;"><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТАЦИИ</b> изготовления изделия</p> <p>либо наименование (аббревиатуру) вида технологического процесса (операции) по организации производства (ЕТП, ТТП, ГТП) и наименование основного технологического метода, применяемого при изготовлении (ремонте) изделий</p>
4	<p>В левой части поля - должности и подписи лиц, подтвердившие согласование комплекта документации, отдельного вида документа с подразделениями предприятия (организации), отвечающими за отдельные технологические методы, применяемые при изготовлении (ремонте) изделий и их составных частей, например главного металлурга, главного сварщика и т.д.; в правой части поля – должности и подписи лиц, ответственных за разработку комплекта документации или отдельного вида документа. Справа от каждой подписи проставляют инициалы и фамилию лица, подписавшего документ, а ниже подписи – дату подписания</p>
5	<p>Номер акта и дата внедрения технологического процесса (операции), свидетельствующего о внедрении комплекта документов (документации) в производство, например: АКТ № 14-82 от 16.04.83.</p> <p>Обязательность заполнения поля 5 устанавливается отраслевыми НТД или соответствующими НТД организации (предприятиях)</p>

Продолжение таблицы 18

6	Отметка о соответствии комплекта документации на технологические процессы (операции) отдельным «Положениям» или «Руководствам», действующим в отраслях промышленности. Обязательность заполнения поля 6 устанавливается отраслевыми НТД или соответствующими НТД организации (предприятия)
7	Краткое наименование или условное обозначение предприятия (организации) – разработчика документа
8	Для документов, разрабатываемых на ЕТП (операцию) или отдельные виды документов (ведомость материалов (ВМ), ведомость технологических маршрутов (ВТМ), и т.д.) – обозначение изделия по основному конструкторскому документу. Для ТТП (операцию) – код ступени классификации по конструкторскому классификатору. Для ГТП – графу не заполняют
9	Для ТТП и ГТП – код классификационных группировок технологических признаков, общих для группы деталей, характеризующих применяемый метод изготовления или ремонта, по «Технологическому классификатору деталей машиностроения и приборостроения»
10	Обозначения документа по ГОСТ 3.1201–74
11	Литера, присвоенная документу по ГОСТ 3.1102–81. Графа заполняется слева направо
12	Наименование изделия по основному конструкторскому документу или наименование группы изделий для ТТП. Для ГТП – наименование применяемого метода
13	Общая единица нормирования, принятая для всего технологического процесса. Графа заполняется на основании требований отраслевых нормативно – технических документов
14	Порядковый номер изменения документа
15	Отметка о замене или введении листа документа по ГОСТ 2.503–74
16	Обозначение (код) извещения
17	Подписи лиц, ответственных за разработку, оформление документа, за внесение в него изменений и архивных данных

## Окончание таблицы 18

18	Дата подписи
19	Указание дополнительной информации (по применяемости в изделии), вариантам исполнения. Графа заполняется в соответствии с требованиями отраслевых НТД
20	Обозначение номера изделия, с которого вводится данный документ. Графа заполняется в соответствии с требованиями отраслевых НТД
21	Обозначение основного документа (комплекта документов на технологический процесс или операцию, комплект документации), куда входит данный документ по ГОСТ 3.1201–74. Допускается эту графу не заполнять
22	Общее количество листов документа
23	Порядковый номер листа документа
24	Условное обозначение вида документа по ГОСТ 3.1102–81
25	Наименование документа или краткое наименование технологического метода формообразования, обработки, сборки и т.д., например для КТИ – к ТТП литья в песчаные формы. Для МК, КЭ, КК, ТИ, ВТП и т.п. допускается графу не заполнять

### *Примечание*

Для удобства поиска соответствующих граф карты номера пунктов таблицы продублированы выносными линиями на полях рисунка б.

### ***Правила оформления маршрутных карт***

Маршрутная карта является основным и обязательным документом любого технологического процесса. Формы и правила оформления маршрутных карт, применяемых при отработке технологических процессов изготовления или ремонта изделий в основном и вспомогательном производствах, регламентированы согласно ГОСТ 3.1118–82.

Для изложения технологических процессов в МК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими

типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ (см. таблицу 19). Служебные символы условно выражают состав информации, размещаемой в графах данного типа строки формы документа, и предназначены для обработки содержащейся информации средствами механизации и автоматизации. Простановка служебных символов является обязательной и не зависит от применяемого метода проектирования документов. В качестве служебных символов приняты буквы русского алфавита, проставляемые перед номером соответствующей строки и выполняемые прописной буквой, например, М01, А12 и т.д. Указание соответствующих служебных символов для типов строк в зависимости от размещаемого состава информации в графах МК следует выполнять в соответствии с таблицей 20.

Таблица 19 – Сведения, вносимые в графы с соответствующим служебным символом

Обозначения служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке (для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)
1	2
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам
К	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода

## Окончание таблицы 19

1	2
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, о вспомогательных и комплектующих материалах, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода
О	Содержание операции (перехода)
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке
Р	Информация о режимах обработки

### *Примечание*

Для форм с вертикальным расположением поля подшивки применяются служебные символы: В, Г, Д, Е, М, О, Т, Л, Н, Р.

При заполнении информации на строках, имеющих служебные символы: А, Б, В, Г, Д, Е, К, Л, М, Н следует руководствоваться правилами заполнения соответствующих граф, расположенных на этих строках. При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ «О», следует руководствоваться требованиями государственных стандартов ЕСТД седьмой классификационной группы, устанавливающих правила записи операций и переходов.

Запись информации следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. При операционном описании технологического процесса на МК номер перехода следует представлять в начале строки.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ «Т», следует руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов, государственных и отраслевых стандартов на кодиро-

вание и наименование технологической оснастки. Информацию по применяемой на операции технологической оснастке записывают в следующей последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; специальный инструмент, применяемый при выполнении специфических технологических процессов (операций), например, при сварке, штамповке и т.п.; средства измерения.

Запись выполняется по всей длине строки с возможностью переноса информации на последующие строки. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки выполняется знаком «;». Количество одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать после кода (обозначения) оснастки, заключая в скобки, например:

АБВГ ХХХХХХ.ХХХ (2) фреза дисковая.

Последовательность заполнения информации для каждой операции по типам строк приведена в таблице 19.

В случае отсутствия информации с каким-либо служебным символом, записывается информация со следующим служебным символом по порядку. Для единичных технологических процессов, выполняемых с применением различных методов обработки, при маршрутно-операционном описании на форме 1 заполнение строк со служебными символами производится в порядке: М01, М02, А, Б, О, Т.

При разработке ТТЛ и ГТП в МК следует указывать только постоянную информацию, относящуюся ко всей группе изделий. Сведения, вносимые в отдельные строки и графы МК, выбираются из таблицы 20.

Таблица 20 – Сведения, вносимые в отдельные графы и строки  
маршрутной карты

№ п/п	Наименование (условное обозначение графы)	Служебный символ	Содержание информации
1	2	3	4
1	—	—	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняется на уровне одной строки, например М02, Б04. Номер строки указывается в пределах от 01 до 09
2	—	М01	Наименование, сортамент, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий. Запись выполняется на уровне одной строки с применением разделительного знака дроби «/»
3	Код	М02	Код материала по классификатору (см. таблицу А2). При ручном заполнении формы графа не заполняется, ставится прочерк
4	ЕВ	М02, К,М	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали, заготовки, материала по Классификатору СО-ЕВС. Для массы указанной в «кг» – код 166; в «г» – 163; в «т» – 168. Допускается вместо кода указывать единицы измерения величины
5	МД	М02	Масса детали по конструкторскому документу
6	ЕН	М02, Б, К, М	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, например 1, 10, 100
7	Н. Расх.	М02, К, М	Норма расхода материала
8	КИМ	М02	Коэффициент использования материала. При автоматизированном проектировании допускается графу не заполнять

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
9	Код заготовки	М02	Код заготовки по классификатору (см. таблицу А3). Допускается указывать вид заготовки (отливка, прокат, штамповка и т.д.)
10	Профиль и размеры	М02	Профиль и размеры исходной заготовки. Указывается исходя из имеющихся габаритов, например: лист 1,0×710×1420
11	КД	М02	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки
12	МЗ	М02	Масса заготовки
13	—	—	Графа для особых указаний. Порядок заполнения графы и обязательность заполнения устанавливаются в отраслевых нормативно-технических документах
14	Цех	А	Номер (код) цеха, в котором выполняется операция
15	Уч.	А	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии и т.п.
16	РМ	А	Номер (код) рабочего места
17	Опер.	А	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещение)
18	Код, наименование операции	А	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции
19	Обозначение документа	А	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции. Состав документов указывается через разделительный знак «;» с возможностью переноса информации на последующие строки

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
20	Код, наименование оборудования	Б	Код оборудования по классификатору (только для автоматизированного производства), краткое наименование оборудования, его инвентарный номер. Информация указывается через разделительный знак «;». Допускается взамен краткого наименования оборудования указывать его модель. Допускается не указывать инвентарный номер
21	СМ	Б	Степень механизации (код степени механизации). Обязательность заполнения графы устанавливается в отраслевых нормативно-технических документах. Код указывается цифрой: 1 – наблюдение за работой автоматов; 2 – работа с помощью машин и автоматов; 3 – вручную при машинах и автоматах; 4 – вручную без машин и автоматов; 5 – вручную при наладке машин
22	Проф.	Б	Код профессии по классификатору ОКПДТР
23	Р	Б	<p>Разряд работы, необходимый для выполнения операции. Код включает в себя три цифры: первая – разряд работы по тарифно-классификационному справочнику, две следующие – код формы и системы оплаты труда:</p> <p>10 – сдельная форма оплаты труда;</p> <p>11 – сдельно-премиальная система оплаты труда прямая;</p> <p>12 – сдельная система оплаты труда премиальная;</p> <p>13 – сдельная система оплаты труда прогрессивная;</p> <p>20 – повременная форма оплаты труда;</p> <p>21 – повременная система оплаты труда простая;</p> <p>22 – повременная система оплаты труда премиальная.</p>

Окончание таблицы 20

1	2	3	4					
24	УТ	Б	Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы. Код условий труда включает в себя цифру, указывающую условия труда: <p style="text-align: center;">1 – нормальные;                  2 – тяжелые и вредные;                  3 – особо тяжелые и особо вредные;</p> и букву, указывающую вид нормы времени: <p style="text-align: center;">Р – аналитически-расчетная;                  И – аналитически-исследовательская;                  Х – хронометражная;                  О – опытно-статическая</p>					
25	КР	Б	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции					
26	КОИД	Б	Количество одновременно изготавливаемых (обрабатываемых, ремонтируемых) деталей (сборочных единиц) при выполнении одной операции. При перемещении следует указывать объём грузовой единицы – количество деталей в таре					
27	ОП	Б	Объём производственной партии в штуках					
28	Кшт.	Б	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании:					
			Кол-во станков	1	2	3	4	5
			К шт.	1	0,65	0,48	0,39	0,35
29	Тпз	Б	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию					
30	Тшт	Б	Норма штучного времени на операцию					

*Примечание.* Для удобства поиска соответствующих граф карты номера пунктов таблицы продублированы выносными линиями на полях рисунка 7.



### ***Заполнение граф и строчек операционной карты***

Структура построения ОК идентична МК. Запись информации выполняется построчно с привязкой к соответствующим служебным символам.

Указание единиц величины в документах следует выполнять в заголовках или подзаголовках соответствующих граф. Допускается указывать единицы величины параметров технологических режимов после их числовых значений, например:

40 мм; 0,2 мм/об; 315 об/мин; 36 мм/мин.

Содержание перехода следует указывать по всей длине строки с возможностью переноса информации на последующие строки. При описании содержания перехода необходимо указывать данные по норме основного и вспомогательного времени на операцию. Указание этих данных следует производить на уровне строки, где заканчивается описание содержания перехода.

Указание данных по технологическим режимам следует выполнять после записи состава применяемой технологической оснастки. При указании данных по технологической оснастке следует руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов, государственных и отраслевых стандартов на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки, при этом информацию следует записывать в последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; средства измерения.

Запись информации следует выполнять по всей длине строки с возможностью переноса информации на последующие строки. Допускается обозначение каждой составной части технологической оснастки приводить на одной строке. В целях разделения информации по группам техно-

логической оснастки и поиска необходимой информации допускается перед указанием состава применять условное обозначение их видов:

- приспособлений – ПР;
- вспомогательного инструмента – ВИ;
- режущего инструмента – РИ;
- средств измерений – СИ.

Например: СИ. АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ Пробка.

Разделение информации по каждому средству ТО следует выполнять через знак «;».

Графические иллюстрации к операциям следует выполнять на КЭ или непосредственно в документах, предусматривающих внесение данной информации.

Большинство граф ОК соответствует аналогичным графам МК. Информацию по дополнительным графам следует вносить в соответствии с таблицей 21 и рисунком 8.

Таблица 21 – Информация по дополнительным графам операционной карты

№ п/п	Наименование (условное обозначение графы)	Содержание информации
1	2	3
1		Графы для записи содержания перехода, информации по оснастке, режущему и измерительному инструменту
2	ПИ	Номер позиции инструментальной наладки. Графа для станков с ЧПУ
3	То	Норма основного времени на операцию, мин
4	Д или В	Расчетный размер обрабатываемой поверхности (диаметра, ширины) детали

## Окончание таблицы 21

5	Tв	Норма вспомогательного времени на операцию, мин
6	L	Расчетный размер длины рабочего хода с учетом величины врезания и перебега
7	t	Глубина резания
8	i	Число рабочих ходов
9	s	Подача
10	n	Частота вращения шпинделя
11	V	Скорость резания
12	—	Номер операции
13	СОЖ	Информация по применяемой смазочно-охлаждающей жидкости

### ***Запись технологических переходов***

В содержание перехода (операции) должно быть включено: ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме (например, точить, сверлить, фрезеровать и т.п., табл. 22); наименование обрабатываемой поверхности конструктивных элементов или предметов производства (например, цилиндр, галтель, заготовка и т.п.); дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей, характер обработки (например, предварительно, одновременно, по копиру и т.п.).

Порядок формирования полной записи содержания перехода (операции) можно условно выразить в виде следующего кода (рис. 9):

При записи содержания перехода допускается три формы записи: полная запись перехода без эскиза, полная запись перехода с эскизом, сокращенная запись перехода с эскизом.

При отсутствии графических изображений в технологической документации, т.е. КЭ следует применять полную текстовую запись перехода по схеме, указанной на рисунке 9. В этом случае перечисляют все выдер-

живаемые размеры и технические требования, выполняемые в описываемом переходе. Например, «Точить поверхность  $\text{Ø}25_{-0,13}$  мм,  $R_a = 2,5$  мкм, выдерживая размер  $42 \pm 0,31$  мм». Т.е. информация в технологическом переходе должна быть согласована с требованиями, указанными на рабочем чертеже детали. При выполнении промежуточных переходов (предварительных, черновых, получистовых) следует указывать исполнительные размеры с допусками и техническими требованиями, установленными технологом. Например: «Точить поверхность  $\text{Ø}26_{-0,52}$  мм,  $R_a = 10$  мкм, выдерживая размер  $40 + 0,31$  мм (размеры технологические)». Т.е. размеры и технические требования, которые не содержатся в рабочем чертеже детали, а определены технологом, отмечают в тексте.

Полную запись перехода (операции) без эскиза следует применять при маршрутном описании технологического процесса или при описании простых операций.

В записи операции или перехода не рекомендуется указывать шероховатость обрабатываемых поверхностей. Разработчиком документов такая информация используется при маршрутном описании из конструкторского документа, а при операционном описании указывается на КЭ или ОК, имеющей зону для графической иллюстрации. Обязательно в тексте указывать информацию о шероховатости поверхности, если она относится к предварительно обрабатываемым поверхностям и не может быть указана на КЭ или ОК.

При текстовой записи рекомендуется применять допускаемые сокращения слов и словосочетаний в соответствии с рекомендуемыми таблицами и приложениями.

Дробл.	Взам.	Подл.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Форма 3							
Разраб.																							
Провер.																							
Умк.																							
Н. контр.																							
Принял																							
Наименование операции			Материал			ТВ			МД			Профиль и размеры			МЗ			КОИД					
4268 Горизонтально-фрезерная			Ст 3м ГОСТ 380-71			131НВ			1,66			0,054			150х30х5			0,064			5		
Оборудование, устройства ЧПУ			Обозначение программы			То			Тс			Тшт			СОЖ								
Горизонтально-фрезерный бР82						0,27			0,8			7,5			1,15			Сульфидфрезол					
Р			П			Д			И			В			s			n			v		
001 А. Набрать пакет из пяти заготовок																							
20																							
003 Б. Установить, выверить и закрепить заготовки																							
Т04 Тычки 7200-0223 ГОСТ 14904-80																							
05																							
006 1. Фрезеровать 2 фаски 5 × 45° на длине 20 мм (высота пакета)																							
Т07 Отрапка 6225-0143 ГОСТ 15067-75, ступка цеховая, (2) фреза одноугловая ТУ2-035-526, шаблон																							
Р08			30			43			35			1			160			160			30		
09																							
010 В. Снять заготовки																							
11																							
12																							
13																							
ОК																							

Рисунок 8 – Пример заполнения операционной карты

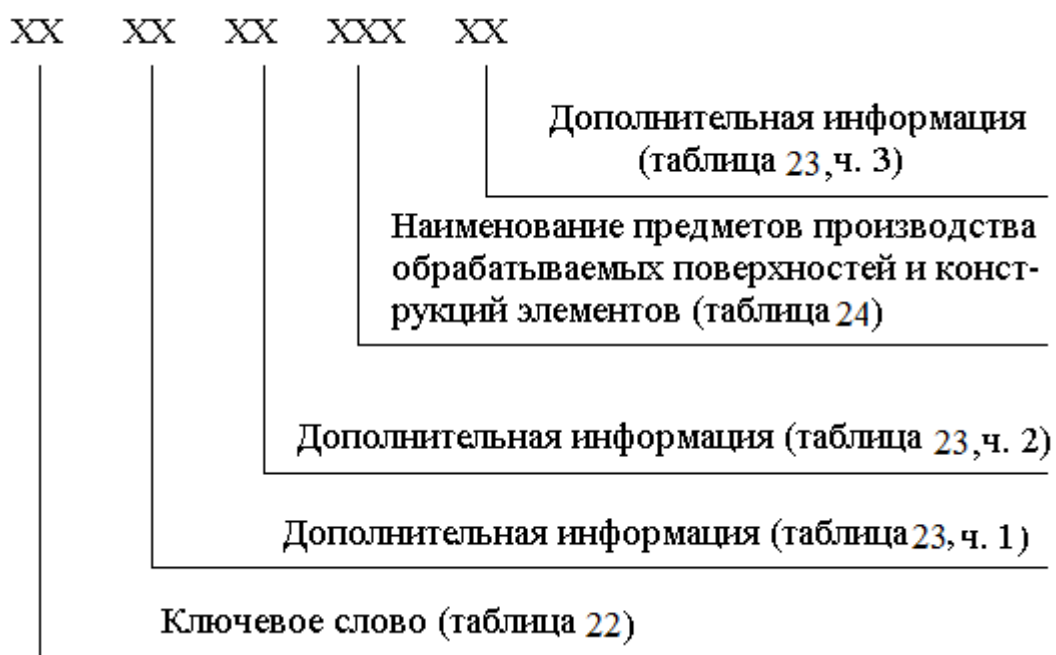


Рисунок 9 – Порядок формирования полной записи содержания перехода

Таблица 22 – Ключевые слова технологических переходов

Условный код	Ключевое слово
1	2
01	Вальцевать
02	Врезаться
03	Галтовать
04	Гравировать
05	Довести
06	Долбить
07	Закруглить
08	Заточить
09	Затыловать
10	Зенкеровать, зенковать
11	Навить
12	Накатать
13	Нарезать
14	Обкатать
15	Опилить
16	Отрезать
17	Подрезать

## Окончание таблицы 22

1	2
18	Полировать
19	Притирать
20	Приработать
21	Протянуть
22	Развернуть
23	* Развальцевать
24	* Раскатать
25	Рассверлить
26	Расточить
27	Сверлить
28	Строгать
29	Суперфинишировать
30	Точить
31	Хонинговать
32	Шевинговать
33	Шлифовать
34	Цековать
35	Центровать
36	Фрезеровать
80	Выверить
81	Закрепить
82	Настроить
83	Переустановить
84	Переустановить и закрепить
85	Переустановить, выверить и закрепить
86	Переместить
87	Поджать
88	Проверить
89	Смазать
90	Снять
91	Установить
92	Установить и выверить
93	Установить и закрепить
94	Установить, выверить и закрепить

Дополнительная информация при записи операций и переходов выбирается разработчиком документов по рекомендуемой таблице 23. Дополнительная информация (рекомендуемая таблица 23, ч.1) применяется только при необходимости указания количества последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов. Например: «Точить две канавки, согласно эскизу».

Дополнительная информация (рекомендуемая таблица 23, ч.2) применяется при уточнении названия обрабатываемой поверхности или конструктивного элемента, выбранных по рекомендуемой таблице 24. Например: «Фрезеровать криволинейную поверхность 1».

Дополнительная информация (рекомендуемая таблица 23, ч. 3) применяется в следующих случаях: «Согласно чертежу» или «Согласно эскизу» – при неполном изложении информации в текстовой записи.

Ссылка на указанные документы должна расширять требования по выполнению операции или перехода с указанием в них дополнительных требований, размеров, особых указаний и т.п. Например: «Протянуть поверхность 1, согласно эскизу»; «Предварительно» или «Окончательно» – при предварительной или окончательной обработке поверхности или конструктивных элементов.

Допускается для действий исполнителя, связанных с окончательной обработкой изделия и получением соответствующих размеров согласно документам, термин «Окончательно» не указывать. Например: «Точить поверхности 1, 2, 3 и 4 предварительно»; «Точить поверхности 1, 2, 3 и 4»; «Последовательно» или «Одновременно» – при последовательной или одновременной обработке поверхностей или конструктивных элементов; «По копиру»; «С подрезкой торца»; «С подрезкой торцов»; «По разметке» - при маршрутном изложении технологических операций.

Таблица 23 – Дополнительная информация и ее коды

Часть	Условный код	Наименование дополнительной информации	
		Полное	Сокращенное
1	2	3	4
1	01	n – количество последовательно обрабатываемых поверхностей	
	02	n – количество одновременно обрабатываемых поверхностей	
2	01	Внутренняя	Внутр.
	02	Глухое	Глух.
	03	Кольцевая	Кольц.
	04	Коническая	Конич.
	05	Криволинейная	Криволин.
	06	Наружная	Нар.
	11	Сквозное	Сквози.
	12	Спиральная	Спир.
	15	Ступенчатая	Ступ.
	16	Уплотнительная	Уплотн.
	20	Фасонная	Фасон.
	25	Шлицевой	Шлиц.
	26	Шпоночный	Шпон.
27	Т-образный	—	
28	«Ласточкин хвост»	—	
3	01	Окончательно	Оконч.
	02	Одновременно	Одноврем.
	03	По копиру	По копир.
	04	По программе	По прогр.
	05	Последовательно	Посл.
	06	Предварительно	Предв.
	07	С подрезкой торца	С подрез. торц.
	08	С подрезкой торцев	С подрез. торцев
	09	Согласно чертежу	Согл. черт
	10	Согласно эскизу	Согл. эск.

Таблица 24 – Наименование предметов производства, обрабатываемых  
поверхностей конструктивных элементов. Коды

Услов- ный	Наименование		Условный код ключевого слова
	полное	сокращенное	
001	Буртик	Бурт.	01, 05, 14, 15, 17-21, 23, 24, 30, 33, 36
002	Буртики	—	
003	Выточка	Выт-ка	30
004	Выточки	—	
005	Галтель	Галт.	05, 07, 15, 18-20, 26, 30, 33
006	Галтели	—	
007	Деталь	Дет.	01, 03-10, 14-36, 80-94
008	Детали	—	
009	Заготовка	Загот.	02, 15-17, 28, 30, 36, 80, 81, 83-94
010	Зуб	—	06, 07, 09, 13-15, 18-21, 28, 32, 33, 36
011	Зубья	—	
012	Канавка	Канав.	06, 15, 18-21, 28, 30, 31, 33, 36
013	Канавки	—	
014	Контур	К-р	04-06, 15, 18-21, 28, 33, 36
015	Конус	Кон.	
016	Лыска	—	05, 15, 18-21, 28, 33, 36
017	Лыски	—	
018	Отверстие	Отв.	05, 06, 10, 18-22, 24-27, 29, 30, 31, 33-36
019	Отверстия	—	
020	Паз	—	05, 06, 15, 18-21, 28, 33, 36
021	Пазы	—	
022	Поверхность	Поверхн.	01, 02, 04-10, 14, 15, 18-26, 28, 30-36
023	Поверхности	—	
024	Пружина	Пруж.	11
025	Пружины	—	
026	Резьба	—	12, 13, 18, 30, 33, 36
027	Рифление	Рифл.	
028	Ступень	Ступ.	15, 18-20, 30, 33, 36
029	Сфера	—	05, 14, 15, 18-20, 30, 33
030	Торец	—	04, 05, 17-19, 33, 36
031	Торцы	—	
032	Фаска	—	05, 15, 18, 19, 26, 28, 30, 33, 36
033	Фаски	—	
034	Червяк	Черв.	13, 33
035	Цилиндр	Цил.	05, 18-21, 29-31, 33

Вторую и третью форму записи переходов следует выполнять при наличии графических изображений, которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке резанием. Эти формы следует применять при маршрутно-операционном (для сложных операций) и операционном описании технологических процессов.

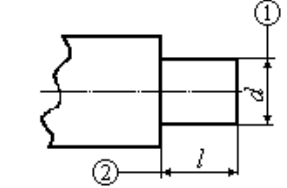
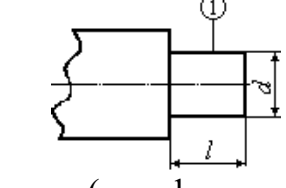
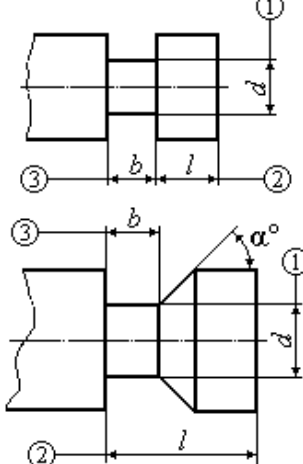
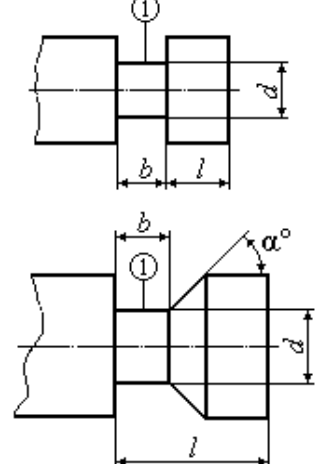
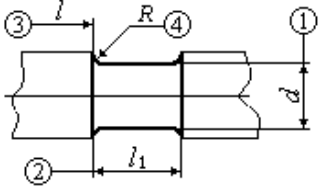
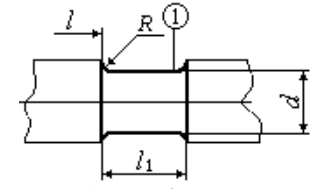
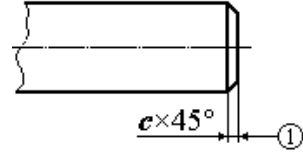
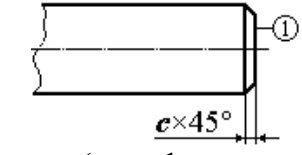
При описании переходов (операций) с эскизами в технологической документации следует использовать карты эскизов или операционные карты.

Для полной записи перехода (операции) на эскизе обрабатываемые поверхности выделяют утолщенной линией и каждому параметру присваивают порядковый номер. При сокращенной записи перехода (операции) на эскизе несколько поверхностей объединяют в конструктивный элемент, которому присваивается порядковый номер. При полной и сокращенной записи перехода порядковые номера обводят окружностью диаметром 6...8 мм. Примеры полной и сокращенной записи переходов с упрощенными эскизами показаны в таблице 25.

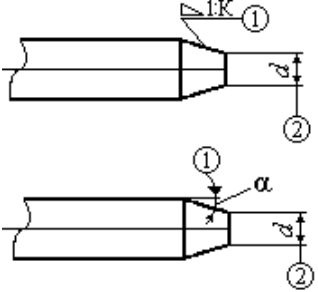
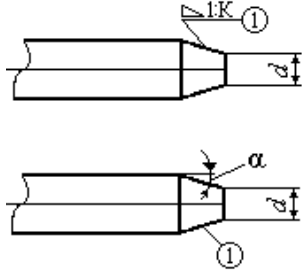
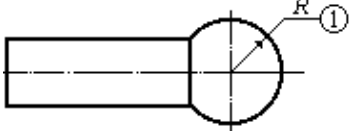
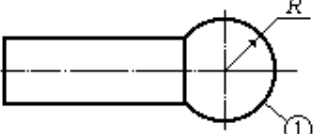
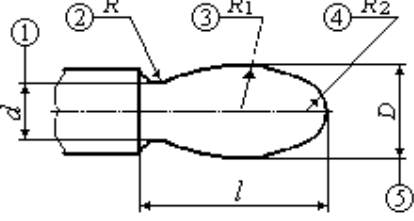
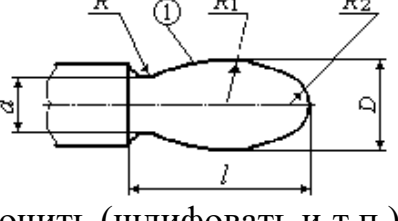
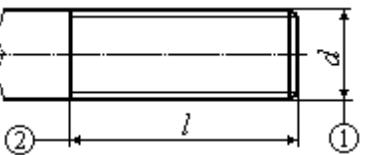
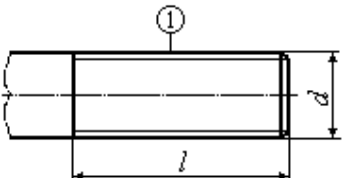
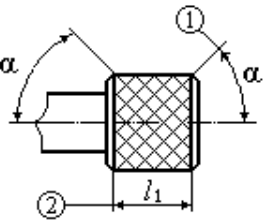
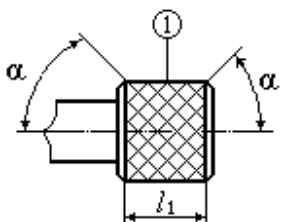
Установление полной или сокращенной записи перехода (операции) для каждого случая определяется разработчиком технологического процесса.

При выполнении курсовых и дипломных проектов следует применять полную форму записи переходов (операций) с оформлением эскиза.

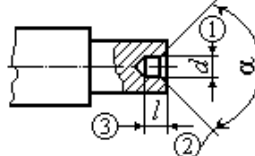
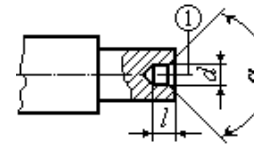
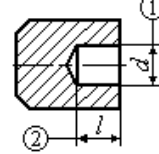
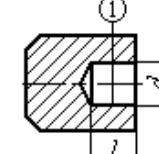
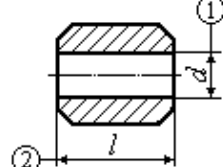
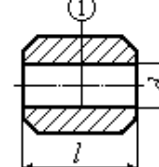
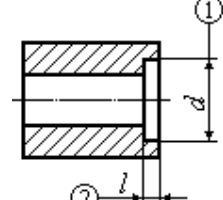
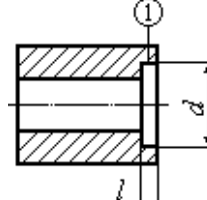
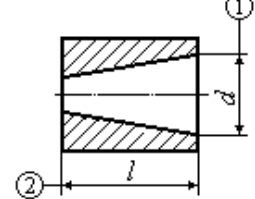
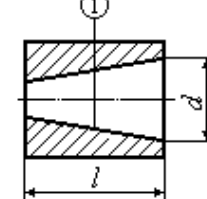
Таблица 25 – Примеры полной и сокращенной записи содержания переходов обработки резанием

Запись перехода полная без эскиза	Запись перехода полная с эскизом	Запись перехода сокращенная
1	2	3
<p>Точить (шлифовать, притереть и т.п.) поверхность <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Точить (шлифовать, притереть и т.п.) поверхность, выдерживая размеры <b>1</b> и <b>2</b></p>	 <p>Точить (шлифовать, притереть и т.п.) поверхность <b>1</b></p>
<p>Точить (шлифовать, довести и т.п.) канавку до <math>\varnothing d</math> мм, шириной <math>b</math> мм, выдерживая размеры <math>l</math> мм и <math>\alpha^\circ</math></p>	 <p>Точить (шлифовать, довести и т.п.) канавку, выдерживая размеры <b>1-3</b></p>	 <p>Точить (шлифовать, довести и т.п.) канавку <b>1</b></p>
<p>Точить (шлифовать и т.п.) выточку <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размеры <math>l</math> мм и <math>R</math> мм</p>	 <p>Точить (шлифовать и т.п.) выточку, выдерживая размеры <b>1-4</b></p>	 <p>Точить (шлифовать и т.п.) выточку <b>1</b></p>
<p>Точить (шлифовать и т.п.) фаску, выдерживая размеры <math>c \times 45^\circ</math></p>	 <p>Точить (шлифовать и т.п.) фаску, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Точить (шлифовать и т.п.) фаску, выдерживая размер <b>1</b></p>

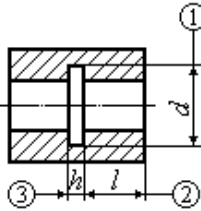
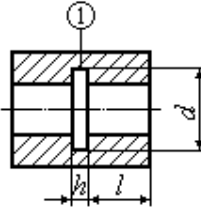
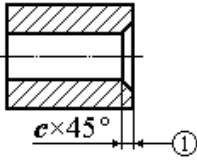
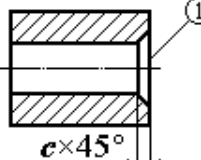
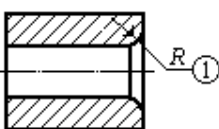
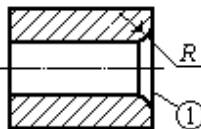
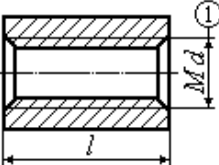
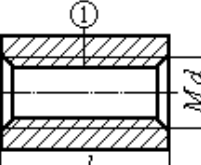
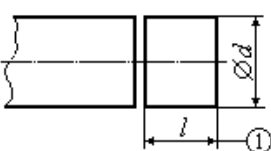

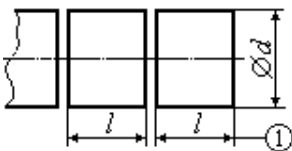
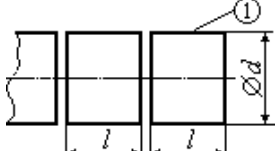
Продолжение таблицы 25

1	2	3
<p>Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая конусность <math>1:K</math></p> <p>Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>\alpha^\circ</math></p>	 <p>Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус, выдерживая размеры <b>1</b> и <b>2</b></p>	 <p>Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус <b>1</b></p>
<p>Точить (шлифовать и т.п.) сферу радиусом <math>R</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Точить (шлифовать и т.п.) сферу, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Точить (шлифовать и т.п.) сферу <b>1</b></p>
<p>Точить (шлифовать и т.п.) криволинейную поверхность <math>\varnothing D</math> мм, выдерживая размеры <math>d</math> мм, <math>R</math> мм, <math>R1</math> мм, <math>R2</math> мм и <math>l</math> мм</p>	 <p>Точить (шлифовать и т.п.) криволинейную поверхность, выдерживая размеры <b>1-6</b></p>	 <p>Точить (шлифовать и т.п.) криволинейную поверхность <b>1</b></p>
<p>Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т.п.) резьбу <math>Md</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т.п.) резьбу, выдерживая размеры <b>1</b> и <b>2</b></p>	 <p>Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т.п.) резьбу <b>1</b></p>
<p>Накатать рифление сетчатое, выдерживая размер <math>\alpha^\circ</math> на длине <math>l</math> мм</p>	 <p>Накатать рифление, выдерживая размеры <b>1</b> и <b>2</b></p>	 <p>Накатать рифление <b>1</b></p>

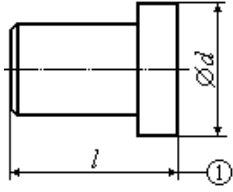
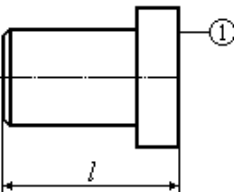
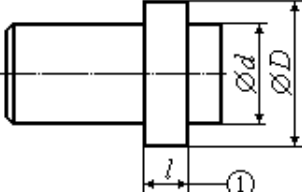
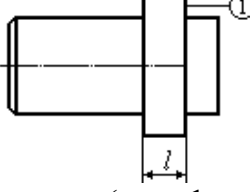
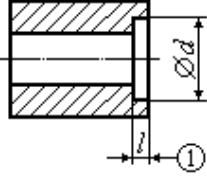
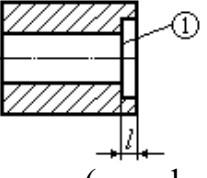
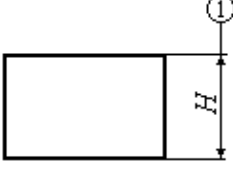
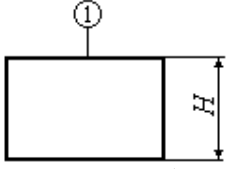
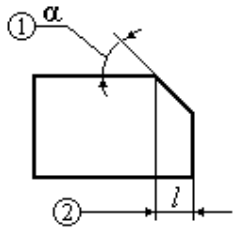
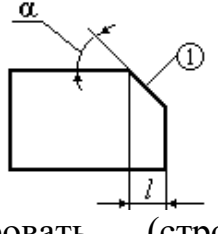
Продолжение таблицы 25

1	2	3
<p>Центровать торец сверлом <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размеры <math>l</math> мм и <math>\alpha^\circ</math></p>	 <p>Центровать торец, выдерживая размеры <b>1-3</b></p>	 <p>Центровать торец <b>1</b></p>
<p>Сверлить (зенкеровать, развернуть и т.п.) отверстие <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Сверлить (зенкеровать, развернуть и т.п.) отверстие, выдерживая размеры <b>1 и 2</b></p>	 <p>Сверлить (зенкеровать, развернуть и т.п.) отверстие <b>1</b></p>
<p>Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т.п.) отверстие <math>\varnothing d</math> мм на длине <math>l</math> мм</p>	 <p>Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т.п.) отверстие, выдерживая размеры <b>1 и 2</b></p>	 <p>Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т.п.) отверстие <b>1</b></p>
<p>Расточить (зенкеровать, шлифовать и т.п.) отверстие <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Расточить (зенкеровать, шлифовать и т.п.) отверстие, выдерживая размеры <b>1 и 2</b></p>	 <p>Расточить (зенкеровать, шлифовать и т.п.) отверстие <b>1</b></p>
<p>Расточить (зенкеровать, развернуть и т.п.) коническое отверстие <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>\alpha^\circ</math> на длине <math>l</math> мм</p>	 <p>Расточить (зенкеровать, развернуть и т.п.) коническое отверстие, выдерживая размеры <b>1-3</b></p>	 <p>Расточить (зенкеровать, развернуть и т.п.) коническое отверстие <b>1</b></p>

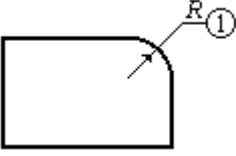
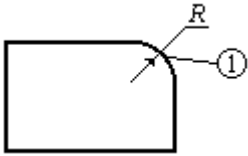
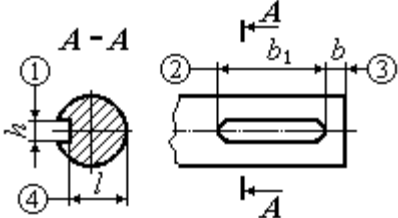
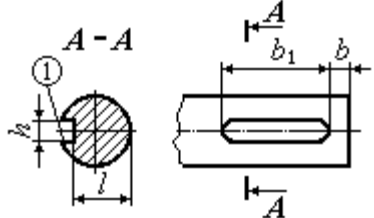
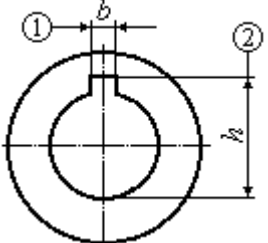
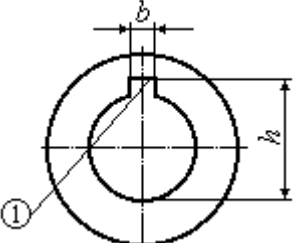
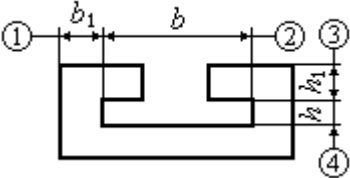
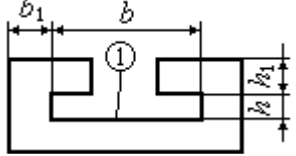
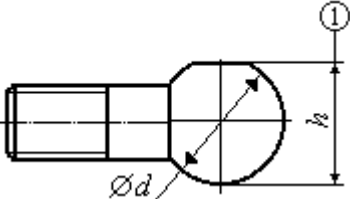
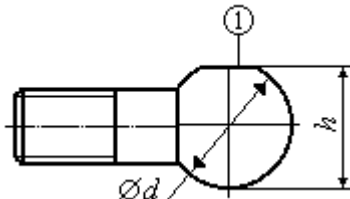
Продолжение таблицы 25

1	2	3
<p>Расточить канавку <math>\varnothing d</math> мм, шириной <math>b</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Расточить канавку, выдерживая размеры <b>1-3</b></p>	 <p>Расточить канавку <b>1</b></p>
<p>Зенковать (шлифовать, расточить и т.п.) фаску, выдерживая размеры <math>c \times 45^\circ</math></p>	 <p>Зенковать (шлифовать, расточить и т.п.) фаску, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Зенковать (шлифовать, расточить и т.п.) фаску <b>1</b></p>
<p>Расточить (зенковать, шлифовать и т.п.) галтель, выдерживая размер <math>R</math> мм</p>	 <p>Расточить (зенковать, шлифовать и т.п.) галтель, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Расточить (зенковать, шлифовать и т.п.) галтель <b>1</b></p>
<p>Нарезать (шлифовать, довести и т.п.) резьбу <math>Md</math> мм на длине <math>l</math> мм</p>	 <p>Нарезать (шлифовать, довести и т.п.) резьбу, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Нарезать (шлифовать, довести и т.п.) резьбу <b>1</b></p>
<p>Отрезать деталь (заготовку) <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Отрезать деталь (заготовку), выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Отрезать заготовку <b>1</b></p>
<p>Отрезать 2 заготовки <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Отрезать 2 заготовки, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Отрезать 2 заготовки <b>1</b></p>

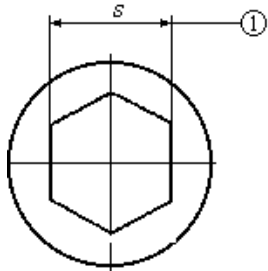
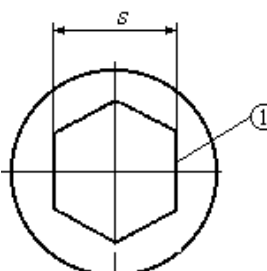
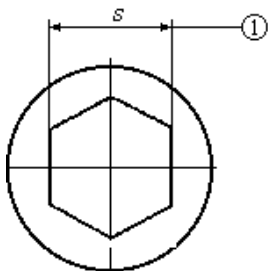
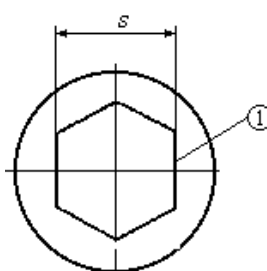
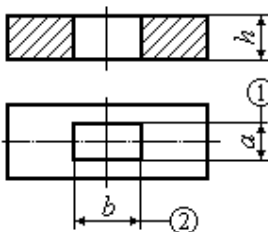
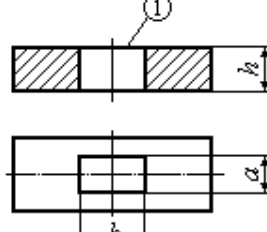
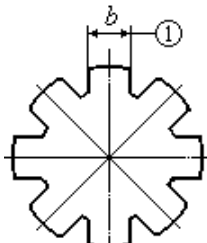
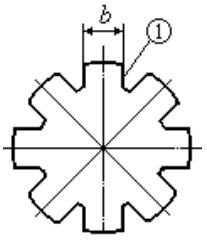
Продолжение таблицы 25

1	2	3
<p>Подрезать (шлифовать и т.п.) торец <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Подрезать (шлифовать и т.п.) торец, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Подрезать (шлифовать и т.п.) торец <b>1</b></p>
<p>Подрезать (шлифовать и т.п.) торец буртика <math>\varnothing D</math> мм до <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Подрезать (шлифовать и т.п.) торец буртика, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Подрезать (шлифовать и т.п.) торец буртика <b>1</b></p>
<p>Подрезать (шлифовать и т.п.) дно отверстия <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>l</math> мм</p>	 <p>Подрезать (шлифовать и т.п.) дно отверстия, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Подрезать (шлифовать и т.п.) дно отверстия <b>1</b></p>
<p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) поверхность, выдерживая размер <math>H</math> мм на длине <math>h</math> мм</p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) поверхность, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) поверхность <b>1</b></p>
<p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) фаску, выдерживая размеры <math>l</math> мм и <math>\alpha^\circ</math> на длине <math>h</math> мм</p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) фаску, выдерживая размеры <b>1</b> и <b>2</b></p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) фаску <b>1</b></p>

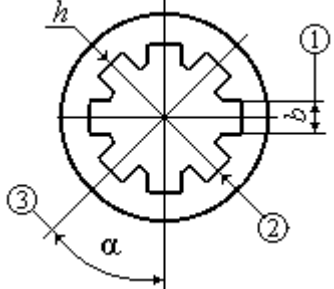
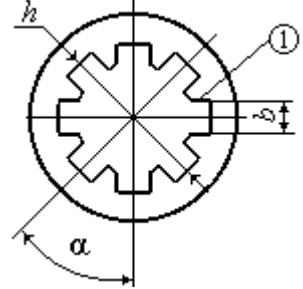
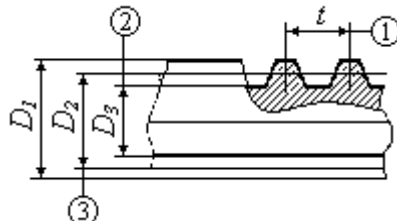
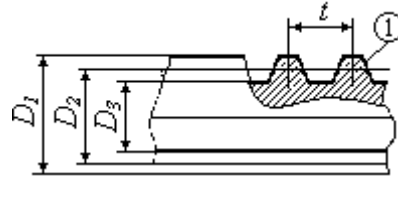
Продолжение таблицы 25

1	2	3
<p>Фрезеровать (строгать, шлифовать, протянуть и т.п.) галтель радиусом <math>R</math> мм на длине <math>h</math> мм</p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать, протянуть и т.п.) галтель, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать, протянуть и т.п.) галтель <b>1</b></p>
<p>Фрезеровать шпоночный паз шириной <math>h</math> мм, выдерживая размеры <math>l</math> мм, <math>b</math> мм и <math>b_1</math> мм</p>	 <p>Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры <b>1-4</b></p>	 <p>Фрезеровать шпоночный паз <b>1</b></p>
<p>Долбить (протянуть) шпоночный паз шириной <math>b</math> мм, выдерживая размер <math>h</math> мм на длине <math>l</math> мм</p>	 <p>Долбить (протянуть) шпоночный паз, выдерживая размеры <b>1 и 2</b></p>	 <p>Долбить (протянуть) шпоночный паз <b>1</b></p>
<p>Фрезеровать (протянуть) паз шириной <math>b</math> мм, выдерживая размеры <math>b_1</math> мм, <math>h</math> мм, <math>h_1</math> мм на длине <math>l</math> мм</p>	 <p>Фрезеровать (протянуть) паз, выдерживая размеры <b>1-4</b></p>	 <p>Фрезеровать (протянуть) паз <b>1</b></p>
<p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) лыску на поверхности <math>\varnothing d</math> мм, выдерживая размер <math>h</math> мм</p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) лыску, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) лыску <b>1</b></p>

Продолжение таблицы 25

1	2	3
<p>Долбить (протянуть) шестигранное отверстие, выдерживая размер <math>s</math> мм на длине <math>h</math> мм</p>	 <p>Долбить (протянуть) шестигранное отверстие, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Долбить (протянуть) шестигранное отверстие <b>1</b></p>
<p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) шестигранное отверстие, выдерживая размер <math>s</math> мм на длине <math>h</math> мм</p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) шестигранное отверстие, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) шестигранное отверстие <b>1</b></p>
<p>Прошить (долбить, протянуть и т.п.) отверстие, выдерживая размеры <math>a</math> мм, <math>b</math> мм на длине <math>h</math> мм</p>	 <p>Прошить (долбить, протянуть и т.п.) отверстие, выдерживая размеры <b>1</b> и <b>2</b></p>	 <p>Прошить (долбить, протянуть и т.п.) отверстие <b>1</b></p>
<p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) боковые поверхности шлицев, выдерживая размер <math>h</math> мм на длине <math>h_1</math> мм</p>	 <p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) боковые поверхности шлицев, выдерживая размер <b>1</b></p>	 <p>Фрезеровать (шлифовать, полировать и т.п.) боковые поверхности шлицев <b>1</b></p>

Окончание таблицы 25

1	2	3
<p>Долбить (протянуть) <math>n</math> шлицев шириной <math>b</math> мм, выдерживая размеры <math>h</math> мм, <math>\alpha^\circ</math> на длине <math>h_1</math> мм</p>	 <p>Долбить (протянуть) шлицы, выдерживая размеры <b>1-3</b></p>	 <p>Долбить (протянуть) шлицы <b>1</b></p>
<p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) червяк <math>\varnothing D_1</math> мм, выдерживая размеры <math>D_2</math> мм, <math>D_3</math> мм и <math>t</math> мм на длине <math>l</math> мм</p>	 <p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) червяк, выдерживая размеры <b>1-3</b></p>	 <p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) червяк <b>1</b></p>

**Запись вспомогательных переходов**

Запись вспомогательных переходов следует выполнять в соответствии с указанными выше правилами для технологических переходов.

Запись вспомогательных переходов допускается не выполнять:

при маршрутном описании технологических операций;

при операционном описании и применении карты эскизов (КЭ) или соответствующих операционных карт (ОК), имеющих место для графического изображения обрабатываемой заготовки с указанием условных обозначений применяемых баз и опор.

При соблюдении указанных требований разработчик обязан заполнить соответствующие графы в документах, предусматривающих запись вспомогательного времени.

**Примечание.** Требования данного пункта не распространяются на запись вспомогательных переходов, предусматривающих переустановку

заготовок (деталей) при отсутствии соответствующих графических изображений и условных обозначений применяемых баз и опор. В данном случае следует выполнять соответствующую запись.

Например, «Переустановить и закрепить деталь».

Установление полной или сокращенной записи перехода для каждого случая определяется разработчиком документов.

### ***Перечень вспомогательных переходов (выборочно)***

Установить заготовку в патроне:

- без выверки;
- с выверкой на биение мелом;
- с выверкой на биение индикатором;
- с центром задней бабки при подводе пиноли вращением маховичка;
- с центром задней бабки при подводе пиноли рукояткой;
- с разрезной втулкой;
- с разъемным вкладышем;
- на столе станка вертикальная ось.

Снять заготовку.

Установить заготовку (пруток) в патроне:

- по упору;
- по линейке.

Снять заготовку.

Установить (штучную) заготовку в цанговом патроне:

- с креплением рукояткой рычага;
- с креплением маховичком через шпиндель.

Снять заготовку.

Установить заготовку (пруток) в цанговом патроне:

- с креплением рукояткой рычага;

– с креплением ключом.

Снять заготовку.

Установить заготовку в центрах:

- с надеванием хомутика и подводом пиноли маховичком;
- с надеванием хомутика и подводом пиноли рукояткой;
- без надевания хомутика и подводом пиноли маховичком;
- без надевания хомутика и подводом пиноли рукояткой.

Снять заготовку.

Установить заготовку на центральной оправке:

- без крепления;
- с креплением гайкой и шайбой при подводе пиноли маховичком;
- с креплением гайкой и шайбой при подводе пиноли рукояткой;
- разжимной.

Снять заготовку.

Установить заготовку на концевой оправке:

- без крепления;
- с креплением гайкой и быстросъемной шайбой;
- с креплением гайкой и простой шайбой;
- с креплением гайкой и быстросъемной шайбой с поджатием центров;
- с креплением гайкой и простой шайбой с поджатием центров;
- разжимной оправке с креплением гайкой;
- разжимной оправке с креплением через шпиндель;
- разжимной оправке с креплением ключом;
- резьбовой оправке без контргайки;
- резьбовой оправке с контргайкой.

Снять заготовку.

– с винтовым зажимом – установочная поверхность обработанная или прокат;

– с винтовым зажимом – установочная поверхность отливка необработанная;

– с эксцентриковым зажимом;

Снять заготовку.

Установить заготовку на столе:

– с креплением болтом с планкой;

– с креплением двумя болтами и планками на необработанную поверхность.

Выверка без разметки:

– с креплением двумя болтами и планками на обработанную поверхность.

Выверка по разметке:

– с креплением двумя болтами и планками на необработанную поверхность.

Выверка без разметки:

– с креплением двумя болтами и планками на обработанную поверхность.

Выверка по разметке:

– с креплением двумя болтами и планками с выверкой;

Снять заготовку.

Установить заготовку на магнитном столе:

– без крепления планками;

– с креплением планками;

Снять заготовку.

Установить заготовку в специальном приспособлении:

- на плоскость или призму;
- на палец или в отверстие;
- на два пальца.

Снять заготовку.

Как видно из перечня установочных переходов, текст состоит из основной и дополнительной информации. Дополнительную информацию в переходе можно не указывать, но ее необходимо учитывать при определении нормы вспомогательного времени при нормировании операции.

Допускается в тексте указывать информацию о шероховатости поверхности, если она относится к предварительно обрабатываемым поверхностям и не может быть указана на КЭ или ОК.

При текстовой записи рекомендуется применять допускаемые сокращения слов и словосочетаний в соответствии с рекомендуемыми таблицами и приложениями.

Дополнительная информация при записи операций и переходов выбирается разработчиком документов по рекомендуемой таблице 23.

Дополнительная информация (рекомендуемая таблица 23, ч.1) применяется только при необходимости указания количества последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов.

Например: «Точить две канавки, согласно эскизу».

Дополнительная информация (рекомендуемая таблица 23, ч.2) применяется при уточнении названия обрабатываемой поверхности или конструктивного элемента, выбранных по рекомендуемой таблице 24.

Например: «Фрезеровать криволинейную поверхность 1».

Дополнительная информация (рекомендуемая таблица 23, ч. 3) применяется в следующих случаях: «Согласно чертежу» или «Согласно эскизу» — при неполном изложении информации в текстовой записи.

Ссылка на указанные документы должна расширять требования по выполнению операции или перехода с указанием в них дополнительных требований, размеров, особых указаний и т.п.

Например:

«Протянуть поверхность 1, согласно эскизу»;

«Предварительно» или «Окончательно» - при предварительной или окончательной обработке поверхности или конструктивных элементов.

Допускается для действий исполнителя, связанных с окончательной обработкой изделия и получением соответствующих размеров согласно документам, термин «Окончательно» не указывать.

Например:

«Точить поверхности 1, 2, 3 и 4 предварительно»;

«Точить поверхности 1, 2, 3 и 4»;

«Последовательно» или «Одновременно» - при последовательной или одновременной обработке поверхностей или конструктивных элементов;

«По копиру»;

«С подрезкой торца»;

«С подрезкой торцов»;

«По разметке» – при маршрутном изложении технологических операций.

Информацию, не вошедшую в таблицы и приложения, допускается устанавливать в отраслевых стандартах.

### ***Оформление эскизов***

Для разработки графических иллюстраций, таблиц к текстовым документам, операционных карт применяют карты эскизов (КЭ) по ГОСТ 3.1105-84.

Оформление КЭ не зависит от применяемых методов проектирования. При проектировании КЭ к нескольким операциям номера операций проставляются под основной надписью, а при нескольких эскизах – над каждым эскизом.

Эскизы следует выполнять с соблюдением масштаба или без соблюдения масштаба, но с соблюдением пропорций. При разработке технологической операции сначала разрабатывается и полностью оформляется эскиз на КЭ, затем заполняется текстовая ОК.

На каждом эскизе необходимо показать:

1. Заготовку в рабочем положении на операции. Её контур изображают в таком виде, в каком она получается в конце данной операции или установка. Если операция выполняется за несколько установок, то на каждый установ оформляют отдельный эскиз. Каждому эскизу присваивают номер операции и через черточку – номер вспомогательного перехода на перезакрепление заготовки. Например, 20-А, 20-Б, и т.д.

2. Поверхности, обрабатываемые на данной операции, выделяются утолщенными черными линиями. При выполнении КЭ и ОК в курсовом и дипломном проектах обрабатываемые поверхности выделять красным цветом.

3. Условное обозначение опор, зажимов, установочных устройств выполняется согласно ГОСТ 3.1107–81.

4. Размеры, получаемые на данной операции с указанием допусков и шероховатости поверхности. На эскизе проставляются только те размеры, которые обеспечиваются на данной операции. При простановке размеров

следует соблюдать принцип единства баз (технологическая база должна быть совмещена с измерительной).

5. Допускается указывать габаритные размеры заготовки в качестве справочных данных.

6. Допуски на погрешности формы, взаимного расположения поверхностей, если их необходимо выдержать на данной операции.

7. Режущий инструмент показывают по мере необходимости, предпочтительно в конце рабочего хода (или отведенным от заготовки).

Последовательность простановки номеров в кружочках рекомендуется вести по ходу часовой стрелки. Нумерация относится только к конкретной операции (установу).

На последующих операциях нумерацию опять начинают с цифры 1. При этом одна и та же поверхность на разных операциях (установках) может иметь различный номер. Пример КЭ представлен на рисунке 10.

В разделе затронуты лишь некоторые вопросы, связанные с оформлением единичных технологических процессов при обработке заготовок на универсальном оборудовании. При проектировании операций для автоматического, полуавтоматического оборудования и автоматических линий непременно нужно обращаться к соответствующим ГОСТам ЕСТД. Также не затронуты вопросы оформления групповых и типовых операций и процессов, карт наладки инструментов, кодирования информации, заказов на разработку управляющих программ, ведомостей оснастки, оборудования и т.п. Обучающиеся, работающие над реальными темами курсовых и дипломных проектов, должны оформлять технологическую документацию с учетом требований стандартов предприятий.

ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.		Изм.	№ док-м.
Взам.		14	Дата
Подл.		9	
Разраб.		ОНМ 500-19.00.002	20141
Прое.	СТАУ		
Примк.		Ушко	
Н. контр.			025
Уме.			

1

5x45°

50\*

30\*

12,5

30\*

6\*

Примечание. 1.\* Размеры для справок

КЗ

Рисунок 10 – Пример заполнения эскизной карты

## **4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СБОРКИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ**

При изучении сборочного чертежа и каталога (спецификации) деталей необходимо уточнить название и количество деталей, входящих в сборочную единицу изделия. В результате изучения сборочного чертежа и технических условий на сборку изделия должны быть выявлены сборочные группы, подгруппы и обоснован выбор базовой детали (группы, подгруппы).

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных единиц.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клёпкой, сваркой, прессовкой, развальцовкой, склеиванием, укладкой, пайкой и т.п.).

Сборочной группой, сборочной подгруппой называется часть изделия, состоящая из двух, и более деталей, которые могут быть собраны и проверены отдельно, независимо от общей сборки изделия. Сборочная группа характеризуется законченностью сборки части изделия на одном рабочем месте и включается непосредственно в общую сборку изделия. Сборочная подгруппа является частью сборочной группы. Различают сборочные подгруппы 1-го, 2-го и более высокого порядка.

Сборочная подгруппа 1-го порядка включается непосредственно в сборку сборочной группы, сборочная подгруппа 2-го порядка – в сборку сборочной подгруппы 1-го порядка, и т.п. Например, если для данного участка или сборочной линии, двигатель СМД-14 является законченным

изделием, то масляный насос в сборе будет сборочной группой, а предохранительный клапан в сборе будет сборочной подгруппой 1-го порядка.

Возможно другое деление, при котором изделие расчленяется на составные части по функциональному признаку. К таким составным частям относятся: механизмы газораспределения двигателя, система смазки, электрооборудование, подвеска и другие. Эти составные части изделия не являются сборочными группами с технологической точки зрения, так как их в большинстве случаев нельзя обособленно и полностью собрать отдельно от других элементов изделия. В некоторых случаях сборочные группы и составные элементы полностью совпадают как по функциональному признаку, так и по признаку законченности сборки изделия (например, двигатель).

Технологическая схема обеспечивает наглядное изображение сборочного процесса, является одним из основных документов, фиксирующих технологический процесс, и необходима для научной организации сборочных работ. В результате анализа технологической схемы сборки можно оценить технологичность конструкции изделия, возможности организации специализированных постов по сборке отдельных узлов. Кроме этого, при построении технологической схемы можно обнаружить возможные конструктивные неувязки собираемого изделия.

Правильное расчленение изделия на сборочные группы и подгруппы и построение технологической схемы сборки можно произвести при условии предварительного изучения конструктивных особенностей изделия.

*Технологическая схема сборки* представляет собой условное изображение включения отдельных деталей, сборочных групп и подгрупп в

сбору с указанием контрольных и дополнительных операций, выполняемых при сборке.

Различают развёрнутую (узловую) и укрупнённую (общую) технологические схемы сборки изделия. Схема сборки называется развёрнутой, если, все сборочные элементы изделия расчленены и представлены условно в виде отдельных деталей и показаны все контрольные операции и дополнительные пояснения. Развёрнутые технологические схемы составляют для несложных сборочных групп или сборочных подгрупп. Схема сборки называется укрупнённой, если все или часть сборочных групп изделия не расчленены на подгруппы и отдельные детали. Укрупнённые технологические схемы целесообразно строить для сложных машин и агрегатов, таких, как станок, автомобиль, трактор, двигатель и др. с указанием контрольных операций, выполняемых при общей сборке изделия.

Для сложного изделия, состоящего из нескольких сборочных групп, сначала составляют развёрнутую схему сборки отдельно для каждой сборочной группы.

Построение технологической схемы сборки целесообразно осуществлять поэтапно в следующей последовательности:

- построение развёрнутой технологической схемы сборки сборочной группы;
- построение технологической схемы сборочных групп;
- построение укрупнённой технологической схемы сборки рекомендуемого изделия.

Основные условные обозначения деталей, сборочных групп и подгрупп, контрольных операций на технологической схеме сборки представлены на рис. 11.

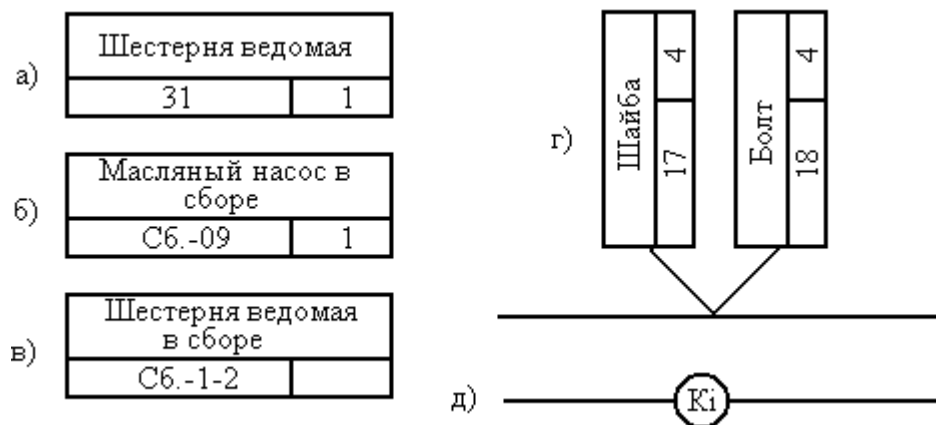


Рисунок 11 – Условные обозначения на технологической схеме сборки изделия: а) детали, б) сборочные группы, в) сборочные подгруппы, г) одновременные включения в сборку двух деталей, д) контрольные операции

Деталь обозначают так: в верхней части условного обозначения записывают её наименование (шестерня ведомая масляного насоса двигателя СМД-14). В нижней левой части записывают её номер (31) или индекс по каталогу (14-0905). В нижней правой части – количество этих деталей, входящих в изделие, рис. 11а.

Сборочную группу обозначает следующим образом: в верхней части условного обозначения записывают её наименование (масляный насос в сборе). В нижней части записывают её сокращенное наименование (Сб.) и порядковый номер (09) группы масляного насоса, который присваивают по каталогу согласно очередности вхождения в изделие, в нижней правой части – количество этих групп, входящих в изделие (двигатель СМД-14), рис. 11б.

Сборочную подгруппу обозначает следующим образом; в верхней части условного обозначения записывают её наименование (шестерня ведомая в сборе), в левой нижней части записывают её сокращенное наименование (Сб.), потом записывают порядковая номер (I) подгруппы, вхо-

дящей в сборочную группу (09), затем записывают порядковый номер (2) подгруппы, которой присваивают согласно последовательности включения её в сборочной группе, в нижней правой части – количество таких подгрупп, входящих в сборочную группу масляного насоса, рис. 11в.

Детали, которые одновременно включают в сборку, обозначают, как показало на рис. 11г.

Такие изделия, как подшипники, контрольно-измерительные приборы и т.п., являются продукцией смежных предприятий, их поставляют в собранном виде и изображают на технологических схемах как сборочные единицы без их расчленения на отдельные детали.

Контрольные операции условно обозначают на технологической схеме в виде окружности с буквой К и индексом «i», который обозначает порядковый номер контрольной операции, рис. 11д.

На основании изучения конструкции и назначения отдельных узлов, технических условий на их сборку, выявления сборочных подгрупп строят развернутую технологическую схему сборки каждой сборочной группы в отдельности (рис. 12).

Составление развернутой технологической схемы сборки начинают с условного изображения базисной детали или подгруппы в направлении сборки слева направо.

При построении развернутой технологической схемы сборки необходимо условные обозначения деталей располагать слева, сборочные группы - справа по направлению сборки. Этим облегчается чтение схемы и четко выделяются сборочные группы, сборку которых можно организовать независимо от общей сборки изделия. На схеме сборки показывают лишь те контрольные операции, которые предусмотрены техническими условиями и инструкциями.



Составление развернутой технологической схемы сборки начинают с базисной детали – ось ролика 3, затем в сборку включают маслоотражательное кольцо 6. Ролики 4 собирают вместе с подшипником 5, которые образуют сборочную подгруппу Сб–1–1 первого порядка, первой по последовательности включения в сборку сборочной группы. Устанавливают второй подшипник 205, затем вторую маслоотражательную шайбу 6, затем гайку 2 и масленку 1. Сборочные подгруппы второго порядка в данном случае отсутствуют. В сборочных подгруппах последняя цифра указывает на последовательность включения её в сборку.

Размеры, которые необходимо соблюдать при построении схемы сборки для обозначения деталей и узлов, показаны на рис. 13.

После составления развернутых технологических схем сборки всех сборочных групп разрабатывает технологическую схему сборки сборочной группы.

Технологическая схема сборочных групп представляет собой условное изображение последовательности включения сборочных групп, которые берутся из каталогов, в сборку в наиболее общем виде, без подгрупп и деталей, без дополнительных указаний на выполнение операций.

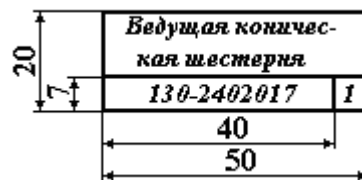


Рисунок 13 – Элемент технологической схемы сборки

Технологическую схему сборочных групп начинают с условного обозначения базисной группы или детали и составляют слева направо.

Сборочные группы располагают снизу в порядке их включения в общую сборку изделия. При таком построении технологическую схему сборочных групп легко превратить в укрупнённую технологическую схему сборки изделия, добавив сверху схемы условные обозначения деталей, устанавливаемых при общей сборке изделия, контрольные операции и дополнительные указания.

Разработка и составление технологической схемы сборочных групп является предварительной работой с целью составления укрупненной технологической схемы сборки агрегата или машины в целом.

Укрупненную технологическую схему целесообразно составлять для агрегатов, состоящих из большого количества сборочных групп, таких как двигатель, коробка передач, задний и передний мосты и машина в целом. Для таких механизмов и узлов, как масляный насос, водяной насос, дифференциал, верхняя крышка коробок передач, составление технологической схемы нецелесообразно ввиду простоты их конструкции и отсутствия сборочных групп.

## **5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ВИНТОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРУЖИН СЖАТИЯ**

### **5.1 Сущность упрочнения пружин контактным заневолианием и анализ конструкции приспособления**

Работоспособность и стабильные эксплуатационные характеристики большинства машин лимитируются ресурсом пружин, т.е. их релаксационной стойкостью и стабильностью силовых характеристик. При этом пружины выполняют важнейшие функции в качестве аккумуляторов энергии и амортизаторов, регуляторов и включателей силовых приводов и приводов управления, упругих подвесок и тормозных устройств. Однако неблагоприятные условия при их эксплуатации приводят к значительным остаточным деформациям пружин, к развитию скрытых дефектов металла пружин и их поломке.

Например, при разрушении и осадке пружины гидрозамка (рис. 14) при эксплуатации «Подъёмника автомобильного трехколенного» возникает аварийная ситуация. Разрушение пружины клапана двигателей автомобилей семейства ВАЗ ведёт к аварийному выходу из строя всего двигателя с поломкой других деталей. Осадка пружин задней и передней подвесок автомобилей в результате соударения витков сопровождается преждевременным разрушением лонжеронов и кузова.

Для упрочнения таких пружин рекомендуется применять контактное заневоливание, которое заключается в том, что после сжатия пружины до соприкосновения витков к пружине прикладывается дополнительная осевая нагрузка, приводящая к сжатию витков по линии контакта. Благодаря

этому на поверхности витков и в витках пружины возникают сложные остаточные напряжения, обуславливающие упрочнение и осевую осадку пружины.



Рисунок 14 – Дефектные пружины гидрозамков подъёмника:

1, 2 – разрушенные пружины; 3 – осевшая пружина

Применение контактного заневоливания повышает ресурс пружин, работающих при динамических нагрузках и больших скоростях нагружения. Также рекомендовано использовать контактное заневоливание для: более жесткой отбраковки пружин; замены отбивки на копрах и стендах; замены испытаний пружин в изделиях испытаниями на прессах; уменьшения отклонений геометрических и силовых параметров пружин от номинальных значений.

Контактное заневоливание осуществляют плавным приложением нагрузки на тарированных гидравлических прессах или на разрывных машинах (рис. 15).



Рисунок 15 – Машина разрывная Р-20

Впервые контактное заневоливание было осуществлено на Тульском машиностроительном заводе. Изготовленные пружины прошли приёмосдаточные испытания и испытания на полный ресурс, показав превосходство над штатными, а разработанные приспособления и способ для контактного заневоливания были внедрены на Чистопольском часовом заводе, НПО «Машиностроения» (г. Реутов, Московская область), Саранском заводе «Электровыпрямитель», Уфимском моторостроительном заводе, КБ «Салют» (г. Москва), Омском машиностроительном бюро и дали положительный эффект.

Рассмотрим конструкцию одного из известных приспособлений для контактного заневоливания. Приспособление (рис. 16) содержит плиту 1, стакан 2, установленный на плите с помощью болтов 3, вкладыши 4 и 5, между которыми устанавливают испытываемую пружину 6, пуансон 7 и привод 8 к нижнему вкладышу.

Работает приспособление следующим образом. Между вкладышами 4 и 5 устанавливают испытываемую пружину 6 в стакане 2 и нагружают пуансоном 7 с определённым усилием, оставляя зазор между витками.

Включают привод поворота вкладыша 5 и раскручивают пружину с помощью упоров на вкладышах до соприкосновения её витков с поверхностью стакана. После этого дополнительным усилием производят контактное заневоливание пружины.

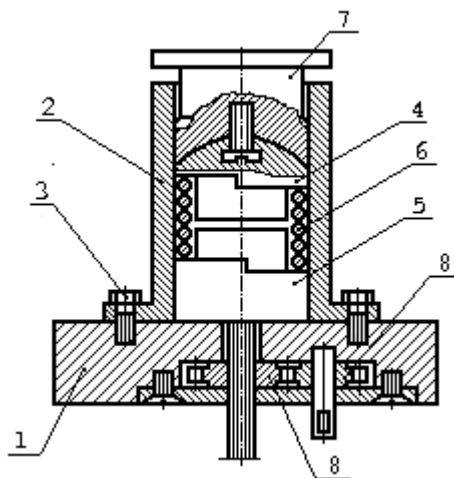


Рисунок 16 – Приспособление для контактного заневоливания

Основные детали приспособлений для контактного заневоливания пружин показаны на рисунке 17. Разработанное и изготовленное на кафедре технического сервиса, стандартизации и метрологии СтГАУ приспособление представлено на рисунке 18.

Приспособления для заневоливания должны обеспечивать правильную геометрическую форму пружины при приложении нагрузок контактного заневоливания. Поэтому необходимо, чтобы:

- нагрузка равномерно распределялась по окружности пружины;
- витки пружины опирались на внутренний диаметр ограничительной втулки приспособления для заневоливания;
- торцы пружины всей своей поверхностью соприкасались с поверхностями вкладышей, а торцы витков пружины упирались в упоры вкладышей ограничительной втулки.

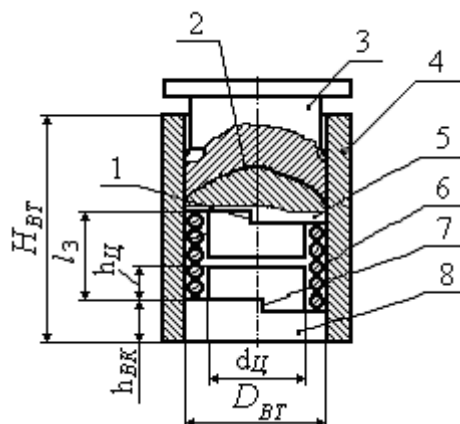


Рисунок 17 – Основные детали и технологические размеры приспособлений для контактного заневоливания:

1 – упор; 2 – шаровая поверхность; 3 – пуансон; 4 – обойма (ограничительная втулка); 5 – вкладыш верхний; 6 – пружина; 7 – упор; 8 – вкладыш нижний;  $H_{BT}$  – высота ограничительной втулки;  $l_3$  – высота сжатой до соприкосновения витков пружины;  $h_{Ц}$  – минимальная высота цилиндрической поверхности вкладыша;  $h_{БК}$  – высота опорной поверхности вкладыша;  $D_{BT}$  – внутренний диаметр ограничительной втулки;  $d_{Ц}$  – диаметр цилиндрической поверхности вкладышей.



а)



б)

Рисунок 18 – Приспособление для контактного заневоливания пружин: а) детали приспособления; б) приспособление в сборе

Для выполнения этих условий необходимо и достаточно, чтобы:

- поверхность верхнего вкладыша, воспринимающего нагрузку прес-са, была шаровой, а поверхность нижнего вкладыша – плоской;
- диаметр ограничительной втулки был равен диаметру сжатой до соприкосновения витков пружины, а высота втулки незначительно превышала высоту сжатой до соприкосновения витков пружины и высоту вкладышей;
- поверхности вкладышей, контактирующие с торцами пружины, повторяли поверхность торца пружины, то есть имели плоскую поверхность, винтовую поверхность, упор;
- диаметры вкладышей были равны внутреннему диаметру ограничительной втулки;
- вкладыши имели цилиндрические поверхности, контактирующие с внутренним диаметром пружины, с высотой не менее диаметра проволоки пружины.

Известна методика расчета основных элементов приспособлений для контактного заневоливания.

Внутренний диаметр ограничительной втулки  $D_{BT}$ , мм, определяется из расчёта, что развёртка внутреннего диаметра ограничительной втулки равна развёртке витка пружины по наружному диаметру

$$D_{BT} = \frac{\sqrt{(\pi \times D_2)^2 + t^2}}{\pi}, \quad (5.1)$$

где  $D_2$  – наружный диаметр пружины по плюсовым допускам, мм;

$t$  – шаг витков пружины, мм.

Толщина стенки ограничительной втулки 4 (рис. 17) назначается конструктивно, высота ограничительной втулки  $H_{BT}$ , мм, не менее:

$$H_{BT} = l_3 + 2 \times h_{BK}, \quad (5.2)$$

где  $l_3$  – высота сжатой до соприкосновения витков пружины 6, мм;

$h_{BK}$  – высота опорной поверхности вкладыша 8, мм.

$$l_3 = i \times d, \quad (5.3)$$

где  $i$  – полное число витков пружины;

$d$  – диаметр витка пружины, мм.

Диаметр цилиндрической поверхности вкладышей  $d_{Ц}$ , мм, равен

$$d_{Ц} = D_1 - 2 \times d, \quad (5.4)$$

где  $D_1$  – наружный диаметр пружины по минусовым допускам, мм.

Минимальная высота цилиндрической поверхности вкладыша  $h_{Ц}$ , мм,

$$h_{Ц} = 2 \times d. \quad (5.5)$$

По представленной схеме (рис. 17) и приведённым зависимостям рассчитываются размеры основных элементов приспособлений для упорочнения пружин.

## 5.2 Анализ конструкции пружины

Исходными данными для проектирования являются основные параметры пружины:

- 1) средний диаметр пружины  $D$ , мм;
- 2) угол подъёма  $\alpha$  оси винтового бруса, град.;
- 3) длина  $L$  оси рабочей части пружины (т. е. её основной части, образующей рабочие витки пружины), мм.

Все другие геометрические характеристики винтовой цилиндрической пружины могут быть выражены через эти основные параметры.

Число рабочих витков пружины  $i$

$$i = \frac{L \times \cos \alpha}{\pi \times D} . \quad (5.6)$$

Шаг витков пружины  $t$ , мм:

$$t = \pi \times D \times \operatorname{tg} \alpha . \quad (5.7)$$

Свободная высота пружины  $l$ , мм

$$l = t \times i , \text{ или } l = L \times \sin \alpha . \quad (5.8)$$

При наличии шлифованных витков учитывается величина снятого слоя, а при наличии поджатых опорных витков следует учитывать их высоту.

Важной характеристикой является индекс пружины  $c$  :

$$c = \frac{D}{d} . \quad (5.9)$$

По ряду соображений (сложность навивки, резкое повышение напряжений на внутреннем волокне витков вследствие их значительной кривизны) пружины с индексом, меньшим 4, применяются весьма редко (обычно  $c = 4 \dots 12$ ).

При проектировании студенту необходимо, используя исходные данные и зависимости (5.6)...(5.8), определить число и шаг рабочих витков пружины, а также свободную высоту пружины. Диаметр витка подбирается исходя из рекомендаций на величину индекса пружины по формуле (5.9). В пояснительной записке необходимо показать все расчеты.

### 5.3 Пример проектирования приспособления

Исходные данные для проектирования: средний диаметр пружины  $D = 20$  мм; шаг витков пружины  $t = 8$  мм; полное число витков  $i = 10$ ; рабочее число витков  $i_p = 8,5$ ; диаметр витка пружины  $d = 6$  мм; свободная высота пружины  $H = 78$  мм. Пружина имеет шлифованные опорные витки (величина шлифованного слоя  $\Delta = 2$  мм). Использовать проволоку с двухсторонним отклонением ( $\pm d$ ).

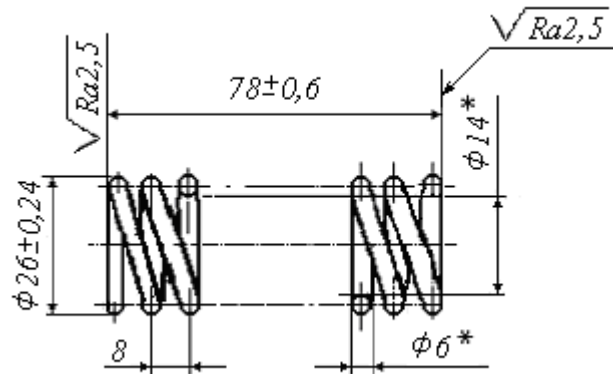
Наружный диаметр пружины  $D_2$ , мм, (рис. 19) определим по выражению

$$D_2 = D + d ,$$

$$D_2 = 20 + 6 = 26 \text{ мм.}$$

Величину допускаемых отклонений на наружный диаметр выбираем по приложению В.

$$D_2 = 26 \pm 0,24 \text{ мм.}$$



1. \* Размер для справок.
2. Полное число витков 10.
3. Рабочее число витков 8,5.
4. Направление навивки безразличное.
5. Материал: 60С2 ГОСТ 14959-79.
6. Контактное заневоливание.

Рисунок 19 – Чертеж пружины

При использовании проволоки с двухсторонними отклонениями ( $\pm d$ ) предельные отклонения диаметров пружин ( $\pm D_2$ ) назначают в каждую сторону пропорционально допускам на проволоку, при этом суммарное значение поля допуска на диаметр пружины не должно превышать величин, указанных в приложении В.

Предельные отклонения высоты пружины сжатия в свободном состоянии  $\Delta H$ , мм, определяют по формуле

$$\Delta H = i \times \left( \frac{\Delta H}{i} \right),$$

$\frac{\Delta H}{i}$   
где  $i$  – величина предельного отклонения высоты пружины на один рабочий виток, которую выбирают по приложению Г.

В случае использования проволоки с двухсторонними отклонениями ( $\pm d$ ) предельные отклонения высоты пружины устанавливаются в каждую сторону пропорционально допускам на проволоку. При этом суммарное значение поля допуска не должно превышать величин, указанных в приложении Г.

Высота пружины  $l_3$ , мм, сжатой до соприкосновения витков

$$l_3 = d \times i - \Delta .$$

$$l_3 = 6 \times 10 - 2 = 58 \text{ мм.}$$

Внутренний диаметр ограничительной втулки  $D_{BT}$  определяем по формуле (5.1)

$$D_{BT} = \frac{\sqrt{(\pi \times 26,24)^2 + 8^2}}{\pi} = 26,4 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр ограничительной втулки назначается по рекомендациям литературы: при внутреннем диаметре до 50 мм толщина стенки ограничительной втулки не менее 10 мм, при внутреннем диаметре 50...65 мм – толщина стенки ограничительной втулки не менее 15 мм.

Выбираем наружный диаметр ограничительной втулки 50 мм.

Минимальная высота ограничительной втулки, мм,

$$H_{BT} = l_3 + h_{BK}^H + h_{BK}^B,$$

где  $h_{BK}^B$  – высота опорной поверхности верхнего вкладыша;

$h_{BK}^H$  – высота опорной поверхности нижнего вкладыша.

Чертежи верхнего и нижнего вкладышей показаны соответственно на рисунках 20 и 21. На рисунке 22 представлен чертеж ограничительной втулки устройства. Высоту опорной поверхности вкладышей подбираем конструктивно, не менее 10 мм. Рекомендуемая высота рабочего пояса легко нагруженной матрицы составляет не менее 5 мм (размер 5 мм на рисунке 7). Радиус сферы вкладыша подбираем конструктивно. Можно принять его равным диаметру рабочей части вкладыша (см. рис. 20 – радиус сферы 25 мм, диаметр рабочей части вкладыша 25 мм).



Рисунок 20 – Верхний вкладыш

Примем:  $h_{ОП}^B = 10$  мм – высота опорной поверхности верхнего вкладыша (рис. 20);  $h_{ОП}^H = 18$  мм – высота опорной поверхности нижнего

вкладыша (рис.21). Тогда минимальная высота ограничительной втулки (рис. 22)

$$H_{BT} = 58 + 18 + 10 = 86 \text{ мм, Примем } H_{BT} = 90 \text{ мм.}$$

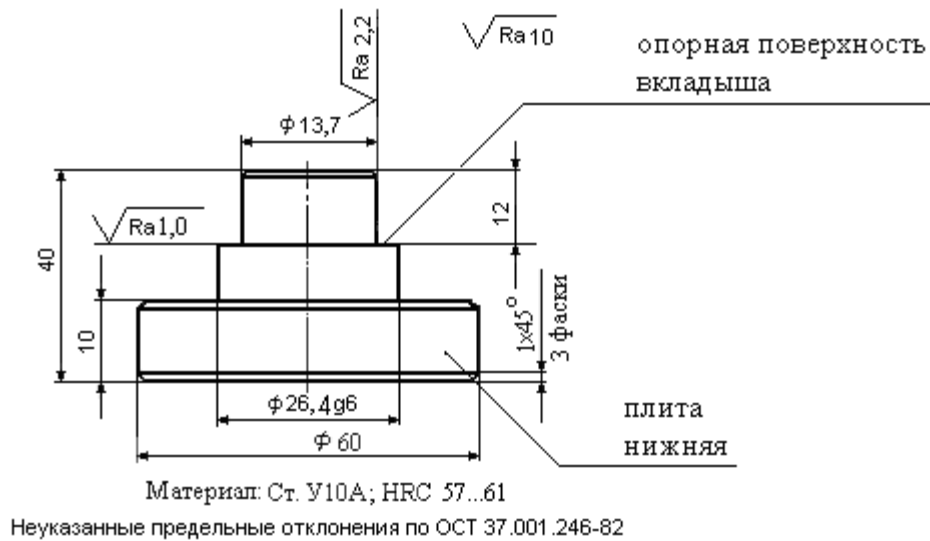


Рисунок 21 – Нижний вкладыш

Диаметр цилиндрической поверхности вкладышей равен

$$d_{Ц} = (26 - 0,24) - 2 \times 6 = 13,7 \text{ мм.}$$

Минимальная высота цилиндрической поверхности вкладышей

$$h_{Ц} = 2 \times 6 = 12 \text{ мм.}$$

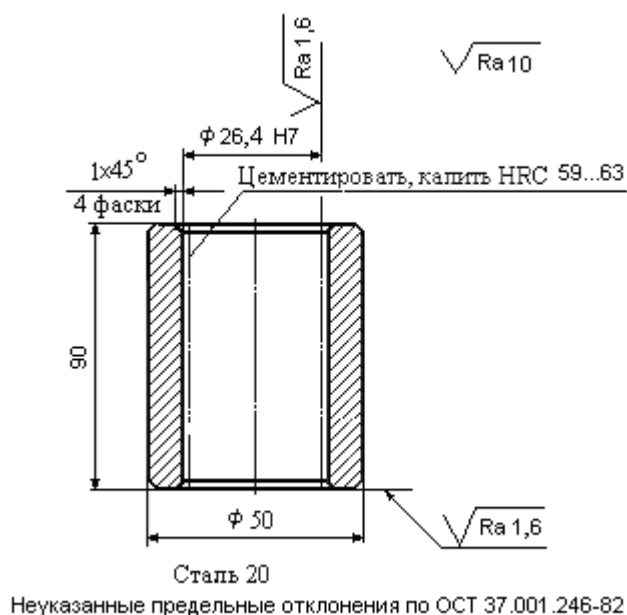


Рисунок 22 – Втулка

Диаметр нижней плиты приспособления принимается в 1,2 раза больше наружного диаметра ограничительной втулки

$$D_{Пл} = D_{ВТн} \times 1,2,$$

где  $D_{Пл}$  – диаметр нижней плиты приспособления, мм;

$D_{ВТн}$  – наружный диаметр ограничительной втулки, мм.

$$D_{Пл} = 50 \times 1,2 = 60_{\text{мм}}.$$

При необходимости крепления нижней плиты к столу прессы прихватами следует увеличить диаметр нижней плиты в зависимости от конструкции прихватов.

Чертеж пуансона приспособления для контактного заневоливания показан на рисунке 23.



на твердость HRC 55...59, для матрицы, или нижнего вкладыша – HRC 57...61). Втулки направляющие рекомендовано изготавливать из стали 20 с цементацией и последующей термообработкой. Термообработка необходима для исправления структуры и измельчения зерна сердцевин и цементированного слоя, неизбежно увеличившегося во время длительной выдержки при высокой температуре цементации, получения высокой твердости в цементированном слое и хороших механических свойств сердцевин.

Пример оформления сборочного чертежа приспособления на формате А1 показан на рисунке 24. Схема базирования пружины в приспособлении при заневоливании представлена на рисунке 25.

В пояснительной записке необходимо выполнить расчеты размеров деталей приспособления, сделать детализовку и спецификацию.



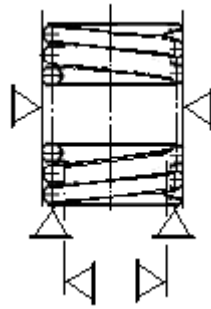


Рисунок 25 – Схема базирования пружины  
при заневоливании

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Землянушнова, Н.Ю. Классификация и испытание пружин / Н.Ю. Землянушнова, Ю.М. Тебенко // Вестник машиностроения. 2002. № 5. С. 8–13.
2. Землянушнова, Н.Ю. Расчет винтовых цилиндрических пружин сжатия при контактом заневоливании : монография / Н.Ю. Землянушнова. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – 136 с.
3. Ковка и штамповка. Горячая штамповка. Т2. / Под ред. Е.И. Семенова // Справ. в 4 т. – М. : Машиностроение, 1986. – 592 с.
4. Ковка и штамповка. Листовая штамповка. Т4. / Под ред. А. Д. Матвеева // Справ. в 4 т. – М. : Машиностроение, 1987. – 544 с.
5. Курсовое проектирование по технологии машиностроения; Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов / А.Ф., Горбацевич, В.А. Шкред. – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 254 с.
6. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»; Учеб. пособие для техникумов / И.С. Добрыднев. – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.
7. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием / С.С. Некрасов. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 335 с.
8. Некрасов, С.С. Практикум и курсовое проектирование по технологии сельскохозяйственного машиностроения. – М. : Мир, 2004. – 240 с.

9. Пономарёв, С. Д. Пружины, их расчёт и конструирование / С. Д. Пономарёв. – М. : МАШГИЗ, 1954. – 183 с.
10. Правила оформления технологической документации процессов механической обработки деталей машин : методические указания / Сост. В.В. Белых, Н.В. Плеханов, Н.Ю. Землянушнова. – Ставрополь : Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2009. – 76 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
12. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
13. Тебенко, Ю. М. Анализ методов улучшения качества пружин / Ю. М. Тебенко, Н. Ю. Землянушнова // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2005. – № 2. – С. 20–26.
14. Пат. RU 2393042 С1, 21F35/00 – Устройство для контактного заневоливания пружин / Тебенко Ю.М., Землянушнова Н.Ю., Землянушнов Н.А. № 2009119496/02; заявлено 22.05.2009; опубл. 27.06.2010. Бюл. № 18 – 4 с.
15. ГОСТ 16118–70. Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Технические условия.
16. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология металлов : Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. – М. : ВШ., 2001. – 638 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Таблица А. 1 – Отрезные круглопильные полуавтоматы

Техническая характеристика	Модель станка	
	8А631	8А641
Наибольший диаметр разрезаемого материала, мм	110	160
Диаметр пилы, мм	350	510
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	6,6; 9,7; 13,1; 19,7; 27,2; 39,7;	4,3; 6,3; 9,6; 14,4; 21,1; 31,2;
Горизонтальная подача дисковой пилы (бесступенчатое регулирование), мм/мин	10...600	12...550
Скорость быстрого хода бабки, м/мин:		
	подвода отвода	3,3 2,3
Мощность электродвигателя, кВт	3	5,5
Габариты станка, мм	1850×980	2100×1100

Таблица А. 2 – Фрезерно-центровальные полуавтоматы

Техническая характеристика	Модель станка				
	MP -71M	MP-73M	MP-76M	MP-77	MP-78
Диаметр обрабатываемой заготовки, мм	25...125	25...125	25...80	20...60	20...60
Длина обрабатываемой заготовки, мм	200.. 500	500... 1250	500...1000	100...200	200.. 825
Число скоростей шпинделя фрезы	6	6	7	7	7
Частота вращения шпинделя фрезы, мин <sup>-1</sup>	125; 179; 249; 358; 497; 712		270; 354; 456; 582; 745; 958; 1254		
Наибольший ход головки фрезы, мм	220	220	230	160	160
Рабочая подача фрезы (бесступенчатое регулирование), мм/мин	20...400	20...400	20...400	20...400	20...400
Число скоростей сверлильного шпинделя	6	6	6	6	6
Частота вращения сверлильного шпинделя, мин <sup>-1</sup>	238; 330; 465; 580; 815; 1125				
Конец фрезерного шпинделя по ГОСТ 836–72	50	50	50	50	50

Окончание таблицы А–2

Техническая характеристика	Модель станка				
	MP-71M	MP-73M	MP-76M	MP-77	MP-78
Ход сверлильной головки, мм	75	75	75	60	60
Рабочая подача сверлильной головки (бесступенчатое регулирование), мм/мин	20...300				
Мощность всех электродвигателей, кВт	13	13	6,6	5,1	5,1
Габариты станка, мм	3140×1630	3790×1630	3300×1575	2345×1265	2845×1265

*Примечание.* Полуавтоматы MP-71M и MP-73M – последовательно-го действия; MP-76M, MP-77 и MP-78 – барабанного типа (MP-76M – трехпозиционный, MP-77 и MP-78 – четырехпозиционные).

Полуавтоматы предназначены для двустороннего фрезерования и зацентровки валов. Обеспечивается параллельность торцов и перпендикулярность их к оси детали, что дает возможность в дальнейшем их не обрабатывать.

Кроме того, станки обеспечивают мерную зацентровку, что обуславливает получение стабильных допусков по линейным размерам при последующей обработке на токарных полуавтоматах. Мощность привода и жесткость станков дает возможность вести обработку фрезами, оснащенными пластинками твердого сплава на скоростных режимах.

Класс точности полуавтоматов Н. Параметр шероховатости обработанной поверхности  $R_z$  20.

Полуавтомат MP-71M имеет одни зажимные тиски, а MP-73M – двое; MP-76M имеет два трехпозиционных барабана. Обладая всеми достоинствами однопозиционных фрезеро-центровальных полуавтоматов, трехпозиционные превосходят их по производительности в 2...2,5 раза. Полуавтоматы комплектуются губками подвижными и неподвижными разными для зажимных тисков, оправками для торцевых фрез, втулками для центровых сверл, фрезами торцевыми правыми и левыми.

Таблица А. 3 – Токарно-винторезные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	1601	1А616	16К20	1М63	1А64
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	125	320	400	630	800
Расстояние между центрами; мм	180	750	710; 1000; 1400; 2000	1400; 2800	2800
Наибольший размер обрабатываемой заготовки над суппортом, мм	60	175	220	340	480
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	12	34	50	64	80
Количество ступеней частоты вращения шпинделя	Бесступенчатый	21	24	22	24
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	530...5360	9... 1800	12,5;16; 20; 25...31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	10... 1250	7,1;10;14; 17; 20; 24; 29; 33; 40; 48; 57; 67; 82; 94; 114; 134;160; 190; 230; 267; 321; 375;536; 750
Конец шпинделя по ГОСТ	16868-71	1-6К 12595-72	1-6К 12595-72	1-8К 12595-72	1-11К 12595-72
Конус Морзе шпинделя	№2	№5	№ 6	Метрический № 80	Метрический № 100
Конус Морзе пиноли задней бабки	№ 4	№ 5	№ 5	№5	№5
Наибольшее сечение резца резцедержателя суппорта, мм	8×8	25×25	25×25	35×40	45×45
Число ступеней подачи:					
продольных	Ручная	16	22	22	32
поперечных	Ручная	16	24	22	32

Окончание таблицы А–3

Техническая характеристика	Модель станка				
	1601	1A616	16K20	1M63	1A64
Подача на один оборот шпинделя мм/об: продольных		0,065.. 0,91	0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,6; 2,2; 2,4; 2,5	0,064... 1,025	0,2; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,33; 0,36; 0,38; 0,4; 0,46; 0,51; 0,56; 0,61; 0,66; 0,71; 0,76; 0,81; 0,92; 1,02; 1,12; 1,22; 1,32; 1,43; 1,53; 1,63; 1,83; 2,04; 2,24; 2,44; 2,65; 2,85; 3,05
поперечных		0,065... 0,91	0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4		0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,16; 0,17; 0,19; 0,21; 0,23; 0,24; 0,26; 0,28; 0,31; 0,35; 0,38; 0,42; 0,45; 0,48; 0,52; 0,55; 0,62; 0,69; 0,76; 0,83; 0,9; 0,97; 1,04
Мощность эл. двиг., кВт	0,6	4	10	13	22
Габариты станков	880×660	2335×852	2505×1190	4660× 1690	5780×2000

Станок модели 1601– повышенной точности без винторезного валика.

Таблица А. 4 – Вертикально-сверлильные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	2М112	2Н118	2Н125	2Н135	2Н150
Наибольший диаметр сверления по стали, мм	12	18	25	35	50
Конус Морзе шпинделя <i>A</i>	B18	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Количество ступеней частоты вращения шпинделя	5	9	12	12	12
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	450...5000	180...2800	45...2000	31,5...1400	22,5...1000
Наибольшее перемещение шпинделя, мм	100	150	200	250	300
Кол-во ступеней подачи	-	6	9	12	9
Подача шпинделя, мм/об	Ручная	0,1...0,56	0,1...0,6		0,05-2,24
Мощность эл. дв., кВт	0,6	1,5	2,2	4	7,5
Габариты станка, мм	730×355	910×550	1130×805	1240×810	1290×875

Таблица А.5 – Радиально-сверлильные станки

Техническая характеристика	Модель станка			
	2К52	2Л53У	2М55	2М57
Наиб. Ø сверл. по стали, мм	25	35	50	75
Наиб. усилие подачи, Н	4000	12500	20000	34000
Расстояние от оси шпинделя до колонны Л, мм	300... 800	290...1000	400...1600	500...2000
Расстояние от торца шпинделя до плиты Б, мм	0...1000	320...1400	450...1600	600...1750
Конус Морзе шпинделя	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Наиб. вертикальное перемещение шпинделя В, мм	130	300	350	450
Число ступеней скоростей	8	21	21	22
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	63...1600	35,5...1400	20...2000	12,5...1600
Число ступеней подачи	3	12	12	18
Подача шпинделя, мм/об	0,1; 0,15; 0,2	0,056...2,5	0,056...2,5	0,063...3,15
Мощность эл. дв., кВт	1,5	2,2	4	7,5
Габариты станка, мм	1800×1015	2140×870	2455×1000	3600×1550

Параметр шероховатости обработанной поверхности от  $Rz$  80 до  $Ra$  1,25.

Некруглость отверстия диаметром 150 мм, расточенного чистовым резцом, закрепленным в шпинделе 0,02 мм.

Таблица А. 6 – Круглошлифовальные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	3В110	3Е12	3М151	3Б153Т	3Т160
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм: диаметр длина	140	200	200	200	200
	180	500	700	500	700
Рекомендуемый диаметр шлифования, мм		60		20...80	
Рекомендуемый диаметр шлифуемого отверстия, мм	10.. .25	25. ..50			
Конус Морзе передней бабки	№ 3	№4	№ 4	№4	№ 5
Наибольшие размеры шлифовального круга, мм	250×20×76	350×40×127	600×100×305	500×63×203	750×130×305
Диаметры шлифовального круга внутреннего шлифования, мм	8;10; 20	16; 32			
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, мин <sup>-1</sup>	2450; 2840	1900; 2720	1590	1320	1250
Частота вращения внутришлифовального шпинделя, мин <sup>-1</sup>	14000	16750			

Окончание таблицы А–6

Техническая характеристика	Модель станка				
	ЗВ110	ЗЕ12	ЗМ151	ЗБ153Т	ЗТ160
Частота вращения шпинделя изделия, мин <sup>-1</sup>	150...760	78...780	50 ... 500	78...780	55; 78;110; 156; 220; 310; 440; 620
Скорость перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,1...4	0,1...5	0,05...5		
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	5,5	10	7,5	17
Габариты станка, мм	1600× 1670	2600× 1900	4605×2450	2260×1920	3754×4675

*Примечание.* 1. Станки мод. ЗА110 и ЗК12 являются универсальными, предназначены для шлифования цилиндрических и конических наружных и внутренних, а также торцевых поверхностей деталей. Шлифование изделий может осуществляться в неподвижных центрах, в трехлачковом патроне, в цангах.

2. На станках мод. ЗК12, ЗМ151 можно вести продольное и врезное шлифование вручную по лимбу или до упора, а также с автоматическим выключением подачи по достижении заданного размера.

3. Станки ЗБ153Т и ЗТ160 являются торцевокруглошлифовальными - предназначены для одновременного врезного шлифования цилиндрической поверхности и торца буртика. Станок ЗБ153Т может работать при полуавтоматическом цикле с прибором активного контроля или при ручном управлении. Станок ЗТ160 является полуавтоматом, имеет высокую степень автоматизации и механизации основных и вспомогательных движений и может встраиваться в автоматическую линию.

Таблица А. 7 – Бесцентровые круглошлифовальные станки

Техническая характеристика	Модель станка		
	ЗМ182	ЗМ184	ЗШ85
Диаметр шлифования, мм	0,8...25	3...80	10... 160
Наибольшая длина шлифования, мм: при врезном шлифовании при сквозном шлифовании	95 170	145 165	195 320
Частота вращения шлифовального круга, мин <sup>-1</sup>	1910 и 2720	1337 и 1910	1100
Частота вращения ведущего круга (бесступенчатое регулирование), мин <sup>-1</sup>	17... 150	10... 130	15...100
Скорость подвода при врезном шлифовании, м/мин	4,8	1,48	1,48
Тип шлифовального круга: наибольший диаметр наименьший диаметр наибольшая ширина диаметр отверстия	ПП 350 280 100 203	ПП 500 400 150 305	ПП 600 450 250 350
Тип ведущего круга: наибольший диаметр наименьший диаметр наибольшая ширина диаметр отверстия	ПП 250 200 100 127	ПВД 300 260 200 127	ПВД 350 300 250 203
Мощность электродвигателя, кВт: шлифовального круга ведущего круга	7 0,25	13 0,76	22 1,2
Габариты станка, мм	2230×1455	3510×2200	3260×2590

Таблица А. 8 – Шлицешлифовальный станок 3451

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	320
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм	700
Диаметр обрабатываемых шлицевых валов, мм	25 ... 125
Длина шлифования, мм	650
Диаметр шлифовального круга, мм	90 ... 200
Частота вращения шлифовального круга, мин <sup>-1</sup> .	2880;4550;6300
Подача стола, м/мин	1 ... 15
Автоматическая подача круга, мм/об	0,005 ... 0,070
Мощность электродвигателя, кВт	3
Габариты станка, мм	2600×1513

Таблица А.9 – Шлицефрезерный полуавтомат 5Э50А

Наибольший обрабатываемый диаметр, мм	150
Расстояние между центрами, мм	1000
Наибольший нарезаемый модуль, мм	6
Наибольший диаметр фрезы, мм	150
Наибольшая длина фрезерования, мм	675
Число нарезаемых шлицев	4...36
Частота вращения шпинделя фрезы, мин <sup>-1</sup>	80...250
Количество ступеней частоты вращения шпинделя фрезы	6
Подача обрабатываемой детали, мм/об	0,63...5
Число ступеней подач	10
Диаметр оправки фрезы, мм	27;32;40
Скорость обратного хода каретки, мм/мин	1,92
Мощность электродвигателя привода червячной фрезы, кВт	7,5
Габариты станка, мм	2335×1550

*Примечание.* Станок предназначен для фрезерования червячной фрезой методом обкатывания на валах прямых прямобочных и эвольвентных шлицев, а также зубьев шестерен, выполненных заодно с валом. Станок обеспечивает разность соседних шагов шлицев 0,02 мм и параметр шероховатости поверхностей боковых сторон шлицев не ниже  $R_z 20$ . Класс точности станка – Н.

Фрезе сообщается вращательное движение и движение подачи (перемещение вдоль оси обрабатываемого изделия), а последнему – только вращательное движение, согласованное с вращением фрезы. Станок может работать по автоматическому циклу методом попутного и встречного фрезерования. По специальному заказу станок может выпускаться с расстоянием между центрами: мод. 5350А - 1000 мм; 5350Б - 1500 мм; 5350В - 2000 мм.

Таблица А.10 – Горизонтально и вертикально-фрезерные станки

Техническая характеристика	Модель станка					
	5P80Г	6P10	6P81Г	6P11	6P82Г	6P12
Расстояние от оси шпинделя до станины В, мм	—	270	—	285	—	350
Размеры рабочего стола, мм	800×200	800×200	1000×250	1000×250	1250×320	1250×320
Наибольшее перемещение стола, мм:						
продольное	500	500	630	630	800	800
вертикальное	160	160	210	210	240	240
поперечное	300	300	360	360	420	420
Количество скоростей шпинделя	12	12	16	16		
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	50...2240	50...2240	50..1600	50..1600	31,5; 40; 50; 63; 80;100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800;1000; 1250; 1600	
Число ступеней подачи стола	12	12	16	16		
Подача стола, мм/мин:					25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125;160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800;	
продольных и поперечных	25...1120	25...1120	25. ..800	25...800	8,3;10,5;13,3;16,6;21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105;133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 416,6	
вертикальных	12,5...56 0	12,5...56 0	8,3..266,7	8,3..266,7		

Окончание таблицы А–10

Техническая характеристика	Модель станка					
	5P80Г	6P10	6P81Г	6P11	6P82Г	6P12
Мощность электродвигателя, кВт:						
главного движения	3	3	5,5	5,5	7,5	7,5
поддачи стола	0,75	0,8	1,5	1,5	1,5	2,2
Габариты станка, мм	1525×1875	1445×187	1560×204	1560×204	2305×195	2305×195
		5	5	5	0	0

*Примечание.* Станки предназначены для фрезерования различных деталей из стали, чугуна и цветных металлов цилиндрическими, дисковыми, фасонными, торцевыми, концевыми, радиусными и другими фрезами в условиях единичного и серийного производства. На станках можно обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы быстрорежущим и твердосплавным инструментом, нарезать зубчатые колеса.

Вертикально-фрезерные станки имеют поворотную головку с подвижной пинолью.

Параметр шероховатости обработанной поверхности на горизонтально-фрезерных станках при скоростном фрезеровании от  $R_z$  40 до  $R_z$  20, на вертикально-фрезерных – от  $R_z$  20 до  $Ra$  2,5.

Таблица А. 11 – Шпоночно-фрезерные станки

Техническая характеристика	Модель станка	
	6Д91	6Д92
Ширина фрезеруемого паза, мм	3...20	6...32
Диаметр обрабатываемого вала, устанавливаемого в приспособлении, мм	8...80	120
Наибольшая длина фрезеруемого паза, мм	300	600
Размер рабочей поверхности стола, мм	200×800	250×1000
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	500; 630; 800;1000;1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000	250; 315; 400; 500; 630; 800;1000;1250;1600; 2000; 3150
Количество рабочих продольных подач фрезерной головки	Бесступенчатое регулирование	18
Продольная подача фрезерной головки, мм/мин	20...1200	8;10;12,5;16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80;100;125;160; 200; 250; 315; 400
Количество поперечных подач фрезерной головки	Бесступенчатое регулирование 15...300	18
Поперечная подача фрезерной головки, мм/мин	15...300	4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200
Мощность электродвигателя, кВт: главного привода привода подач	2,2 0,8	2,2 1,5
Габариты станка, мм	1320x1380	1995x1115

*Примечание.* Станки предназначены для обработки шпоночных пазов: 6Д91 — концевыми и шпоночными фрезами; 6Д92 — немерными шпоночными фрезами. Класс точности станков – П. Параметр шероховатости обработки боковых сторон шпоночного паза  $R_z 20$ , дна паза  $R_z 40$ .

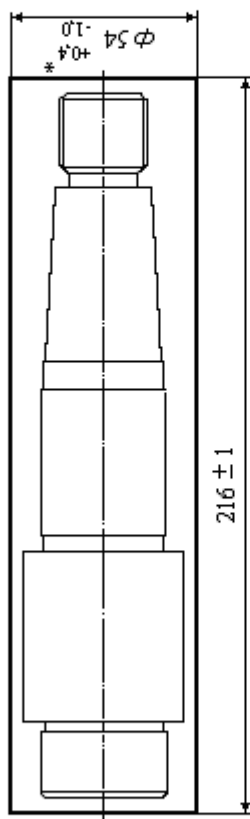
Станки работают по полуавтоматическому циклу. За одну установку на станке 6Д91 может быть обработан один шпоночный паз, а на станке 6Д92 до 6 шпоночных пазов одной ширины, расположенных на одной прямой вдоль вала. Обработка ведется с маятниковой подачей и периодической поперечной подачей в начале каждого хода (для шпоночных пазов 3...5 мм), шпоночные пазы шириной более 6 мм обрабатываются за один рабочий ход.



# Пример оформления чертежа заготовки

ВРДС.02.00.05.

А

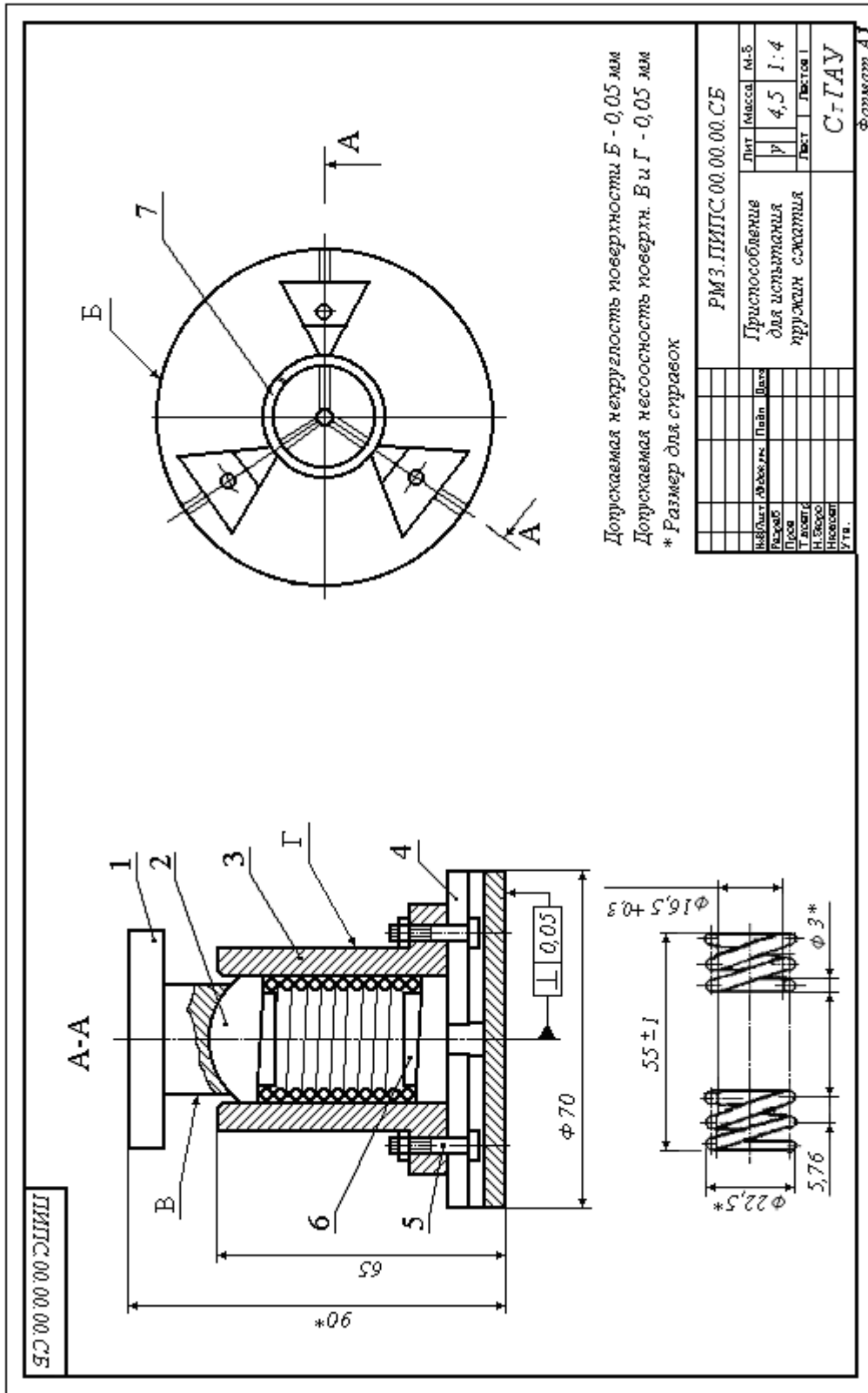


\* Размер для справок

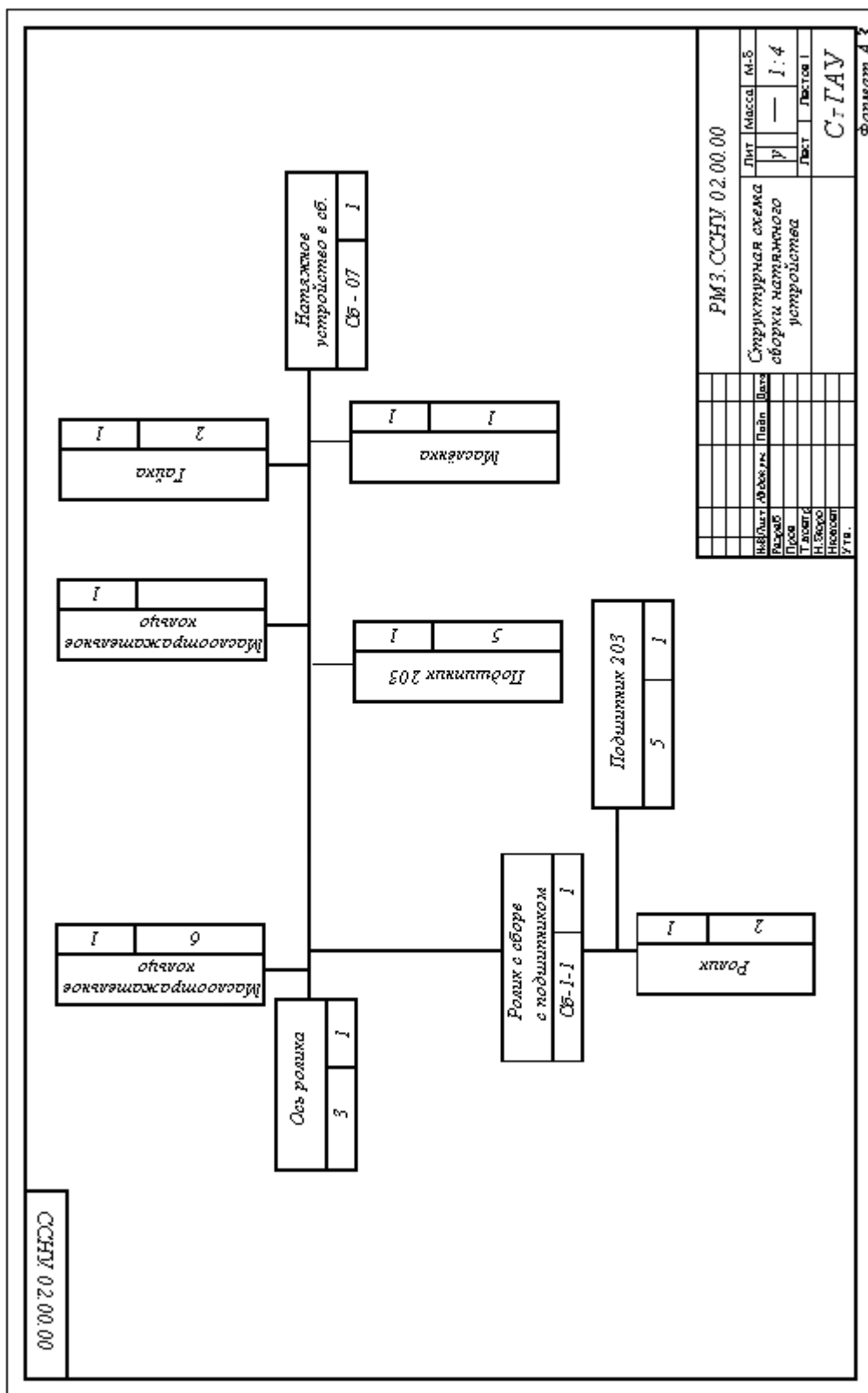
						РМЗ.ВРДС.02.00.05.	
Лист	Масса	М.Б					
7	6,0	1:1					
						Лист 1	
						СТАН	
						Формат А3	
						Вал (Заготовка)	
						Форм. В.14 ГОСТ 2390-88	
						Форм. СМ 3 ГОСТ 533-88	
						УТВ.	
Исполн.	Модифик.	Полн.	Дата				
Разработ.							
Провер.							
Т.Автомат.							
Н.Ворож.							
Николаев							
УТВ.							



## Пример оформления сборочного чертежа приспособления



Пример оформления чертежа структурной схемы сборки узла



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Предельные отклонения наружного или внутреннего диаметра пружин первой группы точности, мм

Индекс пружин	Диаметр проволоки, мм				
	<b>1,6...3,0</b>	<b>3,5...6,0</b>	<b>7,0...12</b>	<b>14...25</b>	<b>28...50</b>
До 5	0,24	0,48	0,7	1,8	2,4
5...6,3	0,30	0,60	0,9	2,2	3,0
6,3...8	0,38	0,75	1,1	2,8	3,8
8...10	0,48	0,95	1,4	3,6	4,8
Свыше 10	0,60	1,2	1,7	4,5	6,0

Таблица В.2 – Предельные отклонения наружного или внутреннего диаметра пружин второй группы точности, мм

Индекс пружин	Диаметр проволоки, мм		
	<b>0,20...0,30</b>	<b>0,36...0,60</b>	<b>0,7...1,4</b>
До 5	0,12	0,15	0,18
5...6,3	0,15	0,19	0,22
6,3...8	0,18	0,24	0,28
8...10	0,24	0,30	0,36
Свыше 10	0,30	0,36	0,45

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1 – Предельные отклонения высоты пружины жатия первой группы точности в свободном состоянии на один рабочий виток  $\frac{\Delta H}{i}$ , мм

$\frac{t-d}{d}$	Диаметр проволоки, мм				
	1,6...3,0	3,5...6,0	7,0...12	14...25	28...50
До 0,4	0,08	0,16	0,24	0,5	0,8
0,4...0,63	0,09	0,18	0,28	0,6	0,9
0,63...1,0	0,11	0,22	0,32	0,7	1,1
1,0...1,6	0,13	0,26	0,40	0,9	1,3
1,6...2,5	0,18	0,36	0,55	1,2	1,8
2,5...4,0	0,25	0,50	0,75	1,6	2,5
Свыше 4,0	0,36	0,70	1,10	2,4	3,6

Таблица Г.2 – Предельные отклонения высоты пружины сжатия второй группы точности в свободном состоянии на один рабочий виток  $\frac{\Delta H}{i}$ , мм

$\frac{t-d}{d}$	Диаметр проволоки, мм		
	0,20...0,30	0,36...0,60	0,7...1,4
До 0,4	0,032	0,045	0,055
0,4...0,63	0,036	0,052	0,065
0,63...1,0	0,045	0,06	0,075
1,0...1,6	0,055	0,08	0,095
1,6...2,5	0,075	0,10	0,13
2,5...4,0	0,10	0,15	0,18
Свыше 4,0	0,15	0,21	0,26