

Федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е.М. Желтобрюхов

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

**Разработка технологического процесса обработки цилиндра усилителя**  
**рулевого управления.**

Руководитель      \_\_\_\_\_      к.т.н., доц. каф. АТиМ      В. В. Платонов  
подпись, дата      должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускник      \_\_\_\_\_      Р. Г. Ивандаев  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Абакан, 2020

Продолжение титульного листа БР по теме: Разработка технологического процесса обработки цилиндра усилителя рулевого управления.

Консультанты по разделам:

<u>Технологическая часть</u>	_____	<u>В. В. Платонов</u>
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия

<u>Конструкторская часть</u>	_____	<u>В. В. Платонов</u>
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия

<u>Организационно-экономическая часть</u>	_____	<u>В. В. Платонов</u>
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия

<u>Нормоконтролер</u>	_____	<u>М.М. Сагалакова</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильный Транспорт и Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
                     Е.М. Желтобрюхов  
подпись                    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы**

Студенту: Ивандаеву Роману Георгиевичу  
фамилия, имя, отчество

Группа 26-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Тема бакалаврской работы: Разработка технологического процесса обработки цилиндра усилителя рулевого управления.

Утверждена приказом по институту № 224 от 27.04.2020 г.

Руководитель ВКР В.В. Платонов, канд. техн. наук, доцент кафедры АТиМ, ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

1. Чертеж детали с заводским номером;
2. Годовая программа N = 741 шт.

Перечень разделов ВКР: Общие положения; Технологическая часть; Экономическая часть.

Перечень графического материала

1. Чертеж цилиндра - 1 лист ф. А2;
2. Карта операционных эскизов – 1 лист ф. А1;
3. Наладка ЧПУ – 1 лист ф. А1;
4. Нумерация поверхностей – 1 лист ф. А1;
5. Размерные цепи – 1 лист ф. А1.

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

В. В. Платонов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

Подпись

Р. Г. Ивандаев

инициалы и фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

## Реферат

Бакалаврская работа на тему «Разработка технологического процесса обработки цилиндра усилителя рулевого управления»

В данной работе спроектирован технологический процесс механической обработки цилиндра усилителя рулевого управления с применением станков с системой ЧПУ в условиях мелкосерийного производства.

В технологической части были выбраны: способ литья, припуски на механическую обработку, расчет режимов резания, режущий инструмент, обрабатывающий станок с системой ЧПУ.

В экономической части проведен расчет стоимости заготов

					БР 15.03.05. - 2020 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>	Ивандаев				Содержание	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров</i>	Платонов					у	4	85
<i>Н. Контр.</i>	Сагалакова							
<i>Утв</i>	Желтобрюхов							
						ХТИ-филиал СФУ Гр.26-1 АТиМ		

## Оглавление

Реферат .....	4
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	6
1.1 Служебное назначение и техническая характеристика изделия, ..... содержащего данную деталь.....	6
1.2 Производственная программа выпуска деталей. Тип производства. ....	9
<b>2. Технологический процесс изготовления детали</b> .....	13
2.1. Анализ технических требований к детали .....	13
2.2. Отработка конструкций деталей на технологичность.....	17
2.2.1. Качественная оценка технологичности.....	18
2.2.2. Количественная оценка технологичности .....	19
2.3. Выбор метода получения заготовки и расчет заготовки по ГОСТ 7505-89 .....	21
2.4. Выбор вида технологического процесса с учетом типовых технологий.....	29
2.5. Выбор методов обработки поверхностей заготовок .....	36
2.6. Расчет припусков на обработку поверхностей. Определить ..... припуск на наиболее точную поверхность расчетно-аналитическим методом. ....	38
2.7. Разработка технологического процесса изготовления детали. ....	45
2.7.1. Выбор технологических баз и схем базирования заготовок .....	45
2.7.2. Разработка маршрутной технологии .....	46
2.7.3. Размерный анализ. ....	48
2.7.4. Разработка технологических операций .....	50
2.7.4.1. Выбор технологического оборудования и инструмента. ....	50
2.7.4.2. Расчет режимов резания.....	61
2.7.4.3. Техническое нормирование операций .....	70
2.7.4.4 Расчет наладочных размеров на токарную операцию с ЧПУ .....	72
2.7.5. Выбор методов и средств технического контроля качества изготовления детали.	75
<b>3 Экономическая часть</b> .....	79
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	81
<b>CONCLUSION</b> .....	82
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	83

БР 15.03.05. - 2020 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб		Ивандаев			Литера	Лист	Листов
Пров		Платонов					
Н. Контр.		Сагалакова			ХТИ-филиал СФУ Гр.26-1 АТиМ		
Утв		Желтобрюхов					

Содержание

## ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения постоянно обновляется и изменяется по мере развития техники. Совершенствование технологии – важнейшее условие ускорения технического прогресса.

Предметом исследования и разработок технологии являются виды обработки, выбор заготовок, качество обрабатываемых поверхностей, точность обработки и припуски на нее, базирование заготовок, способы механической обработки поверхностей, методы изготовления типовых деталей, конструирование приспособлений.

При правильном выборе и проектировании заготовки возможно уменьшение затрат материала более чем вдвое, что существенно уменьшит объем механической обработки. При импортировании сырья на территорию предприятия из других стран этот вопрос обретает наибольшую актуальность

Важнейшие показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность технологического процесса: расход сырья, полуфабрикатов и энергии на единицу продукции; количество и качество получаемых готовых изделий; уровень производительности труда, интенсивность; затраты на производство; себестоимость продукции, изделий.

Типовой технологический процесс должен быть рациональным в конкретных производственных условиях, характеризоваться единством содержания и последовательности большинства технологических операций.

Типизация технологических процессов существенно сокращает технологическую подготовку производства, обеспечивая при этом стабильность качества этих процессов, и является основой автоматизированной разработки технологических процессов.

Основные направления современной техники: переход от прерывистых дискретных технологических процессов к непрерывным, автоматизированным, обеспечивающим необходимые объемы производства и качества продукции; эффективное использование машин и оборудования; внедрение безотходной технологии для наиболее полного использования материалов, топлива, энергии; повышение производительности труда; создание гибких производственных систем (ГПС), широкое использование станков с ЧП.

					БР-15.03.05 – 2020 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Введение	Литера	Лист	Листов
Разраб		Ивандаев				у	5	85
Пров		Желтобрюхов						
Н. Контр.		Сагалакова						
Утв		Желтобрюхов						
						ХТИ-филиал СФУ Гр. 26-1 АТиМ		

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1 Служебное назначение и техническая характеристика изделия, содержащего данную деталь

Изделием является гидроцилиндр, который служит для перемещения рабочих органов машины для литья под давлением №9, под действием давления гидравлической жидкости.

Данный гидравлический цилиндр двойного действия (аналогичен по нормам машиностроения МН 2255-61) работает на чистых минеральных маслах при рабочем давлении до 100 кгс/см<sup>2</sup>.

#### Техническая характеристика:

Диаметр цилиндра 125мм.

Диаметр штока 60мм.

Рабочий ход штока 142мм.

Максимальное расчетное усилие на штоке 9400кгс

Особенностью конструкции данного изделия является подвод и отвод гидравлической жидкости, осуществляемый непосредственно через каналы в штоке.

					БР-15.03.05 – 2020 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Общие положения.	Литера	Лист	Листов
Разраб		Ивандаев				у	6	85
Пров		Платонов						
Н. Контр.		Сагалакова						
УТВ		Желтобрюхо						
						ХТИ-филиал СФУ Гр. 26-1 АТиМ		



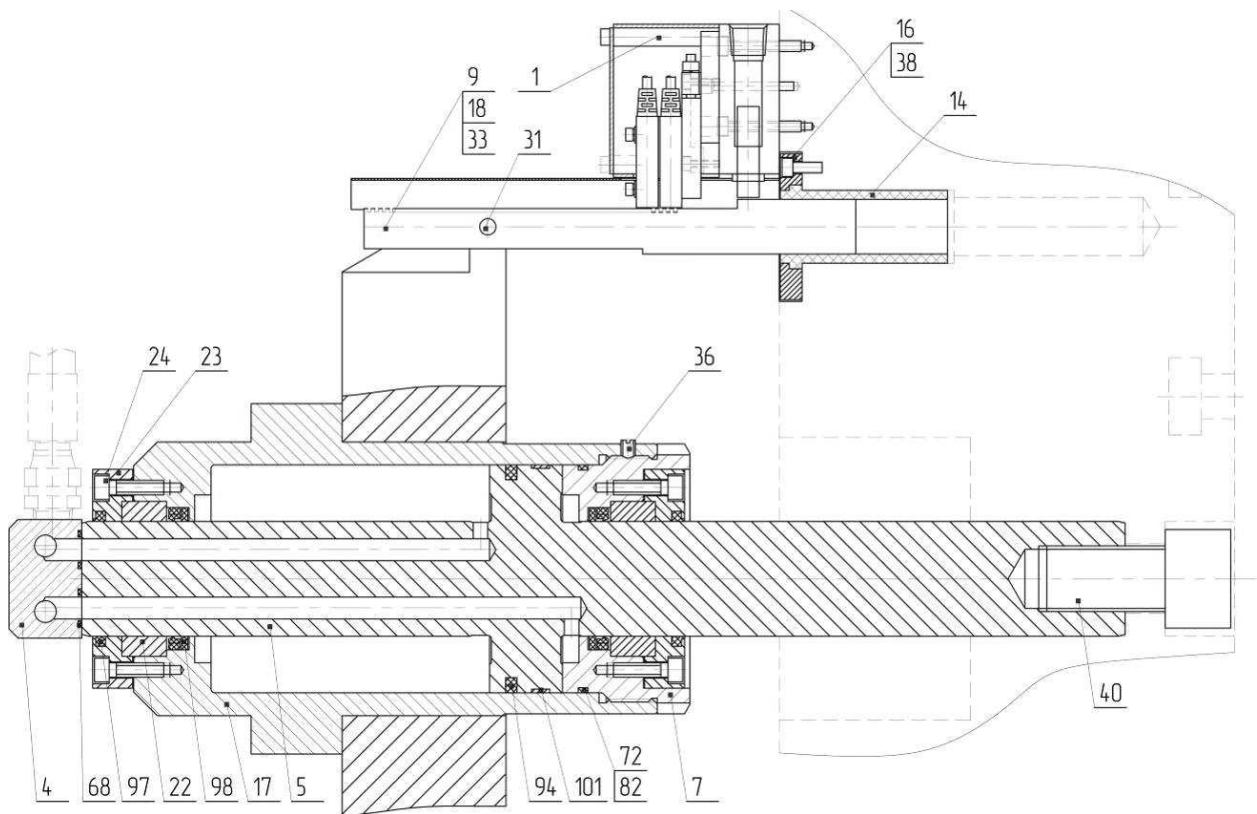


Рисунок 1.1. Узел прессования

Машины для литья под давлением с холодной горизонтальной камерой прессования



Таблица 1. Сравнительные характеристики машин для литья.

Технические данные	711 A08	711 E08	711 И09	711 И10	711 И11	711 И12
Усилие запираня пресс-формы, кН	2500	2500	4000	6300	8000	10000
Максимальное усилие прессования, кН	300	320	450	670	840	950
Усилие центрального выталкивателя, кН	150	200	245	360	400	560
Ход подвижной плиты, мм	450	530	530	760	920	1060
Ход центрального выталкивателя, мм	100	120	125	180	200	230
Расстояние между колоннами по горизонтали и вертикали в свету, мм	530	550	630	780	900	1020
Толщина пресс-формы, мм:						
- наибольшая	600	600	710	900	1050	1150
- наименьшая	260	260	320	380	400	450
Выход пресс-плунжера за плоскость плиты, мм	130	130	150	260	300	350
Число холостых циклов в час	235	660	200	125	110	80
Наибольшая скорость холостого хода пресс-плунжера, м/с	5	7	5	5	5	5
Диаметр колонн, мм	100	100	130	160	180	200
Размеры плит, мм	810 x 890	880 x 887	1060 x 1010	1290 x 1230	1410 x 1410	1660 x 1660
Максимальная площадь отливки при давлении на металл 40 МПа, см <sup>2</sup>	625	625	1000	1575	2000	2500
Максимальный вес отливки, кг	5,3	5,3	9,5	12,1	16,2	25
Мощность двигателя насоса главного привода, кВт	26	22	41	49	54,6	99,6
Масса машины, кг	10600	11200	17000	30350	41900	62700

Продолжение таблицы 1.

Габаритные размеры, мм:	6150	5300	5800	7080	7860	8950
- длина	1640	2200	1900	3490	3250	3420
- ширина	2050	2145	2230	2540	2920	2930
- высота						

## 1.2 Производственная программа выпуска деталей. Тип производства.

Перед проектированием техпроцесса необходимо установить тип машиностроительного производства.

На проектируемом участке механической обработки объектом производства является деталь “Цилиндр”, приведенная годовая программа выпуска которой составляет  $N_T=741$  шт.

Для предварительного определения типа производства используем годовой объем выпуска и массу детали.

Масса детали, согласно чертежу, составляет  $M=17,2$ кг.

Ориентировочно это можно выполнить по таблице 1.1

Таблица 1.1 Тип производства в зависимости от массы детали и годовой программы выпуска.

	Количество обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера		
	Крупных, тяжелых, большой трудоемкости $m > 30$ кг.	Средних размеров, и трудоемкости $m = 8-30$ кг.	Небольших размеров, и трудоемкости $m$ до 8кг.
Единичное (индивид.)	< 5	< 10	< 100

Мелкосерийное	5...100	10...200	100...500
Среднесерийное	100...300	200...500	500...5000

Продолжение таблицы 1.1

Крупносерийное	300...1000	500...5000	5000...50000
Массовое	> 1000	>5000	> 50000

Согласно ГОСТу, основной характеристикой типа производства является коэффициент  $K_{30}$  закрепления операций, равный отношению всех различных технологических детали-операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца в каком-либо подразделении механического цеха, к числу рабочих мест.

Типы производства количественно характеризуются коэффициентом закрепления  $K_{30}$ .

Данный коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K_{30} = \tau_{\text{вып}} / \tau_{\text{шт}} = \frac{(60\Phi \cdot m_1 \cdot \eta)}{N_r \cdot \tau_{\text{шт}}}, \quad (1.1)$$

где  $\tau_{\text{вып}}$  – такт выпуска;  $\tau_{\text{шт}}$  – штучное время (ориентировочное);

$\Phi$  – номинальный годовой фонд времени при односменной работе,  $\Phi=2070\text{ч}$ ;  
 $m_1$  – принятое число смен в сутки;  $\eta$  – коэффициент использования оборудования,  $\eta = 0,9 \dots 0,98$ ;  $N_r$  - годовая программа выпуска деталей с учетом запасных частей.

Исходные данные:

$$\tau_{\text{шт}} = 6,87\text{ч}$$

$$\eta = 0.9$$

$$m_1 = 1$$

Тогда

$$K_{30} = \frac{(60 \cdot 2070 \cdot 1 \cdot 0.9)}{741 \cdot 6,87} = 21.96 \approx 22$$

Таблица 1.2 Коэффициент закрепления в зависимости от типа производства.

$K_{30}$	Тип производства
1...2	Массовое
2...10	Крупносерийное
10...20	Среднесерийное
20...50	Мелкосерийное
50 и >	Единичное

Мелкосерийное производство – периодическое изготовление деталей повторяющихся партиями по полученным чертежам в течение продолжительного промежутка времени. (Например: металлорежущие станки, машины литья под давлением, судовые двигатели и т.д.)

С учетом производственной программы по табл. 1.2., где  $20 < K_{30} < 50$  следовательно тип производства является мелкосерийным. (ГОСТ 14.004-83)

Каждому типу производства соответствует определенная организационно-техническая характеристика. В технической литературе приводятся таблицы такого соответствия, составленные на основе обобщения опыта передовых машиностроительных предприятий (таблица 1.3). Их содержание используют для принятия предварительных решений: о степени детализации проектирования технологического процесса, о структуре операций, о видах оборудования и оснастки, о методах обеспечения точности и т.д.

Таблица 1.3 Организационно-техническая характеристика типа производства

Характеристика	Тип производства
	Мелкосерийное
Проектирование техпроцессов по их детализации	Маршрутное
Оборудование	Универсальное, станки с ЧПУ

Продолжение таблицы 1.3

Приспособления	Универсально-безналадочные (УБП), универсально-сборные (УСП)
Базирование	Выверкой по разметке
Размерная настройка	Индивидуальная (пробных стружек.)

В мелкосерийном производстве процесс изготовления деталей построен по принципу дифференциации операций. Поэтому производство этого типа характеризуется необходимостью переналадки технологического оборудования при переходе на изготовление деталей другой партии.

В связи с этим применение станков с ЧПУ позволяет максимально упростить и сократить количество используемой оснастки и, следовательно, ускорить технологическую подготовку производства при переходе на изготовление новых изделий. Важнейшим преимуществом станков с ЧПУ является возможность обработки с одной установки (соблюдая принцип постоянства баз) заготовок сложных деталей, требующих для обработки большого числа различных инструментов.

Эффективность применения станков с ЧПУ включает: повышение точности обработки за счет исключения субъективных факторов; исключение операций разметки; автоматизацию вспомогательных переходов, в том числе смены инструмента и обрабатываемых заготовок; концентрацию операций и обработку за один переход поверхностей с прямолинейными и криволинейными образующими; сокращение времени рабочих и

вспомогательных ходов; сокращение затрат на контроль размеров; предпосылки к многостаночному обслуживанию оборудования и переходу на автоматический цикл работы; способность встраиваться в ГПС.

Также большим преимуществом при мелкосерийном типе производства является время, требуемое на переналадку станка с ЧПУ для изготовления новых деталей значительно меньшее времени наладки других станков, и представляет собой время, затрачиваемое на смену управляющей программы и оснастки.

## 2. Технологический процесс изготовления детали

### 2.1. Анализ технических требований к детали

Деталь изготавливается из Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Из данного материала изготавливают детали с общей повышенной прочностью, работающие при средних скоростях и средних удельных давлениях: зубчатые передачи, червячные валы, шлицевые валы, промежуточные оси, шпиндели и валы, работающие в подшипниках качения.

Чертеж детали содержит достаточное количество информации о точности изготовления поверхностей, их шероховатости, допуске форм и расположения поверхностей. Все указанные шероховатости указаны в Ra и взяты из одного нормального ряда. Чертеж детали содержит достаточно необходимое количество видов и разрезов.

Недостатком является отсутствие числовых значений некоторых полей допусков.

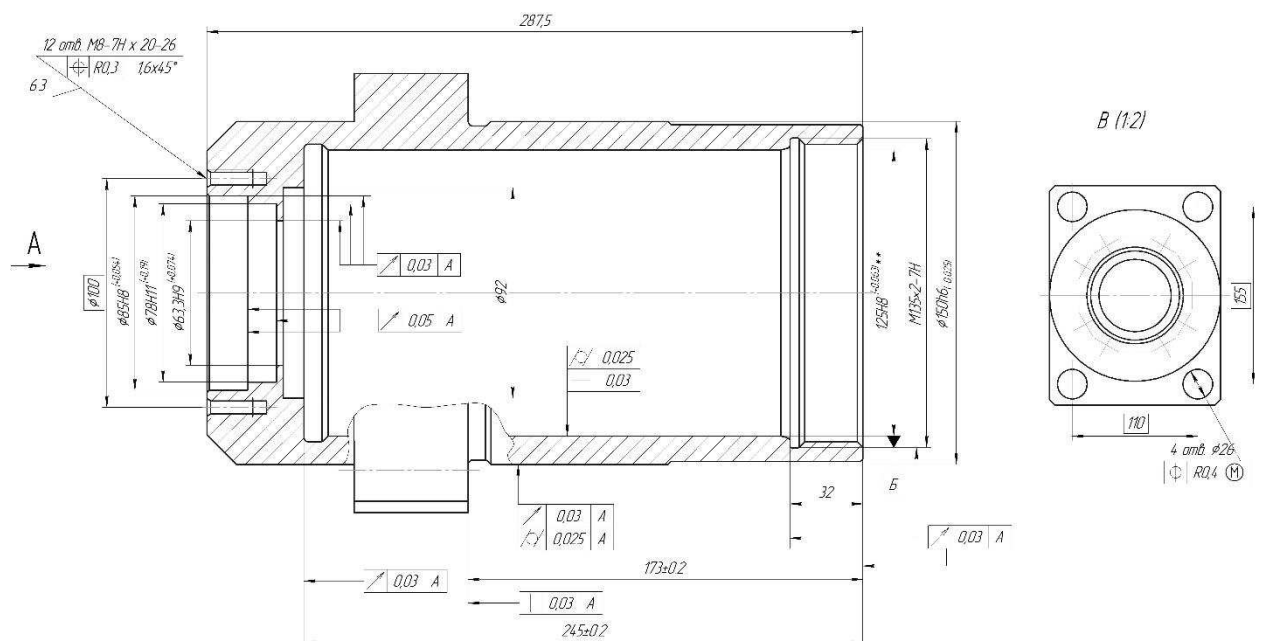


Рисунок 2.1. Допуска детали «Цилиндр»

					БР-15.03.05 – 2020 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Технологическая часть					
Разраб	Ивандаев							Литера	Лист	Листов
Пров	Платонов							у	13	86
Н. Контр.	Сагалакова							ХТИ-филиал СФУ Гр. 26-1 АТиМ		
УТВ	Желтобрюхов									

Наиболее ответственные поверхности:  $\varnothing 150h6$ ,  $\varnothing 125H8$ ,  $\varnothing 85H8$ ,  $\varnothing 63.3.H9$ ,  $4 \times 15^\circ$

Поверхность 128H8 имеет шероховатость  $Ra=0,2$  получаемую после покрытия.

Поверхность  $4 \times 15^\circ$  имеет шероховатость  $Ra=0,8$

Поверхность  $150h6$  имеет шероховатость  $Ra=1,6$

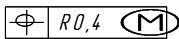
Поверхность 85H8 имеет шероховатость  $Ra=1,6$

Поверхность  $63.3.H9$  имеет шероховатость  $Ra=1,6$

Допускается матовость и занижение толщины покрытия на  $l=10$ мм от канавки.

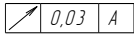
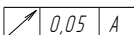
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстия – по H14; валов – по h14; прочих – по  $\pm IT14/2$ .

Таблица 2.1 Анализ характеристик технических требований

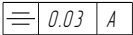
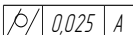
Содержание тех. требования	Анализ	Примечание
 <p><b>4 отв. <math>\varnothing 26</math></b> <math>Ra = 6,3</math>мкм</p>	<p>Поверхности данных 4отв. входят в комплект вспомогательных баз и для обеспечения взаимного ориентирования данной детали с сопрягаемой задан зависимый допуск на расположение осей отверстий относительно центра не более 0,4допуска на рад., что составляет <math>0,62 * 0,4 = 0,248</math>мм</p>	<p>Допуск обоснован, т.к. в координацию осей отверстий входят размеры 110мм допуск по T14 составляет 0,87мм; 155мм допуск по T14 составляет 1мм</p>



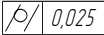
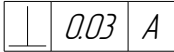
Продолжение таблицы 2.1

<p style="text-align: center;">   <b>M135x2-7H</b>  <b>Ø150h6</b>  Ra = 1,6мкм </p>	<p>Т.к. данные поверхности входят в один комплект конструкторских баз, то по основам теории базирования к ним должны предъявляться данные требования. Высокая точность <b>Ø150h6</b> обуславливается требованием минимально возможного перекоса рабочих частей машины. Выполнение резьбы <b>M135x2-7H</b> с биением не более 0,03 мм необходимо для обеспечения минимального эксцентриситета крышки, что устраняет перекося штока в крышке цилиндра.</p>	<p>Величина биения проставлена верно и обоснована характером работы данной детали и сопрягаемых с ней в сборке (поршень, крышка)</p>
<p style="text-align: center;">   <b>Ø85H8, Ø78H11,</b>  <b>Ø63,3H9</b>  Ra = 1,6мкм </p>	<p>Допуски на указанные размеры продиктованы необходимостью установки уплотнительных колец и опорных втулок</p> <p>Поверхность <b>Ø63,3H9</b> обеспечивает необходимый конструкторский зазор между штоком и цилиндром.</p> <p>Все поверхности имеют общую технологическую базу, совпадающую с конструкторской, что обеспечивает необходимую точность изготовления.</p>	<p>Необходимо выполнить <b>Ø78H11</b> по более высокому качеству, т.к. на чертеже у данной поверхности шероховатость Ra = 1.6, соответствующая H8-H9.</p> <p>Данное изменение позволит унифицировать поверхность и ужесточив допуск создаст более благоприятные условия для работы уплотнения <b>Guarnizioni</b></p>

Продолжение таблицы 2.1

<div style="text-align: center;">  <p><b>150</b> Ra = 12,5мкм</p> </div>	<p>Данный допуск регламентирует симметричность фланца по размеру 150 относительно основной конструкторской базы А не превышающий 0,03мм.</p>	<p>Анализируя сборку, можно сказать, что данный размер никак не влияет на функциональные способности детали и присоединяемых к ней элементов, следовательно, можно сделать вывод данное техническое требование не обосновано завышено.</p>
<div style="text-align: center;">  <p><b>Ø150h6</b> Ra = 1,6мкм</p> </div>	<p>Выполнение указанного допуска необходимо для сборки детали “Цилиндр” с деталью “Плита”. Величина допуска цилиндричности выбрана по ГОСТ в соответствии с 6 качеством точности.</p>	<p>Величина допуска обоснована.</p>

Продолжение таблицы 2.1

 <p><b>Ø125H8</b> Ra = 0,2мкм</p>	<p>Необходимо для сборки детали “Поршень” с деталью “Цилиндр”. Величина допуска обеспечивает необходимый равномерный зазор. Высокая точность <b>Ø125H8</b> обуславливается требованием устойчивости к износу и герметичности конструкции в целом.</p>	<p>Величина допуска обоснована, указанная шероховатость необходима для повышения износостойкости и герметичности.</p>
 <p><b>50</b> Ra = 3,2мкм</p>	<p>А основная конструкторская база для исследуемой поверхности является вспомогательной базой.</p> <p>Необходим для прилегания торца фланца к плите.</p>	<p>Величина допуска выдерживается автоматически при подрезке фланца.</p>

## 2.2. Отработка конструкций деталей на технологичность

Под технологичностью понимают совокупность придаваемых конструктором детали и ее элементам свойств, которые позволяют достигать оптимальных затрат ресурсов при изготовлении детали в соответствии с заданными показателями ее качества, объема выпуска и условий производства.

Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно на основе исполнителя.

Количественная оценка технологичности выражается показателем, числовое значение которого характеризует степень удовлетворения требования к технологичности конструкции. Цель количественной оценки – обеспечение эффективной отработки изделия на технологичность при снижении затрат средств и времени на ее разработку, технологическую подготовку производства, изготовления и т.д.

### 2.2.1. Качественная оценка технологичности

Данная деталь изготавливается из Стали 40Х ГОСТ 4543-71 с последующей нормализации до НВ 156...197, при этом :

предел прочности  $\sigma_b \geq 75 \text{ кг/мм}^2$  ( $750 \text{ Н/мм}^2$ ),

предел текучести  $\sigma_t \geq 52 \text{ кг/мм}^2$  ( $520 \text{ Н/мм}^2$ ),

предел выносливости  $\delta \geq 34 \text{ кг/мм}^2$  ( $340 \text{ Н/мм}^2$ ).

Механические свойства данного материала позволяют детали выполнять функциональное назначение, а именно: обеспечивать необходимую износостойкость, выдерживать значительное давление, не деформируясь и не разрушаясь, иметь достаточную жесткость и прочность при достаточно тонких стенках и выдерживать требуемую точность при металлообработке.

Материал обладает отличными пластическими свойствами, что дает возможность получения заготовки методом прессования иковки на кривошипно-горячештамповочных машинах и ротационного обжима на ротационно-ковочных машинах. Обрабатываемость материала является достаточной для использования при механической обработке широкой номенклатуры стандартного инструмента, но полностью без специального инструмента не обойтись.

К детали предъявляются достаточно высокие технические требования, но все они достижимы технологически (Резьба М135х2-7Н) либо с помощью выверки биения по люнетным шейкам до величины не более 0,01мм при каждой установке.

Вывод: В совокупности всех качественных показателей с учетом большого перепада в диаметрах отверстий головной части цилиндра на коротком промежутке длины после чего следует крупное и длинное отверстие деталь не является технологичной и требует предложений по совершенствованию.

## 2.2.2. Количественная оценка технологичности

Количественную оценку на технологичность конструкции производим в соответствии ГОСТ 14.210-83.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2 Количественный анализ технологичности детали

Номер поверхности	Размер	Квалитет точности	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Унификация поверхности	Примечание
1	Торец	T14	6,3	+	
2	Ø124х 45°	T14	12,5	+	
3	Ø150	T14	12,5	+	
4 торец	50	T14	12,5	+	
5	Ø63,3	H9	1,6	+	
5 линейная	3	T14	1,6	+	
6	Ø85	H8	1,6	+	
6 линейная	18	T12	1,6	+	
7	Ø78	H11	1,6	+	
7 линейная	12,5	T12	1,6	+	
8	1	T14	12,5	+	
9	287.5	±IT14/2	1,6	+	
10	Ø150	H6	1,6	+	
11	Ø149,5	H14	12,5	+	
12 торец	173	T12	3,2	+	
14	Ø92	H14	12,5	+	
15	Ø125	H8	0,20	+	

Продолжение таблицы 2.2

16	Ø126	H14	12,5	+	
17	M135	7H	6,3	+	
18	1	T14	12,5	+	
19	Ø135,5	H14	12,5	+	
19 линейная	32	T14	1,6	+	
20	4	T14	0,8	-	
21	M8	7H	6,3	+	12 отв.
22	M26	H14	12,5	+	4 отв.
23	192x15 0	T14	12,5	+	
Среднее значение		12,08	6,75	26/27	

Определим коэффициент унификации по следующей формуле:

$$K_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_э} \quad (2.1)$$

где  $Q_{у.э.}$  – количество унифицированных элементов;

$Q_э$  – количество элементов.

$$K_{у.э.} = \frac{26}{27} = 0,96$$

Так как  $K_{у.э.} = 0,96 > 0,8$  то деталь считается технологичной по степени унификации конструктивных элементов.

Коэффициент точности обработки  $K_T$  определяется по формуле:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{ср}}, \quad (2.2)$$

где  $A_{ср}$  – средний квалитет обработки;

$$A_{ср} = \frac{\sum A_i}{n}, \quad (2.3)$$

где  $A$  - квалитет обработки;

$n$  – число размеров соответствующего квалитета.

$$A_{\text{ср}} = 12,08$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{12,08} = 0,92$$

Так как  $K_T = 0,92 > 0,8$  то деталь считается технологичной по параметру точности обработки.

Коэффициент шероховатости  $K_{\text{ш}}$  :

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср}}}, \quad (2.4)$$

где  $\text{Ш}_{\text{ср}}$  – среднее значение параметра шероховатости;

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{\sum \text{Ш}_i}{n} \quad (2.5)$$

где  $\text{Ш}_i$  – параметр шероховатости  $i$ -ой поверхности;

$n$  – число поверхностей;

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = 6,75 \text{ мкм}$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{6,75} = 0,15$$

Так как  $K_{\text{ш}} = 0,15 < 0,4$  то деталь считается технологичной по параметру шероховатости.

Вывод: В результате проведенного количественного анализа на технологичность рассматриваемую деталь в целом можно считать технологичной.

### **2.3. Выбор метода получения заготовки и расчет заготовки по ГОСТ 7505-89**

Заготовки для деталей можно получить различными методами: литьем, ковкой, штамповкой, из проката, путем сваривания и т.д. Но в каждом отдельном случае выбор метода получения заготовки индивидуален и зависит от следующих характеристик:

- Тип производства
- Материал заготовки
- Требуемые механические свойства
- Требуемые динамические нагрузки

Поскольку заготовка изготавливается для детали “Цилиндр”, работающей под высоким давлением, с требованиями высокой

износостойкости и герметичности в условиях мелкосерийного производства, то методы литья и сваривания из отдельных конструкций решительно не подходят.

Таким образом, заготовку возможно получить методомковки на ГКМ или из цельного слитка, как в типовом ТП.

Далее произведем расчет заготовки-паковки:

### 1. Определение массы поковки

$$M_{п.р.} = M_d \cdot K_p \quad (2.6)$$

где  $K_p = 1.5 \div 1.8$  по табл. 20. Примем  $K_p = 1.7$ , тогда:

$$M_{п.р.} = 17.2 \cdot 1.7 = 29.2(\text{кг})$$

### 2. Определим класс точности

Оборудование: Горизонтально-ковочные машины прессы

Тип штамповки: Закрытая.

Тогда по табл. 19 класс точности Т4

### 3. Группа стали

По табл. 1 Сталь 40Х соответствует группе М2.

### 4. Определим группу сложности, для чего найдем степень сложности:

$$V = \frac{1000 \cdot M_{п.р.}}{\rho} = \frac{1000 \text{см}^3 \cdot 29.2 \text{кг}}{7.85 \text{кг}/\text{см}^3} = 3720 \text{см}^3 \quad (2.7)$$

$$V_{исх} = a \cdot b \cdot H = 15 \text{см} \cdot 19,2 \text{см} \cdot 24.5 \text{см} = 7056 \text{см}^3 \quad (2.8)$$

$$\frac{V}{V_{исх}} = \frac{3720 \text{см}^3}{7056 \text{см}^3} = 0.527 \quad (2.9)$$



По прил.2 ГОСТ 7505 степень сложности С2.

5. **Исходный индекс** по табл. 2 соответствует 15.

6. **Основные припуски:**

Ø63.3 при шероховатости 1.6 припуск 2.3мм

Ø125 при шероховатости 1.6 припуск 2.5мм

Ø150 при шероховатости 1.6 припуск 2.5мм

ширина 150 при шероховатости 12.5 припуск 1.8мм

ширина 192 при шероховатости 12.5 припуск 1.8мм

длина 287.5 при шероховатости 1.6 припуск 3.0мм

Дополнительный припуск (по табл.5) составляет 0.5мм

Припуск по плоскости разъема (по табл.4) составляет 0.5мм

7. **Штамповочные уклоны (табл. 18)**

На наружной поверхности - 5°

На внутренней поверхности - 7°

8. **Размеры поковки, мм:**

Ø63.3 – (2.3+0.5)·2 = Ø57.7мм

Ø125 + (2.5+0.5)·2 = Ø131мм

Ø150 + (2.5+0.5)·2 = Ø156мм

ширина 150 + (1.8+0.5)·2 = ширина 154.6мм

ширина 192 + (1.8+0.5)·2 = ширина 196.6мм

длина 287.5 + (2.7+0.5)·2 = длина 293.9мм

длина 245 - (2.7+0.5)·2 = длина 238.6мм

глубина 30.5 - (2.3+0.5)·2 = глубина 24.9мм

9. **Радиусы закруглений наружных углов (табл. 7)**

Минимальная величина радиусов закруглений составляет R5

**10. Допустимые отклонения размеров (табл. 8)**

До 40	$2.8^{+1.8}_{-1.0}$
40-100	$3.2^{+2.1}_{-1.1}$
100-160	$3.6^{+2.4}_{-1.2}$
160-250	$4.0^{+2.7}_{-1.3}$
250-400	$4.5^{+3.0}_{-1.5}$

Тогда с учетом категории размера окончательные размеры заготовки с отклонениями будут иметь вид:

$$\varnothing 63.3 \rightarrow \varnothing 54.5 \begin{matrix} +2.1 \\ -1.1 \end{matrix}$$

$$\varnothing 125 \rightarrow \varnothing 134.6 \begin{matrix} +2.4 \\ -1.2 \end{matrix}$$

$$\varnothing 150 \rightarrow \varnothing 159.6 \begin{matrix} +2.4 \\ -1.2 \end{matrix}$$

$$\text{ширина } 150 \rightarrow \text{ширина } 158.2 \begin{matrix} +2.4 \\ -1.2 \end{matrix}$$

$$\text{ширина } 192 \rightarrow \text{ширина } 200.6 \begin{matrix} +2.7 \\ -1.3 \end{matrix}$$

$$\text{длина } 287.5 \rightarrow \text{длина } 298.4 \begin{matrix} +3.0 \\ -1.5 \end{matrix}$$

$$\text{длина } 245 \rightarrow \text{длина } 234 \begin{matrix} +2.7 \\ -1.3 \end{matrix}$$

$$\text{глубина } 30.5 \rightarrow \text{глубина } 22.1 \begin{matrix} +1.8 \\ -1.0 \end{matrix}$$

**11. Производим расчет массы и габаритов заготовки-металла, учитывая характер обработки давлением для получения паковки.**

$$G_{\text{пак.}} = 29.2 \text{ кг}$$

$$G_{\text{обл.}} = 3-15\% G_{\text{пак.}}. \text{ Примем } 10\%, \text{ тогда } G_{\text{обл.}} = 2.9 \text{ кг}$$

$$G_{\text{угара}} = 2-3\% G_{\text{пак.}}. \text{ Примем } 3\%, \text{ тогда } G_{\text{угара}} = 0.876 \text{ кг}$$

С учетом отходов всех составляющих, исходная масса:

$$G_{\text{исх.}} = G_{\text{пак.}} + G_{\text{обл.}} + G_{\text{угара}} \quad (5)$$

Где  $G_{\text{исх.}}$  – окончательная масса металла,

$G_{\text{пак.}} = M_{\text{п.р.}}$  см. формулу (1) – масса поковки,

$G_{\text{обл.}}$  – масса облоя,

$G_{\text{угара}}$  – масса на угар.

Подставив значения в формулу (5), имеем:

$$G_{\text{исх.}} = 29.2\text{кг} + 2.9\text{кг} + 0.876\text{кг} = 32.98\text{кг} \quad (2.10)$$

$$V_{\text{исх.}} = \frac{1000 \cdot G_{\text{исх.}}}{7.85} = \frac{1000\text{см}^3 \cdot 32.98\text{кг}}{7.85\text{кг}/\text{см}^3} = 4200\text{см}^3 \quad (2.11)$$

$$L_{\text{исх.}} = 1.72 \cdot \sqrt[3]{V_{\text{исх.}}} = 42.75(\text{см}) = 427.5\text{мм} \quad (2.12)$$

$$D_{\text{исх.}} = L_{\text{исх.}}/1.7 = 277.5/1.7 = 163.2\text{мм} \quad (2.13)$$

Принимаем диаметр  $D_{\text{исх.}} = 160\text{мм}$ .

$$F_{\text{исх.}} = \frac{V_{\text{исх.}}}{L_{\text{исх.}}} = \frac{4200\text{см}^3}{27.75\text{см}} = 151\text{см}^2 \quad (2.14)$$

Где  $V_{\text{исх.}}$ ,  $L_{\text{исх.}}$ ,  $D_{\text{исх.}}$ ,  $F_{\text{исх.}}$  – соответственно объем, длина, диаметр, площадь сечения – геометрические параметры проката для получения поковки.

Итак, исходная заготовка: Труба 160 x 22 x 437- 40х ГОСТ 4543-71

Заготовка Труба 160 x 22 x 437 – 40X ГОСТ 4543–71

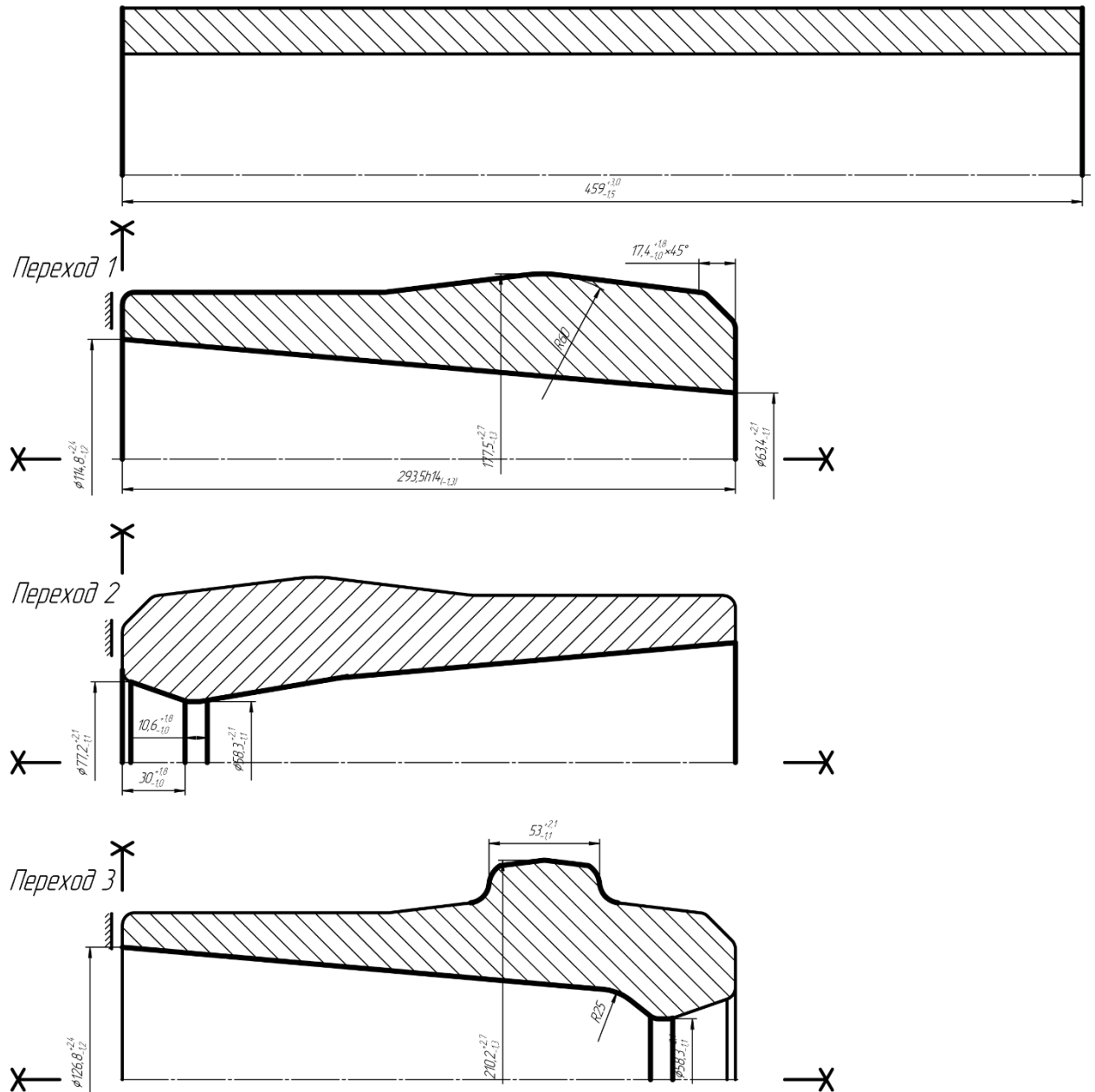


Рисунок 2.2 Поковка по переходам

Расходы на материалы определяются стоимостью штучной заготовки  $M$  и объёмом выпускаемой продукции:

$$\sum_{p=1}^n M = M \cdot N_{\Pi} \quad (2.15)$$

$$M = \sum_{i=1}^p G_1 q_1 - \sum_{i=1}^p G_2 q_2 \quad (2.16),$$

где  $G_1$  - масса материала, расходуемого на изготовление деталей, кг;

$q_1, q_2$  - соответственно стоимость 1 кг материала и отходов, руб.

$G_2$  - масса отходов материалов, кг;

$P$  - число материалов, расходуемых на изготовление сварных деталей;

$N_{\Pi}$  – годовая приведённая программа выпуска деталей.

Произведем расчет стоимости заготовки-слитка при базовом технологическом процессе:

Масса слитка составляет  $G_1=92\text{кг}$

Масса отходов –  $G_2=74.8\text{кг}$ ,

Стоимость материала и отходов  $q_1, q_2$  соответственно 2,04 и 0,5руб.

Сварные детали отсутствуют.

Годовая приведённая программа выпуска деталей  $N_{\Pi}=741\text{шт.}$

Тогда стоимость штучной заготовки:

$$M_1 = 92 \cdot 11 - 74.8 \cdot 1,1 = 929.72 \text{ (руб.)}$$

По объему выпускаемой продукции в год:

$$\sum_{p=1}^n M_1 = 929.72 \cdot 741 = 688922,52 \text{ (руб.)}$$

Сокращение расхода материала возможно за счёт:

- совершенствование способа получения заготовки;
- использование, по возможности, более дешёвых материалов;
- получение отходов, пригодных для последующего использования

Поскольку использование более дешёвых материалов невозможно в связи с высокими требованиями к детали, а получаемые отходы в виде стружки не пригодной для дальнейшего использования, то остается совершенствовать способ получения заготовки.

Наибольший эффект экономии материала даёт максимальное приближение форм и размеров заготовки к готовой детали. Этот эффект максимально достижим и технологичен при получении заготовки на ГКМ - горизонтально-ковочной машине.

При разработке заготовки-поковки ее масса составляет 34,19кг, что говорит о снижении затрат на материал и снижения объемов механической обработки, приводя к экономии электроэнергии, инструмента, снижению износа оборудования, увеличению производительности.

Произведем расчет стоимости заготовки-поковки при новом технологическом процессе:

Масса поковки составляет  $G_1=34,19\text{кг}$

Масса отходов –  $G_2=17\text{кг}$ ,

Стоимость материала и отходов  $q_1, q_2$  соответственно 11 и 1,1руб.

Сварные детали отсутствуют.

Годовая приведённая программа выпуска деталей  $N_{\text{П}}=741\text{шт.}$

Тогда стоимость штучной заготовки:

$$M_2 = \left( \frac{11000}{1000} \cdot 34,2 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1,13 \cdot 1 \right) - (34,2 - 17,2) \cdot \frac{1100}{1000} = 450,62 \text{ (руб.)}$$

По объему выпускаемой продукции в год по ф.(2):

$$\sum_{p=1}^n M_2 = 450,62 \cdot 741 = 333909,42 \text{ (руб.)}$$

Тогда экономический эффект за год от использования новой заготовки по ее себестоимости будет рассчитываться по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{заготовки}} = \sum_{p=1}^n M_1 - \sum_{p=1}^n M_2 \quad (2.17)$$

Подставив численные значения, получим:

$$\mathcal{E}_{\text{заготовки}} = 688922,52 - 333909,42 = 355013,10 \text{ (руб.)}$$

Трудоемкость механической обработки заготовки при одинаковом объеме выпуска сокращается с 207мин до 132мин, т.е. на 36%.

Примерная оценка методов получения заготовки приведена в таблице 5.1.

Таблица 2.3 – Техничко-экономические характеристики различных методов получения заготовки.

Исходные данные:	Из слитка, $M_1$	Ковка на ГКМ, $M_2$
1. Масса детали, кг	17,2	17,2
2. Масса заготовки, кг	92	34,19
3. Коэффициент использования материала	0,19	0,50
4. Трудоёмкость механической обработки, мин	207	132
5. Себестоимость заготовки, руб.	929,72	450,62

Вывод: По данным расчетов следует, что наиболее целесообразный метод получения заготовки на ГКМ как в плане лучшего использования материала, так и в плане стоимости, снижения трудоемкости.

#### 2.4. Выбор вида технологического процесса с учетом типовых технологий.

Для обработки одной и той же детали можно построить различные варианты технологического процесса и применить разные методы обработки. На характер технологического процесса механической обработки влияют следующие факторы:

- Конструктивные форма, размеры и технологичность детали.
- Материал детали и его свойства.
- Точность изготовления заготовки.
- Требования, предъявляемые к качеству обработанной поверхности.
- Требования наибольшей экономичности и производительности оборудования.

Эти обстоятельства создают трудность и сложность разработки технологических процессов, которые требуют больших затрат времени.

Значительно упростить и ускорить разработку технологических процессов, под которой понимают создание типовых процессов для определенных групп

деталей, позволяет схема техпроцессов. Она позволяет обобщать и привести в систему существующие технологические процессы, сократить время подготовки производства, дает возможность использовать унифицированную технологическую оснастку и методы обработки

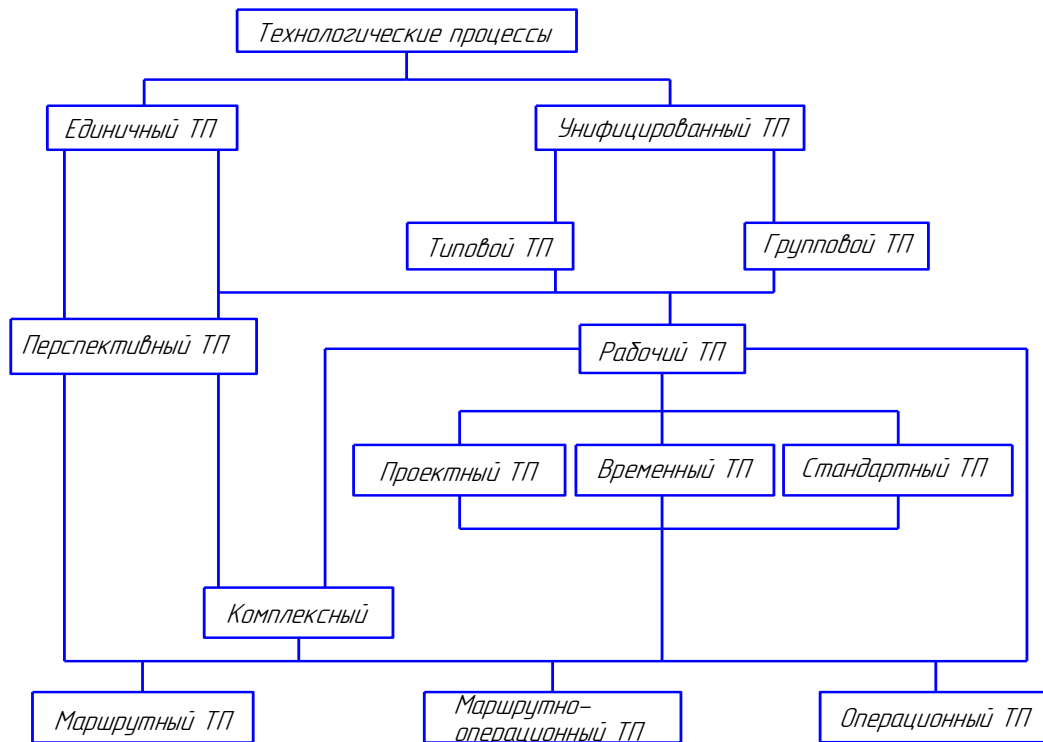


Схема 2.1. Виды технологических процессов.

С учетом специфики производства, серийности, типа детали и т.п. выбираем технологический процесс: единственный – перспективный – комплексный – маршрутный.

Трудность механической обработки зависит от того, каким методом получена заготовка. Ориентироваться необходимо на рациональные ресурсосберегающие методы. Таким является метод получения заготовки поковки на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). Заготовка по форме и размерам приближена к форме и размерам готовой детали. Это способствует снижению объема механической обработки, трудоемкости и себестоимости изготовления.

С целью достижения наибольшего экономического эффекта при сохранении надлежащих качеств детали, описанных техническими



требованиями чертежа, выбор оптимального направления технологического процесса изготовления детали производим с учетом материала данного раздела.

Технологический маршрут обработки заготовки устанавливает последовательность выполнения технологических операций и основывается на базе типового технологического процесса в зависимости от схем базирования.

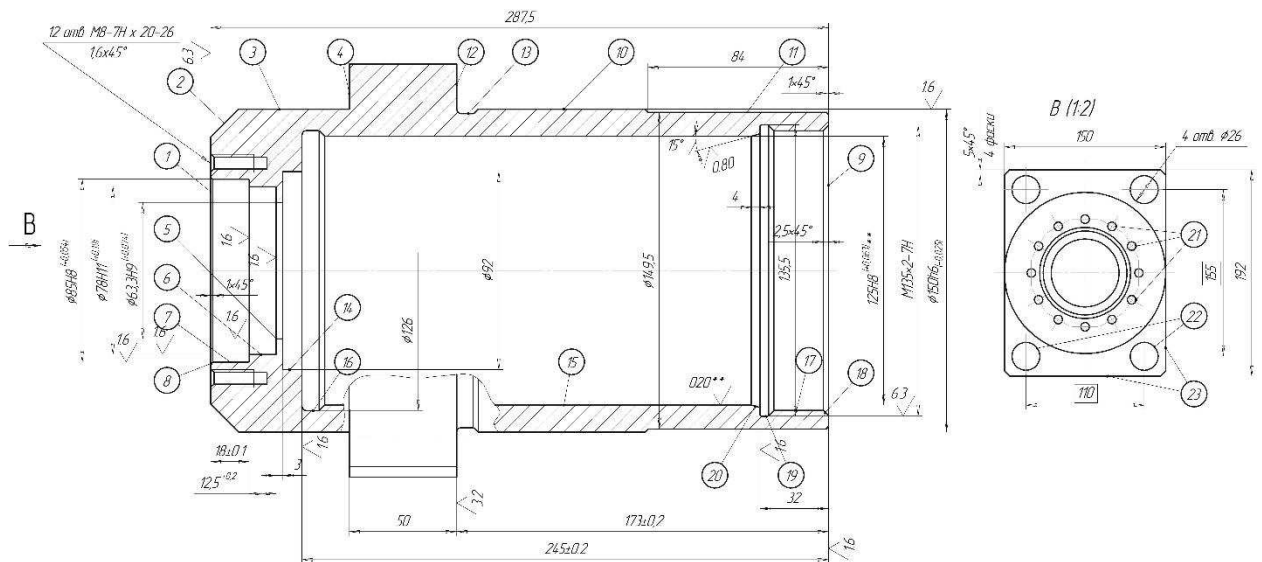


Рисунок 2.1. Нумерация поверхностей

На рисунке 2.1. предоставлены поверхности, подвергающиеся механической обработке, порядковый номер которых возрастает в порядке последовательности обработки.

Предлагаемый техпроцесс в сравнении с типовым приведен в Таблице 2.4.

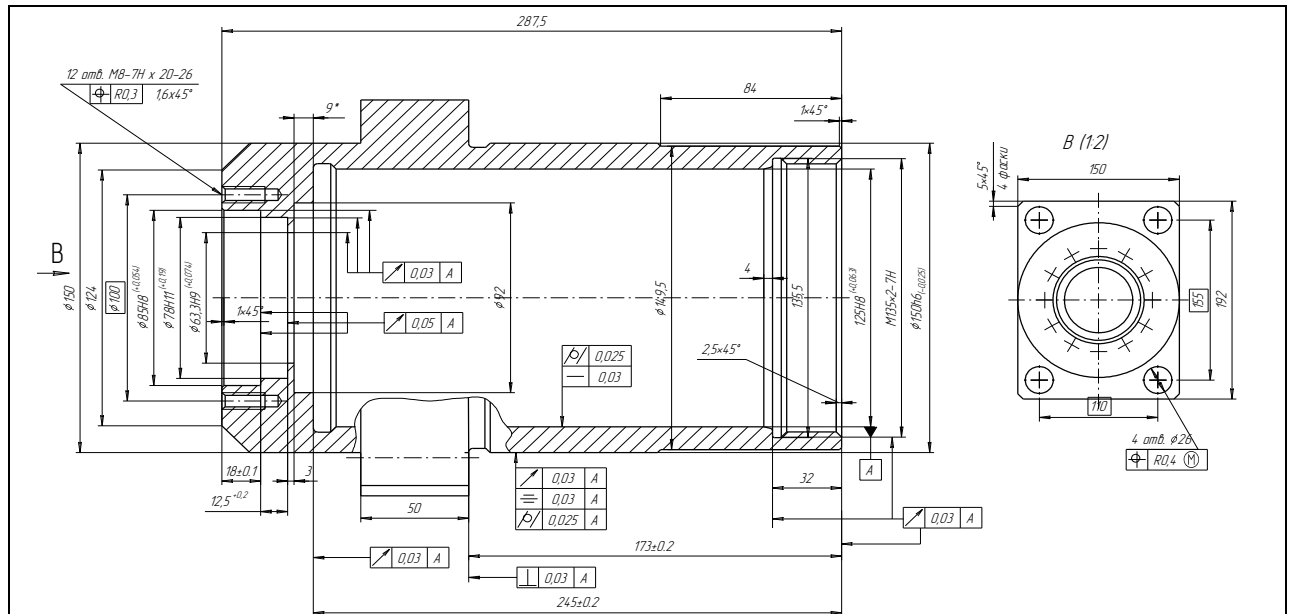
Таблица 2.4 Технологический процесс обработки детали “Цилиндр”.

Типовой техпроцесс	Принятый техпроцесс
Фрезерование торцов и их зацентровка	Получение заготовки на ГКМ
Черновая токарная обработка поверхностей шеек под люнет (с припуском 2-3мм) со стороны хвостовой части цилиндра до фланца и предварительная подрезка фланца.	Термическая обработка: нормализовать внутреннюю поверхность до НВ 156...197
Чистовая токарная обработка наружных поверхностей шеек до фланца под шлифование и прорезка канавок	Черновая токарная обработка наружной поверхности головной части цилиндра
Черновая токарная обработка наружной поверхности головной части цилиндра	Чистовая токарная обработка наружной поверхности головной части цилиндра
Сверление осевого отверстия диаметром 50мм с головной части на проход.	Черновая токарная расточка внутренних поверхностей цилиндра с головной части
Черновая токарная расточка внутренних поверхностей цилиндра с головной части	Чистовая токарная расточка внутренних поверхностей с головной части
Черновая токарная обработка наружных поверхностей цилиндра с головной части	Черновая токарная обработка наружных поверхностей, люнетных шеек хвостовой части цилиндра (с выверкой) до фланца и предварительная подрезка фланца
Чистовая токарная расточка внутренних поверхностей с головной части	
Сверление 12 отверстий и нарезание в них резьбы М8 в головной части цилиндра	Чистовая токарная обработка наружных поверхностей хвостовой части шеек до фланца подшлифование

Продолжение таблицы 2.4

Сверление 4 отверстий во фланце	Черновая токарная расточка внутренних поверхностей цилиндра с хвостовой части
Черновая токарная расточка внутренних поверхностей цилиндра с хвостовой части	
Чистовая токарная обработка внутренних поверхностей хвостовой части, прорезка канавок, нарезание внутренней резьбы М135х2	Чистовая токарная обработка внутренних поверхностей хвостовой части под шлифование, прорезка канавок и нарезание резьбы М135х2
Термическая обработка: нормализовать внутреннюю поверхность до НВ 156...197	Сверление 4 отверстий во фланце
Фрезерование наружной поверхности фланца	Фрезерование наружной поверхности фланца. Сверление 12 отверстий и нарезание в них резьбы М8 в головной части цилиндра
Предварительное шлифование наружных поверхностей с припуском 0,15-0,20мм	Предварительное шлифование наружных поверхностей с припуском 0,15-0,20мм
Отделочное шлифование наружных поверхностей	Отделочное шлифование наружных поверхностей
Предварительное шлифование Внутренних поверхностей	Предварительное шлифование Внутренних поверхностей
Отделочное шлифование внутренних поверхностей	Отделочное шлифование внутренних поверхностей

Таблица 2.5 Технологический маршрут обработки детали “Цилиндр”



1. h14; H14; ±IT/2

Вид заготовки – поковка.

Материал и марка – Сталь 40Х.

Количество деталей из заготовки – 1

Операция	Содержание операции	Оборудование	Оснастка
1	2	3	4
I	Заготовительная	ГКМ	-
II	Термическая (нормализовать заготовки до НВ 156...197).	Шахтная печь	Корзина, клещи
005	Токарно-винторезная с ЧПУ.  Точить наружную поверхность головной части цилиндра до Ø150 с подрезкой фланца.  Расточить отверстие Ø 63.3 и две канавки Ø78Н11 и Ø85Н8 с головной части цилиндра.	Токарно-винторезный станок 16К20МФ3	Трехкулачковый патрон.

Продолжение таблицы 2.5.

010	<p>Токарно-винторезная с ЧПУ.</p> <p>Точить наружную поверхность хвостовой части цилиндра Ø150h6, канавки Ø146 с выверкой биения люнетных шеек до 0,01 и подрезкой фланца l=50.</p> <p>Расточить внутреннюю часть цилиндра Ø 128H8 и две канавки Ø135H14 и Ø126H14 с хвостовой части цилиндра. Нарезание резьбы M135x2-7H</p>	Токарно-винторезный станок 16К20МФ3	Трехлапчатый патрон, пробки центровые, индикатор часового типа, люнет
015	<p>Радиально-сверлильная.</p> <p>Сверлить 4 отверстия Ø26</p>	2М55	Приспособление специальное, Сверла спиральные
020	<p>Фрезерная. С ЧПУ.</p> <p>Сверлить 12 отверстий под резьбу М8.</p> <p>Нарезать резьбу М8 12 отверстий</p> <p>Фрезеровать фланец в размер 150x192.</p>	Фрезерный станок ЛФ260МФ3 с ЧПУ 2С85	Приспособление специальное, Сверла спиральные, фрезы концевые. Метчик М8 №1,2
025	<p>Слесарная.</p> <p>Притупить острые кромки</p>	Верстак	Напильники
030	Контрольная	Контрольный стол	Штангенциркули, микрометры, скобы, пробки
035	<p>Круглошлифовальная.</p> <p>Шлифовать наружную поверхность Ø150h6 с предварительной установкой биения по люнетным шейкам не более 0,01мм.</p> <p>Шероховатость Ra= 1,20мкм.</p>	Круглошлифовальный станок 3Б161	Пробки центровые, индикатор часового типа со штативом, образцы шероховатости
040	<p>Гальваническая.</p> <p>Химическое хром-е.</p>	Гальванические ванны	Подвески, анод, клещи

Окончание таблицы 2.5.

045	Внутришлифовальная. Шлифовать поверхность Ø125Н8. Шероховатость Ra= 0,20мкм.	Внутришлифовальный станок 3А229	Пробки центровые, индикатор часового типа со штативом, образцы шероховатости
050	Контрольная	Контрольный стол	Штангенциркули, микрометры, скобы, пробки, калибры.  Эталоны шероховатости

## 2.5. Выбор методов обработки поверхностей заготовок

Таблица 2.6 Методы обработки поверхности детали “Цилиндр”

№ поверхности	Требуемые параметры			Метод обработки поверхности	Квалитет точности размера	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Технологический допуск на размер обработки, мкм	Глубина дефектного слоя, мкм
	Номинальный размер, мм	Квалитет	Шероховатость Ra,					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,2,4, 9,12 (торцы) 3	287,5 173,50 Ø150	10	6,3 3,2	Точение:	16	25	1000	300
				Обдирочное	14	12,5	300	240
				Черновое	10	3,2	220	120
5	Ø63,3	9	1,6	Получистовое	12	12,5	300	80
				Чистовое	11	6,3	190	50
				Точение: Черновое	9	1,6	74	25
6	Ø78	11	1,6	Получистовое	14	12,5	390	80
				Чистовое	12	6,3	160	40
				Точение: Черновое	11	1,6	100	15
7	Ø85 18	8	1,6	Получистовое	12	12,5	300	80
				Чистовое	11	6,3	190	50
				Тонкое	9	3,2	74	25
				Точение: Черновое	8	1,6	54	15

Продолжение таблицы 2.6.

<b>8, 18</b>	<b>1x45° 2 фаски 2,5x45 °</b>	<b>11</b>	<b>6,3</b>	Точение: Черновое	14	12,5	390	100
				Получистовое	11	6,3	160	30
<b>10</b>	<b>Ø150</b>	<b>6</b>	<b>1,6</b>	Точение: Обдирочное	16	25	1600	350
				Черновое	14	12,5	400	240
				Получистовое	10	6,3	160	120
				Чистовое	8	3,2	80	40
				Шлифование	6	1,6	40	5
<b>14, 16</b>	<b>Ø92 Ø126</b>	<b>11</b>	<b>6,3</b>	Точение: Черновое	14	12,5	740	100
				Получистовое	11	6,3	160	30
<b>15</b>	<b>Ø125</b>	<b>8</b>	<b>0,2</b>	Точение: Черновое	14	12,5	1000	240
				Получистовое	12	6,3	400	120
				Чистовое	10	3,2	160	40
				Шлифование: Черновое	9	1,6	100	15
				Чистовое	8	0,20	63	5
<b>17</b>	<b>Ø149, 5</b>	<b>14</b>	<b>12,5</b>	Точение: Черновое	14	12,5	740	100
<b>18</b>	<b>M135 x2 - 7H</b>	<b>11</b>	<b>6,3</b>	Точение: Черновое	14	12,5	740	100
				Получистовое	12	6,3	300	50
				Резьбонарезание	12	6,3		
<b>19</b>	<b>Ø135, 5</b>	<b>14</b>	<b>6,3</b>	Точение: Черновое	14	12,5	740	100
				Получистовое	11	6,3	160	30
<b>20</b>	<b>4x15°</b>	<b>8</b>	<b>0,8</b>	Точение: Черновое	12	12,5	300	80
				Получистовое	11	6,3	190	50
				Чистовое	9	3.2	74	25
				Тонкое	8	0,8	54	15

Окончание таблицы 2.6

21	M8-7H	12	6,3	Сверление Резьбонарезание	12 12	6,3 6,3	120	40
22	Ø26	14	12,5	Сверление	14	12,5	270	70
23	150 192	14	12,5	Фрезерование: Черновое	14	12,5	1200	350

## 2.6. Расчет припусков на обработку поверхностей. Определить припуск на наиболее точную поверхность расчетно-аналитическим методом.

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали.

Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков. ГОСТы и таблицы позволяют назначить припуски независимо от технологического процесса обработки детали, условий его осуществления и поэтому в общем случае являются завышенными, содержат резервы снижения расхода материала, инструмента и трудоемкости изготовления детали.

Расчетно-аналитический метод определения припусков на обработку (РАМОП) базируется на анализе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса обработки поверхности. Значение припуска определяется методом дифференцированного расчета по элементам, составляющих припуск. РАМОП предусматривает расчет по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки данной поверхности детали (промежуточный припуск), их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхности и размеров заготовки.

Расчетной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе. Промежуточные размеры, определяющие положение обрабатываемой поверхности. И размеры заготовки рассчитывают с использованием минимального припуска.



Применение РАМОП сокращает в среднем расход металла в стружку по сравнению с табличными значениями. Создает единую систему определения припусков на обработку и размеров детали.

Определение припуска на механическую обработку расчетно-аналитическим методом произведем для поверхности отверстие цилиндра  $\text{Ø}125\text{H}8^{+0,063}_{\text{мм}}$

Результаты расчетов сведены в таблицу 2.7

Таблица 2.7 Карта расчета припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам.

Наименование детали – Цилиндр. Материал – сталь 40Х											
Элементарная поверхность для расчета припуска – отверстие цилиндра $\text{Ø}125\text{H}8^{+0,063}_{\text{мм}}$											
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\text{min}}$ , мкм	Расчетный максимальный размер, мм	Допуск на изготовление $T_d$ , мкм	Принятые (округленные) размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мм	
	$R_z$	$h$	$\Delta_\Sigma$	$\varepsilon$				$D_{\text{max}}$	$D_{\text{min}}$	$2Z_{\text{min}}$	$2Z_{\text{max}}$
<b>Ковка</b>	30 0	32 0	27 30	-	-	116,32	1600	120	118	-	-
<b>Растачивание:</b>  черновое  получистовое  чистовое	25	24	16	30	335	119,66	1000	123	122	3000	4000
	0	0	5	0	0		400	124,	124,	1600	2200
	12	12	8.	80	165		160	6	2	180	420
	5	0	2	4	0		123,02	124,			
	40	40	0.		168	124,61	78	124,6			
			32		2			2			

Окончание таблицы 2.7.

<b>Шлифование</b>												
:	15	15	0	80	220	124,84	100	125,	124,9	220	280	
черновое	5	5	0	30	63	125,06	63	00	0	63	100	
чистовое						3		125,	125,0			
								063	00			
Проверка расчета: $Td_3 - Td_D = 1527 = 2Z_{o \max} - 2Z_{o \min} = 6600 - 5063$												

В качестве примера возьмем **черновое растачивание**. Закрепление заготовки при растачивании отверстия Ø125H8 производится в трехкулачковом патроне по ранее обработанной наружной поверхности головной части в рамках 10-12 квалитета с допуском на Ø150 составляющим 160-400мкм.

При этом суммарное отклонение расположения при обработке будет состоять из местного отклонения  $\Delta_{\Sigma k}$ , в мкм и отклонения от соосности измеряемое в мм, т.е.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{cm}^2} \quad (2.18)$$

В свою очередь

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k l, \quad (2.19)$$

где  $\Delta_k$  – отклонение оси заготовки от прямолинейности, далее именуемая как кривизна, определяется по табл.16 стр.186 [10]. В данном случае

$$\Delta_k = 1 \text{ мкм на } 1,8 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{cm} = 2,7 \text{ мм} = 2700 \text{ мкм} - \text{ по табл. 18 стр. 187 [10]}$$

$l$  – длина вылета заготовки из шпинделя. По данным чертежа детали составляет  $l = 245 \text{ мм}$ .

Итак

$$\Delta_{\Sigma k} = 1,8 \text{ мм} \cdot 245 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}} = 441 \text{ мкм}$$

Тогда суммарное отклонение у паковки

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{441 \text{ мкм}^2 + 2700 \text{ мкм}^2} = 2730 \text{ мкм}$$

При черновом растачивании необходимо полученное значение умножить на коэффициент уточнения  $K_y = 0,06$  по табл. 29.

$$\Delta_{\Sigma\text{черн}} = \Delta_{\Sigma} \cdot K_y \quad (2.20)$$

Подставив значения, получим

$$\Delta_{\Sigma\text{черн}} = 2730\text{мкм} \cdot 0,06 = 165\text{мкм}$$

Погрешность установки в патроне составляет  $\varepsilon = 300\text{мкм}$  – по табл. 27. стр. 72

Далее определим качество поверхности и глубину дефектного слоя, т.е.  $R_z$  и  $h$ . Эти параметры берем из табл. 24 стр. 187 [10].

Итак,

$$R_z = 250\text{мкм} \quad \text{и} \quad h = 240\text{мкм}.$$

После чего определим расчетный припуск  $2Z_{\min}$  по формуле

$$2Z_{\min} = 2 \cdot [(R_z + h) + \sqrt{\Delta_{\Sigma\text{черн}}^2 + \varepsilon^2}] \quad (2.21)$$

$$2Z_{\min} = 2 \cdot [(250 + 240) + \sqrt{300^2 + 165^2}] = 1650\text{мкм}$$

Определим размеры внутренних поверхностей  $D_{\max i-1}$ :

$$D_{\max i-1} = D_{\max i} - 2Z_{\min i} \quad (2.22)$$

$$D_{\min i-1} = D_{\max i-1} - T_{Di-1}, \quad (2.23)$$

Где величина допуска  $T_{Di-1} = 1600\text{мкм}$  определяется по табл. 32

Итак,

$$D_{\max i-1} = 124,61\text{мм} - 1,65\text{мм} = 122,96\text{мм}$$

$$D_{\min i-1} = 122,96\text{мм} - 1,00\text{мм} = 121,96\text{мм}$$

Принимаем полученные значения (округленные):

$$D_{\max i-1} = 123\text{мм} \quad D_{\min i-1} = 122\text{мм}$$

Аналогичным образом производим расчет остальных переходов для данной поверхности.

Для остальных поверхностей межоперационные припуски определяем по справочным таблицам, а результаты заносим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 Межоперационные припуски, технологические допуски и размеры обрабатываемой детали.

№ поверхности	Требуемые параметры			Метод обработки поверхности	Получаемый размер, мм	Припуск, мм	Квалитет точности	размера шероховатость поверхности Ra, мкм	Поле допуска, мм
	Номинальный размер, мм	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,2,4, 9,12 (торцы) 3	287,5	10	6,3	Заготовка	167,3/281,8				
	173			Растачивание: Обдирочное	170,8/285,3	-	-	-	-
	(±0,2)			Черновое	172,6/287,1	3,5	16	25	1,0
	50			Получистовое	173/287,5	1,8	14	12,5	0,30
3	Ø150				0,4	10	3,2	0,22	
5	Ø63,3	9	1,6	Заготовка	Ø55,3	2x4,0	16	25	2,5
				Растачивание: Черновое	Ø61,1	2x2,9	12	12,5	0,30
				Черновое	Ø62,7	2x0,8	11	6,3	0,19
				Получистовое	Ø63,3	2x0,3	9	1,6	0,074
	Чистовое								

Продолжение таблицы 2.8

6	Ø78	11	1, 6	Заготовка	Ø68,6	-	-	-	-
				Растачивание: Черновое	Ø73,6	2x2,5	14	12,5	0,39
				Получистовое	Ø77,2	2x1,8	12	6,3	0,16
				Чистовое	Ø78	2x0,4	11	1,6	0,10
7	Ø85	8	1, 6	Поковка	Ø63,6	2x12	16	25	2,5
				Растачивание: Обдирочное	Ø75,6	2x6	14	12,5	1,2
				Черновое	Ø81,4	2x3,7	12	12,5	0,30
				Получистовое	Ø83	2x0,8	11	6,3	0,19
				Чистовое	Ø84,6	2x0,3	9	3,2	0,074
				Тонкое	Ø85	2x0,2	8	1,6	0,054
8, 18	1x45 ° 2 фаск и 2,5x 45°	11	6, 3	Заготовка	-	-	-	-	-
				Точение: Черновое	3,5(6) x45	2x2,5	14	12,5	0,39
				Получистовое	1(2,5)x 45	2x1,8	11	6,3	0,16
10	Ø150	6	1, 6	Поковка	Ø160				
				Точение: Обдирочное	Ø152, 6	2x6,1	16	25	4,0
				Черновое	Ø149, 6	2x3,7	14	25	1,6
				Получистовое	6	2x1,5	12	12,5	0,4
				Чистовое	Ø148, 4	2x0,6	10	6,3	0,16
				Шлифование	4	2x0,2	8	3,2	0,08
					Ø148, 8	2x0,1	6	1,6	0,04
11	Ø14 9,5	14	12 ,5	Точение: Черновое	160 149,5	2x5,2 5	14	12,5	0,74

Продолжение таблицы 2.8

14, 16	Ø92, канав каØ1 26	11	6, 3	Заготовка	Ø83(11 7)	-	-	-	-
				Точение: Черновое	Ø89(12 3)	2x3,0	14	12,5	0,74
				Получистовое	Ø92 (126)	2x1,5	11	6,3	0,16
15	Ø12 5	8	0, 2	Поковка	Ø99				
				Растачивание: Обдирочное	Ø110, 6	2x13, 0	16	25	2,5
				Черновое	Ø122, 2	2x5,8	14	12,5	1,0
				Получистовое	Ø123, 2	2x5,8	14	12,5	1,0
				Чистовое	Ø123, 8	2x0,8	12	6,3	0,4
				Шлифование: Черновое	Ø124, 4	2x0,3	10	3,2	0,16
				Чистовое	Ø124, 4	2x0,2	9	1,6	0,10
					Ø124, 8	2x0,1	8	0,20	0,063
					Ø125				
17	M13 5x2 - 7H	11	6, 3	Заготовка	Ø125				-
				Растачивание: Черновое	Ø130 ,8	-	-	-	0,74
				Получистовое	Ø132 ,8	2x2,9	14	12,5	0,30
				Резьбонарезание	Ø132 ,8	2x1,0	12	6,3	
				M13	2x1.6	12	6,3		
				M13 5					
19	Ø13 5,5 канав ка	14	6, 3	Заготовка	Ø126, 5	-	-	-	-
				Точение: Черновое	Ø132, 5	2x3,0	14	12,5	0,74
				Получистовое	Ø135, 5	2x1,5	11	6,3	0,16

## Окончание таблицы 2.8

20	4x15 °	8	0, 8	Заготовка	1,55x 15	-	-	-	-
				Растачивание: Черновое	2,75x 15	2x1,2	12	12,5	0,30
				Получистовое	3,55x 15	2x0,8	11	6,3	0,19
				Чистовое	3,85x 15	2x0,3	9	3,2	0,074
				Тонкое	4x15	2x0,1 5	8	0,8	0,054
21	M8- 7H	12	6, 3	Сверление Резьбонарезание	∅6,8 M8	3,4 1,2	12 12	6,3 6,3	0,12
22	∅26	14	12 ,5	Сверление	∅6,8 ∅26	2x3,4 2x9,6	14 12	12,5 6,3	0,27 0,16
23	150 192	14	12 ,5	Поковка Фрезерование: Черновое	210(16 8) 192(15 0)	2x6	14	12,5	1,20

## 2.7. Разработка технологического процесса изготовления детали.

### 2.7.1. Выбор технологических баз и схем базирования заготовок

На основании выбора методов обработки элементарных поверхностей составляем маршрут обработки детали, который представлен в виде таблицы 2.8. Где приводим схемы эскизов обработки, технологическое оборудование, инструмент и оснастку.

Т.к. проектирование техпроцесса осуществляется в условиях мелкосерийного производства, то операции формируются по принципу концентрации с целью увеличения точности взаимного расположения поверхностей, т.е. большинство поверхностей стараемся обработать с одной установки.

Выбор базовой поверхности ведется с учетом принципа единства и постоянства баз.

Основной конструкторской базой является внутренняя цилиндрическая поверхность, которая не всегда может быть использована в качестве технологической базы, поэтому на первой операции базируюсь по этой

поверхности обрабатываем наружную цилиндрическую поверхность, которая на протяжении всего техпроцесса является технологической базой.

Схемы базирования см. также в таблице 2.8.

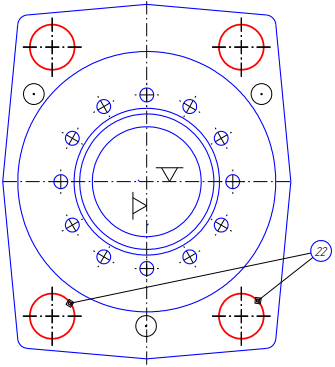
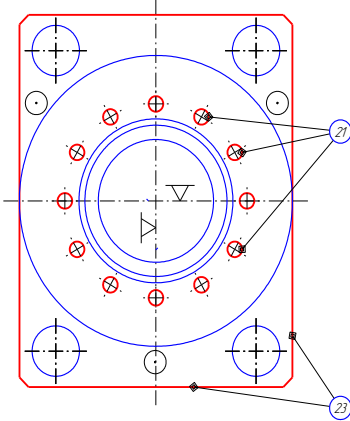
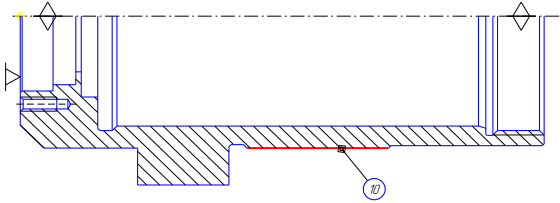
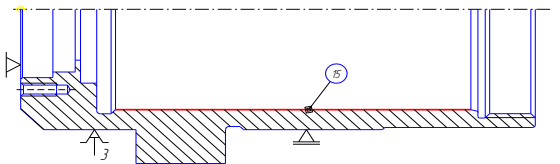
### 2.7.2. Разработка маршрутной технологии

Таблица 2.9 Техническая схема изготовления цилиндра

№ операции	Наименование Операции	Оборудование, модель станка	Эскиз обработки	Установочные базы	Материал режущей части инструмента вид инструмента	Приспособление
1	2	3	4	6	5	7
005	Токарно-винторезная с ЧПУ	16К20МФ3		10,9	T5K10 ; T15K6 ; T30K4 ; токарные резцы	Патрон трёхкулачковый самоцентрирующий, люнет
010	Токарно-винторезная с ЧПУ	16К20МФ3		3,1	T5K10 ; T14K8 ; T15K6 ; T30K4 ; токарные резцы	Патрон трёхкулачковый самоцентрирующий. Пробки центровые Люнет



Продолжение таблицы 2.9

01 5	Вертикально-сверлильная	2М 55		15, 1 2	Р6М5, ВК8 сверла Ø10, Ø26;	Приспособление специальное
02 0	Фрезерная с ЧПУ	ЛФ260МФ4, 2С85		15, 1 2	Р6М5 сверло, Ø6,2; Зенкер Ø6,85; Т14К8, Метчик М8 №2 5К10 Фреза концевая	Приспособление специальное
03 5	Круглошлифовальная	ЗБ161		7, 15, 1	Круг шлифовальный	Пробки центровые.
04 5	Внутришлифовальная	ЗА219		3, 1, 10	Круг шлифовальный	Патрон трёхкулачковый самоцентрирующий, Люнет

### 2.7.3. Размерный анализ.

Для подтверждения правильности назначения межпереходных размеров, припусков и допусков на них необходимо построить размерную технологическую схему и рассчитать ее. Размерная схема представляет собой специальный технологический документ, в котором графически представлены размерные параметры детали на каждом технологическом переходе.

Размерный анализ технологического процесса механической обработки проводится в следующем порядке. Вычерчивается совмещенный эскиз детали и заготовки (в одной или нескольких проекциях), на котором указывают размеры детали  $A_i$ , с допусками, заданными конструктором, и размеры заготовки  $B_j$ , подлежащие определению. В соответствии с предварительно разработанным технологическим процессом обработки заготовки по эскизу детали условно наносят припуски  $Z_n$ , где  $n$  — номер поверхности, к которой относится припуск. Все поверхности заготовки и детали нумеруют по порядку, слева направо, и через них проводят вертикальные линии. Между вертикальными линиями указывают технологические размеры  $S_k$ , получаемые в результате выполнения каждого технологического перехода (при этом точка ставится на линии, соответствующей поверхности, которая используется в качестве базовой при установке заготовки или настройки инструмента). Расчет размерных цепей начинают с последней операции, т. е. по размерной схеме снизу вверх. Для размерного анализа важно, чтобы в каждой новой цепи был неизвестен только один размер. При этом замыкающим размером может быть либо припуск, либо конструкторский размер детали.

Установить допуск и отклонения операционного размера на конкретном технологическом переходе, можно рассчитав элементарную линейную цепь.

Таблица 2.10 Уравнения для расчета технологических размерных цепей.

№	Расчетное уравнение	Исходное уравнение	Определяемый размер
1.	$-Z_1 - E_2^{05} + E_{\text{Пак}}^0 = 0$	$Z_1 = E_2^{05} - E_{\text{Пак}}^0$	$E_{\text{Пак}}^0 = 295 + 3,5 = 298,5_{-1,5}^{+3}$
2.	$-Z_2 + E_1^{05} + E_2^{05} = 0$	$Z_2 = E_1^{05} - E_2^{05}$	$E_2^{05} = 293,2 + 1,8 = 295 \pm 1,6 (\pm \frac{IT_{14}}{2})$
3.	$-Z_3 - E_0^{05} + E_1^{05} = 0$	$Z_3 = E_0^{05} - E_1^{05}$	$E_1^{05} = 292,8 + 0,4 = 293,2 \pm 0,26 (\pm \frac{IT_{12}}{2})$
4.	$+Z_4 - Z_1 - Z_2 - Z_3 - A_{\text{Пак}}^0 + A_1^{05} = 0$	$-Z_4 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + A_{\text{Пак}}^0 - A_1^{05}$	$A_{\text{Пак}}^0 = 61 + 3,5 + 1,8 + 0,4 = 66,7_{-1,0}^{+1,8}$
5.	$+Z_5 - A_1^{05} + A_0^{05} = 0$	$-Z_5 = A_1^{05} - A_0^{05}$	$A_1^{05} = 64,5 - 3,5 = 61 \pm 0,37 (\pm \frac{IT_{14}}{2})$
6.	$+Z_6 - \Gamma_3^{05} + \Gamma_2^0 = 0$	$-Z_6 = \Gamma_3^{05} - \Gamma_2^0$	$\Gamma_3^{05} = 15,8 - 3,5 = 12,3 \pm 0,22 (\pm \frac{IT_{14}}{2})$
7.	$+Z_7 - \Gamma_2^{05} + \Gamma_1^{05} = 0$	$-Z_7 = \Gamma_2^{05} - \Gamma_1^{05}$	$\Gamma_2^{05} = 17,6 - 1,8 = 15,8 \pm 0,090 (\pm \frac{IT_{12}}{2})$
8.	$+Z_8 - \Gamma_1^{05} + \Gamma_0^{05} = 0$	$-Z_8 = \Gamma_1^{05} - \Gamma_0^{05}$	$\Gamma_1^{05} = 18 - 0,4 = 17,6 \pm 0,035 (\pm \frac{IT_{10}}{2})$
9.	$-Z_9 - E_0^{05} + E_1^{10} = 0$	$Z_9 = E_0^{05} - E_1^{10}$	$E_0^{05} = 289,6 + 3,5 = 293,1 \pm 0,26 (\pm \frac{IT_{12}}{2})$
10.	$-Z_{10} - E_1^{10} + E_0^{10} = 0$	$Z_{10} = E_1^{10} - E_0^{10}$	$E_1^{10} = 287,5 + 1,8 = 289,6 \pm 0,11 (\pm \frac{IT_{10}}{2})$
11.	$+Z_{11} - Z_9 - Z_{10} - K_{\text{Пак}}^0 + K_1^{10} = 0$	$-Z_{11} = Z_9 + Z_{10} + K_{\text{Пак}}^0 - K_1^{10}$	$K_{\text{Пак}}^0 = 171,2 - 3,5 = 167,7_{-1,3}^{+2,7}$
12.	$+Z_{12} - K_1^{10} + K_0^{10} = 0$	$-Z_{12} = K_1^{10} - K_0^{10}$	$K_1^{10} = 173 - 1,8 = 171,2 \pm 0,08 (\pm \frac{IT_{10}}{2})$
13.	$-Z_{13} - H_2^{10} + H_1^{10} = 0$	$Z_{13} = H_2^{10} - H_1^{10}$	$H_2^{10} = 9,4 + 1,8 = 11,2 \pm 0,2 (\pm \frac{IT_{12}}{2})$
14.	$-Z_{14} - H_1^{10} + H_0^{10} = 0$	$Z_{14} = H_1^{10} - H_0^{10}$	$H_1^{10} = 9 + 0,4 = 9,4 \pm 0,029 (\pm \frac{IT_{10}}{2})$
15.	$-Z_{15} - M_3^{10} + M_2^{10} = 0$	$Z_{15} = M_3^{10} - M_2^{10}$	$M_3^{10} = 247,2 + 3,5 = 250,7 \pm 1,45 (\pm \frac{IT_{16}}{2})$
16.	$-Z_{16} - M_2^{10} + M_1^{10} = 0$	$Z_{16} = M_2^{10} - M_1^{10}$	$M_2^{10} = 245,4 + 1,8 = 247,2 \pm 0,57 (\pm \frac{IT_{14}}{2})$
17.	$-Z_{17} - M_1^{10} + M_0^{10} = 0$	$Z_{17} = M_1^{10} - M_0^{10}$	$M_1^{10} = 245 + 0,4 = 245,4 \pm 0,092 (\pm \frac{IT_{10}}{2})$
18.	$-Z_{18} - \Lambda_2^{10} + \Lambda_1^{10} = 0$	$Z_{18} = \Lambda_2^{10} - \Lambda_1^{10}$	$\Lambda_2^{10} = 32,4 + 1,8 = 34,2 \pm 0,31 (\pm \frac{IT_{14}}{2})$
19.	$-Z_{19} - \Lambda_1^{10} + \Lambda_0^{10} = 0$	$Z_{19} = \Lambda_1^{10} - \Lambda_0^{10}$	$\Lambda_1^{10} = 32 + 0,4 = 32,4 \pm 0,05 (\pm \frac{IT_{10}}{2})$

## 2.7.4. Разработка технологических операций

### 2.7.4.1. Выбор технологического оборудования и инструмента.

#### 1) Выбор оборудования

Для токарных работ, в соответствии с мощностью и возможностями станков выбираем станок с ЧПУ мод. 16К20РФ3.

Таблица 2.11 Характеристика станка 16К20РФ3.

1	Наибольший размер (диаметр) обрабатываемой заготовки над суппортом, мм. над станиной, мм.	220 400
2	Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм.	53
3	Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм.	1000
4	Шаг нарезаемой резьбы: метрической, мм.	До 20
5	Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	12,5-2000
6	Число скоростей шпинделя	22
7	Наибольшее перемещение суппорта, мм: продольное поперечное	900 250
8	Подача суппорта, мм/об; мм/мин продольная поперечная	3-1200 1,5-600
9	Число ступеней подач	б/с
10	Скорость быстрого перемещения суппорта, мм, мм/мин: продольного поперечного	4800 2400

Продолжение таблицы 2.11

11	Мощность э/дв. главного привода, кВт	10
12	Габаритные размеры (без ЧПУ) длина ширина высота	3360 1710 1750
13	Масса, кг.	4000

Для фрезерных операций и сверления (12 отв Ø6,8) используем вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6P13PФ3. Характеристики станка сведены в таблицу 2.12.

Таблица 2.12 Характеристики станка 6P13PФ3.

№	Параметры	Размеры, мм
1	Размеры рабочей поверхности стола (ширина•длина)	400•1600
2	Наибольшее перемещение стола: продольное поперечное вертикальное	1000 400 380
3	Внутренний конус шпинделя (7:24)	50
4	Число скоростей, шт.	18
5	Число подач стола	Б/с
6	Частота вращения шпинделя, об/мин	40-2000
7	Подача стола, мм/мин: продольная и поперечная вертикальная	10-1200 10-1200

Продолжение таблицы 2.12

8	Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин	2400
9	Габаритные размеры:	
	длина	3620
	ширина	4150
	высота	2760
10	Масса, кг	5650
11	Расстояние:	
	от оси шпинделя до вертикального направления	500
	от торца шпинделя до рабочей поверхности	450

Для сверления 4отв. Ø26 отверстий выбираем станок 2М55 вертикально-сверлильный.

Таблица 2.13 Характеристики станка 2М55.

1	Наибольший условный диаметр сверления в стали	50
2	Расстояние от оси шпинделя до образующей (направляющей) колонны(вылет шпинделя)	375-1600
3	Расстояние от нижнего торца шпинделя до рабочей поверхности плиты (или до головки рельса)	450-1600
4	Наибольшее перемещение: вертикальное, рукава на колонне горизонтальное, сверлильной головки по рукаву(или рукава на колонне)	750 1225
5	Наибольшее вертикальное перемещение шпинделя	-

Продолжение таблицы 2.13

6	Конус Морзе отверстия шпинделя	5
7	Число скоростей шпинделя	21
8	Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	20-2000
9	Число подач шпинделя	12
10	Подача шпинделя, мм/об	0,056-2,5
11	Мощность э/дв главного движения, кВт	5,5
12	Габаритные размеры:	
	длина	2665
	ширина	1020
	высота	3430
13	Масса, кг.	4700

Для шлифования поверхности 10 ( $\varnothing 150h6$ ) на операции 25 используем круглошлифовальный станок 3Б161. Характеристики станка сведены в таблицу 2.14.

Таблица 2.14 Характеристики станка 3Б161

1	Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки: диаметр длина	250 500
2	Рекомендуемый (или наибольший) диаметр шлифования наружного внутреннего	160 -
3	Наибольшая длина шлифования: наружного внутреннего	450 -
4	Высота центров над столом	90

Продолжение таблицы 2.14

5	Наибольшее продольное перемещение стола	500
6	Угол поворота стола, град. по часовой стрелке	6
	против часовой стрелки	7
7	Скорость автоматического перемещения стола (б/с регулирование), м/мин	0,02-5
8	Частота вращения, мин <sup>-1</sup> , шп. Заготовки с б/с регулированием	50-1000
9	Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	4
10	Наибольшие размеры шлифовального круга: наружный диаметр	500
	высота	63
11	Перемещение шлифовальной бабки: наибольшее	100
	на одно деление лимба	0,0025
	за 1 оборот толчковой рукоятки	0,001
12	Частота вращения шпинделя шлифовального круга, мин <sup>-1</sup> , при шлифовании: наружном	1900
	внутреннем	-
13	Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин	0,05-5
14	Мощность э/дв привода главного движения, кВт	7,5
15	Габаритные размеры (с приставным оборудованием): длина	2700
	ширина	2540
	высота	1950
16	Масса (с приставным оборудованием), кг.	4000



Для шлифования поверхности 15 ( $\varnothing 125H8$ ) на внутришлифовальной операции 030 используем станок 3A229. Характеристики станка заносим в таблицу 2.15.

Таблица 2.15 Характеристики станка 3A229

1	Наибольший диаметр: устанавливаемой заготовки устанавливаемой заготовки в кожухе	400 250
2	Размеры шлифуемого отверстия: диаметр длина (наиб.)	40...150 325
3	Наибольший угол поворота бабки изделия, град.	30
4	Наибольшее поперечное перемещение бабки изделия, мм.	250
5	Поперечное перемещение шлифовальной бабки, мм.: вперед назад	40 10
6	Наибольшие размеры шлифовального круга, мм: диаметр высота	40 32
7	Поперечное перемещение шлифовального круга, мм: на 1 деление лимба от рычага дозированной подачи	- -
8	Наибольшее перемещение стола, мм.	450
9	Частота вращения шлифовального круга (б/с регулir.)	4000-90000
10	Поперечная подача шлифовального круга за 1 ход стола (прерывистая) – б/с регулирование, мм.	0,002

Продолжение таблицы 2.15

11	Частота вращения изделия (б/с регулирование)	250...2000
12	Общая мощность э/двигателей, кВт	3,76
13	Габариты станка, мм.	2225*1775
14	Категория ремонтной сложности	16

## 2) Выбор инструмента

### На операцию 005 – точение с использованием ЧПУ.

На данной операции используется 2 вида резцов:

- токарный
- расточной

с материалом режущей части – твердый сплав Т5К10 и Т15К6 (чистовое и черновое точение соответственно).

1.1) Для чернового и п/чистового точения составные резцы с напаянными пластинами из твердого сплава Т5К10 по ГОСТ 18877-73-18885-73. Сечение державки  $h = 20\text{мм}$ ;  $b = 20$ .

#### – токарные:

- Проходной отогнутый правый

Главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ$ ;  $L = 140$ ;

Резец 1031-00702 ГОСТ 22708-77

- Подрезной правый

Главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$ ;  $L = 140$ ;

Резец 1103-00935 ГОСТ 22709-77

#### – расточные:

- Расточной для глухих отверстий  $m = 5$ ;  $L = 120$ ;

Резец 1425-01301 ГОСТ 22712-80

1.2) Для чистового точения используем те же резцы, но с материалом режущей части Т15К6.

Для закрепления в револьверной головке станка используем резцедержатель с цилиндрическим хвостовиком с перпендикулярным открытым пазом к станкам с ЧПУ (ОСТ2 П15-3-84) Исполнения 1:

$b = 20$  мм;  $h = 20$  мм;  $B = 100$  мм;  $L = 138$  мм;  $l = 60$  мм;  $D = 50$  мм

Резцедержатель 1-50 ОСТ2 П15-3-84

### **На операцию 010 – точение с использованием ЧПУ.**

На данной операции используется 4 вида резцов:

- токарный
- расточной
- канавочный
- резьбовой

При этом токарные резцы на этой операции такие же, как и на предыдущей

Материал режущей части – твердый сплав Т5К10, Т14К8, Т15К6 и Т30К4 (тонкое и чистовое, черновое и обдирочное точение соответственно).

1.1) Для обдирочного и чернового точения используем составные резцы с пластинами из твердого сплава Т5К10 по ГОСТ 18877-73 - 18885-73. Сечение державки  $h = 20$  мм;  $b = 20$ .

**– расточные:**

- Расточной для глухих отверстий  $m = 8$ ;  $L = 240$ ;  
Резец 1425-01301 ГОСТ 22712-80
- Расточной для сквозных отверстий  $m = 3$ ;  $L = 240$ ;  
Резец 1424-01314 ГОСТ 22711-80

1.2) Для получистового, чистового те же, но с материалом режущей части Т14К8, Т15К6. Дополнительно:

**– канавочные:**

- канавочный упорный  $S = 8; L = 140;$

Резец 1273-02479 ГОСТ 25425-82

- канавочный расточной  $S = 8; L = 2140;$

Резец 1421-02381 ГОСТ 25425-82

– **резьбовой:**

- Резьбовой  $P = 2; L = 140;$

Резец 1553-01202 ГОСТ 25398-82

1.3) Для тонкого растачивания используем материал режущей части Т30К4.

– **расточные:**

- Расточной для сквозных отверстий  $m = 4; L = 240;$

Резец 1425-01309 ГОСТ 22711-80

Для закрепления в револьверной головке станка используем резцедержатель с цилиндрическим хвостовиком с перпендикулярным открытым пазом к станкам с ЧПУ (ОСТ2 П15-3-84) Исполнения 1:

$b = 20$  мм;  $h = 20$  мм;  $B = 100$  мм;  $L = 138$  мм;  $l = 60$  мм;  $D = 50$  мм

Резцедержатель 1-50 ОСТ2 П15-3-84

**Для операции 015 – вертикально-сверлильная, вертикально-сверлильный станок 2М55. Сверление 4 отв.  $\varnothing 26$ .**

1.1) Предварительно необходимо произвести сверление 4 отв.  $\varnothing 10$ .

Сверло ГОСТ 22735-80 спиральное, оснащенное пластинами из б/режущей стали Р6М5, с цилиндрическим хвостовиком нормальной серии  $d = 10$  мм согласно ГОСТ 22735-80 (общая длина сверла 120 мм, длина раб. части 60 мм.). С целью снижения трения сверла о поверхность

обрабатываемого отверстия диаметр выполняют с обратной конусностью 0,04-0,08.

Сверло 2300-5168 ГОСТ 12122-77

Технические требования – по ГОСТ 2024-82.

Особенности заточки: диаметр сердцевины = 2,1 мм. Заточка двухплоскостная, угол  $\alpha = 16^\circ$ , угол наклона поперечной кромки  $\varphi = 45^\circ$ .

1.2) Для изготовления 4 отв.  $\varnothing 26$  мм применяем сверло ГОСТ 22735-80 спиральное, оснащенное пластинами из б/режущей стали Р6М5, с цилиндрическим хвостовиком нормальной серии  $d = 28$  мм

При глубине сверления отверстия 60 мм. выполнить часть сверла для сверления отверстия  $\varnothing 26$  мм, согласно ГОСТ 22735-80 ( $d 26$  мм, общая длина сверла 240 мм, длина раб. части 60 мм.) С целью снижения трения сверла о поверхность обрабатываемого отверстия диаметр выполняют с обратной конусностью 0,04-0,08. Диаметр сердцевины = 5,2 мм. Заточка двухплоскостная, угол  $\alpha = 12^\circ$ , угол наклона поперечной кромки  $\varphi = 45^\circ$ .

#### Для операции 020 – вертикально-фрезерной с ЧПУ –

1.1) Фрезерование фланца 150x192 на станке 6Р13РФ3 принимаем концевую фрезу, оснащенную винтовыми пластинками из твердого сплава по ГОСТ 87921-78. Наружный диаметр  $\varnothing 20$  мм. Материал режущей части ВК8.

$$d_{\text{нар}} = \varnothing 20; l = 80; z = 6.$$

Поскольку станок имеет внутренний конус шпинделя (конусность 7:24) 50, то необходимо использовать соответствующий цанговый патрон с конусностью 7:24 по ГОСТ 26539-85 (конус 50); исполнения 1:

Патрон 1-50-10-90 ГОСТ 26539-85

Цанга зажимная к цанговому патрону:

Цанга 191113050.002-013

1.2) Для производства резьбы М8-7Н необходимо сверлить 12 отверстий на  $\varnothing 6,2$  мм; зенкеровать на  $\varnothing 6,85$  мм.; далее метчиком нарезать резьбу.

Сверло ГОСТ 22735-80 спиральное, оснащенное пластинами из б/режущей стали Р6М5, с цилиндрическим хвостовиком нормальной серии  $d = 6,2$  мм. в комбинации с режущим элементом для изготовления фаски. При

общей глубине сверления отверстия 26 мм выполнить часть сверла для сверления отверстия  $\varnothing 6,2$  мм, согласно ГОСТ 22735-80 ( $d_6,0$  мм, общая длина сверла 100 мм, длина раб. части 25 мм). С целью снижения трения сверла о поверхность обрабатываемого отверстия диаметр выполняют с обратной конусностью 0,04-0,08. Диаметр сердцевины = 2,23 мм. Заточка двухплоскостная, угол  $\alpha = 12^\circ$ , угол наклона поперечной кромки  $\varphi = 45^\circ$ .

Режущий элемент для изготовления фаски выполняется с углом  $60^\circ$  (по типу центровочной зенковки).

1.3) Для изготовления отверстия  $\varnothing 6,85$  мм под нарезание резьбы применяем зенкер с коническим хвостовиком по ГОСТ 21540-76, оснащенный б/режущими пластинами Р6М5, с диаметром инструмента  $D_{6,85}$  мм, общей длиной 140 мм., длиной рабочей части 60 мм.

Углы:  $\gamma = 0^\circ$ ;  $\alpha = 8^\circ$ ;  $\varphi = 60^\circ$ ;  $\varphi_1 = 30^\circ$ ;  $\omega = 15^\circ$ ;  $f = 1.0$  мм.

Угол наклона лезвия инструмента  $\lambda = +5^\circ$  для создания лучшего отвода стружки. Материал рабочей части – 9ХС ГОСТ 5950-73.

1.4) Для нарезания резьбы 12 отв. М8-7Н при отверстии  $\varnothing 6,85$  применяем метчик с материалом режущей части Р6М5; (Согласно ГОСТ 1604-71, метчик машинный)

Общая длина  $L=180$  мм.

Длина рабочей части  $l=36$  мм.

Длина конической части в рабочей  $l_1=16$  мм.

Длина хвостовика  $l_2=32$  мм.

Диаметр хвостовика  $d_1=7,0$  мм.

Диаметр державки  $d_2=7,3$  мм; Исполнение 2

Метчик 2640-0153 Н2 ГОСТ 1604-71

**Для операции 035 – круглошлифовальная**, применяем шлифовальный круг типа ПП (ГОСТ 2424-83) на керамической связке

$D=350$  мм;  $d=127$  мм;  $H=100$  мм.

25А – электрокорунд, зернистостью 16, твердостью СМ, структурой №6, Керамической связкой К1.

ПП 350x127x100 25A16CM6K1 3A3 35м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83

Правящий инструмент установить на станке; работать с охлаждением

Для операции **045 – внутришлифовальная**, применяем шлифовальную головку (ГОСТ 2447-82) типа АW –цилиндрическая.

D=32 мм; d=6 мм; H=50 мм; h=20 мм; (по ГОСТ 2447-82)

AW32\*50 23A 25-НСТ16КА 30 м/с ГОСТ 2447-82

#### 2.7.4.2. Расчет режимов резания

В зависимости от того, какую шероховатость, точность и прочие характеристики должна иметь поверхность, назначают определенные режимы резания: глубину, подачу, скорость вращения инструмента (заготовки) и т.д. [1]

Произведем расчет одной наиболее точной поверхности  $\varnothing 150h6$  (№10, см. рисунок 2.1) аналитическим методом/

**1) Расчет режима резания на поверхность №10  $\varnothing 150h6$  (точение).** В результате точения (обдирочное, черновое, п/чистовое, чистовое) необходимо получить 6 кв. шероховатостью 3,2 под шлифование с припуском  $2*0,1$  мм. Припуск под точение составляет  $2*6,0$  мм., общий  $2*6,2$  мм.

1.0) Обдирочное обтачивание  $t_0=3.5$  мм.

Принимаем подачу  $S1=1.3$  мм/об

Скорость резания вычисляется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} K_v \quad (2.24)$$

где: T = 30 мин.; t = 3,5 мм.; S = 1,3 мм.; m = 0.2; x = 0.15; y = 0.35; C<sub>v</sub> = 300

При этом используем материал режущей части – тв. сплав Т5К10;

$$K_v = K_{mv}K_{nv}K_{uv}K_{\phi v}; \quad (2.25)$$

$$K_{\phi v} = 0.7$$

$$K_{uv} = 1.15$$

$$K_{nv} = 0.8$$

$$K_{mv} = K_k \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 0.8 * 0.987 = 0.789$$

$$K_v = 0.7 * 1.15 * 0.8 * 0.789 = 0.515$$

Тогда формула расчета скорости примет вид:

$$V = \frac{300}{30^{0,2} * 3,5^{0,15} * 1,3^{0,35}} * 0,515 = 85 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D}; \quad (2.26)$$

$$n = \frac{1000 * 85}{3.14 * 150} = 180 \text{ об/мин}$$

1.1) Черновое обтачивание  $t_1 = 1.8$  мм.

Принимаем подачу  $S_1 = 1.3$  мм/об

Материал режущей части – тв. сплав Т5К10;

$$\text{Скорость резания} \quad V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$T = 45 \text{ мин.}; t = 1/8 \text{ мм.}; S = 1,3 \text{ мм.}; m = 0.2; x = 0.15; y = 0.35; C_v = 350$$

$$K_v = K_{mv}K_{nv}K_{uv}K_{\phi v};$$

$$K_{\phi v} = 0.7$$

$$K_{uv} = 1.15$$

$$K_{nv} = 0.8$$

$$K_{mv} = K_k \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 1.0 * 0.987 = 0.987$$

$$K_v = 0.7 * 1.15 * 0.8 * 0.987 = 0.635$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} * 1,3^{0,15} * 0,6^{0,35}} * 0,635 = 126 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n:



$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 126}{3.14 \cdot 150} = 265 \text{ об/мин}$$

1.2) Полуцистовая обработка, глубина  $t_2=0,4$  мм.

Подача  $S_2=0.8$  мм/об

Материал режущей части – тв. сплав Т15К6

$$\text{Скорость резания } V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$T = 45$  мин.;  $t = 0.4$  мм.;  $S = 0,8$  мм.;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.35$ ;  $C_v = 390$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{fv};$$

$$K_{fv} = 0.7$$

$$K_{uv} = 1.4$$

$$K_{nv} = 1,0$$

$$K_{mv} = K_K \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 1.0 \cdot 0.987 = 0.987$$

$$K_v = 0.7 * 1.4 * 1.0 * 0.987 = 0.967$$

$$V = \frac{390}{30^{0,2} * 0,4^{0,15} * 0,8^{0,35}} * 0,967 = 125 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя  $n$ :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 125}{3.14 \cdot 150} = 284 \text{ об/мин}$$

1.3) чистовая обработка, глубина  $t = 0,2$  мм.

Подача  $S = 0.4$  мм/об

Материал режущей части – тв. сплав Т15К6

Скорость резания вычисляется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.2$ ;  $C_v = 420$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{fv};$$

$$K_{\phi v} = 0.7$$

$$K_{uv} = 1.4$$

$$K_{nv} = 1.0$$

$$K_{mv} = K_k \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 1.0 * 0.987 = 0.987$$

$$K_v = 0.7 * 1.4 * 1.0 * 0.987 = 0.967$$

$$V = \frac{420}{30^{0.2} * 0.2^{0.15} * 0.4^{0.2}} * 0.967 = 134 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D};$$

$$n = \frac{1000 * 134}{3.14 * 150} = 315 \text{ об/мин}$$

На остальные же поверхности назначаем режимы резания по табличным данным, результаты заносим в таблицу 2.

Таблица 2.16. Назначение режимов резания

№ операции	Содержание операции	Материал реж. части	t, мин	i	S <sub>0</sub> (z), мм/об	l=l <sub>1</sub> +l <sub>2</sub> +	V, м/мин	n, мин <sup>-1</sup>	N, кВт	Стойкость	T <sub>0</sub> , мин

Продолжение таблицы 2.16

<b>Установ 1</b>											
005 Токарная с ЧПУ	1) Подрезать торец пов. 1 предварительно в размер 295	T5K10	3,5	1	1,3	7,5	88	180	2,5	30	0,43
	2) Точить фаску 2 в размер $\varnothing 127 \times 45^\circ$ .	T5K10	3,5	1	1,3	18,2	96	180	2,8	30	1,08
	3) Точить пов. 3,4 $\varnothing 150,8$ на длину L=64,1	T5K10	3,5	1	1,3	72	114	180	3,2	30	2,14
	4) Подрезать торец 1, выдерживая размер 293,2.	T5K10	2,2	1	0,8	5,3	92	180	1,7	45	0,63
	5) Точить фаску 2 предварительно в размер $\varnothing 124,8 \times 45^\circ$ .	T5K10	2,2	1	0,8	17,1	120	180	2,1	45	0,82
	6) Точить пов. 3,4 в размер $\varnothing 150,8$ на длину L=64,5.	T5K10	2,2	1	0,8	64,1	132	180	2,6	45	2,40
	7) Подрезать торец 1, выдерживая размер 293,2.	T15K6	0,4	1	0,6	3,5	125	265	0,7	45	0,84
	8) Точить фаску 2 окончательно в размер $\varnothing 124 \times 45^\circ$ .	T15K6	0,4	1	0,6	16,2	130	265	1,0	45	1,36
	9) Точить пов.3 окончательно в размер $\varnothing 150$ на длину L=64,5.	T15K6	0,4	1	0,6	64,5	136	265	1,2	45	3,05
	10) Расточить поверхность 5 начерно $\varnothing 61,1$ на проход.	T5K10	3,5	1	1,3	43,3	85	284	3,2	30	2,57
	11) Расточить отв. 6 начерно $\varnothing 73,6$ на L=28,4.	T5K10	3,5	1	1,3	32,8	104	284	3,5	30	1,12
	12) Расточить отв. 7 начерно $\varnothing 81,4$ на L=16,2	T5K10	3,5	1	1,3	18,6	122	284	3,8	30	0,93
	13) Расточить отв. 5 предварительно $\varnothing 62,5$	T15K6	1,8	1	0,8	40	101	284	1,8	45	2,4

Продолжение таблицы 2.16

	14) Расточить поверхность 6 предварительно $\varnothing 77,2$ на L=30,5	T15K6	1,8	1	0,8	37,1	116	284	2,1	45	1,51
	15) Расточить поверхность 7 предварительно $\varnothing 84,6$ на L=17,6	T15K6	1,8	1	0,8	19,4	131	284	2,4	45	1,71
	16) Расточить поверхность 5 окончательно $\varnothing 63,3H9$ на проход	T15K6	0,4	1	0,6	40	118	315	1,2	45	3,62
	17) Расточить отв. 6 в размер $\varnothing 78H11$ на L=12,5	T15K6	0,4	1	0,6	14,3	133	315	1,4	45	1,35
	18) Расточить отв. 7 в размер $\varnothing 85H8$ на L=18	T15K6	0,4	1	0,6	21,7	148	315	1,7	45	1,84
	<b>Установ 1</b>										
010 Токарная с ЧПУ	1) Подрезать торец 9 начерно выдерживая размер 285,3	T5K10	3,5	1	1,3	285,3	90	180	2,5	30	0,43
	2) Точить пов. 10 начерно в размер $\varnothing 152,6$ .	T5K10	3,5	1	1,3	165	85	180	2,8	30	1,86
	3) Точить пов.11 $\varnothing 151,1$ на длину L=80	T5K10	3,5	1	1,3	84,2	106	180	3,2	30	1,14
	4) Точить пов. 12 начерно на длину L=173	T5K10	3,5	1	1,3	170	110	180	1,7	30	0,66
	5) Подрезать торец 9 предвари- тельно в размер 287,1.	T5K10	1,8	1	1,3	4,8	120	180	2,1	45	0,82
	6) Точить пов. 10 предварительно в размер $\varnothing 151,2$	T5K10	1,8	1	1,3	293,2	126	180	2,6	45	2,32

Продолжение таблицы 2.16

010 Токарная с ЧПУ	7) Точить поверхность 11 в размер $\varnothing 149,5$ на L=84.	T5K10	1,8	1	0,8	88,3	124	180	3,2	45	3,60
	8) Точить поверхность 12 на длину 173	T5K10	1,8	1	0,8	176	135	180	3,5	45	8,15
	9) Точить канавку 13 окончательно	T5K10	1,8	1	0,8	9,5	115	180	3,8	45	0,25
	10) Точить поверхность 10 предварительно в размер $\varnothing 150,4$	T15K6	0,4	1	0,6	165	125	265	1,8	45	3,36
	11) Точить поверхность 10 окончательно в размер $\varnothing 150h8$ .	T15K6	0,2	1	0,4	90	134	265	0,8	45	4,05
	12) Расточить пов. 14 начерно в размер $\varnothing 86,24$ .	T5K10	3,5	1	1,3	254	92	265	2,4	45	1,04
	13) Расточить пов. 15 начерно в размер $\varnothing 110,6$ на L=245.	T5K10	3,5	1	1,3	249	100	265	3,2	45	3,12
	14) Расточить пов. 17 начерно в размер $\varnothing 130,8$ на L=32.	T5K10	3,5	1	1,3	36,5	106	265	3,4	45	0,78
	15) Расточить фаску 20 начерно в размер $4 \times 15^\circ$ .	T5K10	3,5	1	1,3	7	111	265	2,7	45	0,15
	16) Расточить канавку 16 в размер $\varnothing 132$ на L=8.	T15K6	3,5	1	1,3	12	118	265	2,5	45	0,41
	17) Расточить канавку 19 в размер $\varnothing 138$ на L=6.	T15K6	3,5	1	1,3	9,2	120	265	2,1	45	0,35
		T15K6	1,8	1	0,8	13	12	31	1,8	45	1,2

Продолжение таблицы 2.16

	18) Расточить пов. 14 предварительно в размер $\varnothing 89$					8	5			7	
	19) Расточить пов. 15 предварит. в размер $\varnothing 123,8$ на L=245.	T15K6	1,8	1	0,8	245	107	315	1,5	45	4,85
	20) Расточить пов. 17 окончат. в размер $\varnothing 132,8$ .	T15K6	1,8	1	0,8	32	122	315	1,6	45	1,20
	21) Расточить фаску 18 в размер $2,5 \times 45^\circ$ .	T15K6	1,8	1	0,8	2,9	135	315	1,4	45	0,30
	22) Расточить пов. 15 окончат. в размер $\varnothing 125H8$ .	T15K6	0,6	1	0,8	245	130	315	0,9	45	6,70
	23) Нарезать резьбу пов. 17 в размер M135x2.	T15K6	0,5	4	2	32	148	100	0,6	45	1,81
015 Верт.-сверл.	<b>Установ 1</b>				Sz						
	1) Сверлить 4 отв. 110x155 поверхность 22 предварительно в размер $\varnothing 10$	P6M5	5	4	0,14	42	31	955	0,71	30	2,51
	<b>Установ 2</b>										
	2) Рассверлить 4 отв. 110x155 поверхность 22 окончательно в размер $\varnothing 26$	P6M5	8	4	0,45	58	75	955	1,27	30	3,19

Продолжение таблицы 2.16

020 Фрезерная с ЧПУ	<b>Установ 1</b>											
	1) Сверлить отв. 12 пов. 21 комбинированным сверлом с фаской 3 в размер Ø6,2	P6M5	7	12	0,14	60	28	637	0,71	20	6,36	
	2) Зенкеровать отв. и фаску в размер Ø6,85 под резьбу	P6M5	0,5	12	0,45	58	45	102	0,33	30	5,85	
	3) Нарезать резьбу M8	P6M5	-	12	2,0	18	10	300	2,85	90	4,16	
	4) Фрезеровать пов. 23 в размер 150x192	T5K10	6	1	2	684	65	180	0,15	80	20,86	
035 Круг. шлиф	<b>Установ 1</b>			Sp	Скр							
	1) Шлифовать пов. 10 выдерживая размер Ø150h6	25A16 CM6K	0,3	0,006	1	82	300	159	1,9	120	25,3	
045 Внутр. шлиф	<b>Установ 1</b>											
	1) Шлифовать пов. 15 выдерживая размер Ø125H6	23A-НСТ16КА	0,1	0,006	1	82	280	168	1,1	120	38,9	

### 2.7.4.3. Техническое нормирование операций

Технические нормы времени в мелкосерийном производстве устанавливаются расчетно-аналитическим методом и определяются нормой штучно-калькуляционного времени  $T_{шт-к}$ :

$$T_{шт-к} = T_{п-з}/n + T_0 + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) + T_{об.от}$$

для шлифовальных операций

$$T_{шт-к} = T_{п-з}/n + T_0 + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) + (T_{тех} + T_{орг}) + T_{от}$$

Здесь  $T_{п-з}$  - подготовительно – заключительное время

$n$  - количество деталей в настроечной партии

$T_0$  – основное время

$T_в$  – вспомогательное время, в которое входят  $T_{у.с.}$ ,  $T_{з.о.}$ ,  $T_{уп.}$ ,  $T_{из.}$

$T_{у.с.}$  - время на установку и снятие детали

$T_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление детали

$T_{уп.}$  - время на приемы управления

$T_{из.}$  - время на измерение детали

$T_{об}$  – время на обслуживание раб. места, складывается из  $T_{орг}$  и  $T_{тех}$

$T_{тех}$  – время на техническое обслуживание раб. места

$T_{орг}$  - время на организационное обслуживание раб. места

$T_{от}$  - время перерывов и на личные надобности:

$$T_{от} = T_0 \cdot П_{от} / 10$$

$П_{от}$  – затраты на отдых в % к оперативному времени

В мелкосерийном производстве для всех операций (кроме шлифовальных)  $T_{об}$  и  $T_{от}$  по отдельности не определяются. В нормативах дается сумма этих двух составляющих в % от оперативного времени.

Оперативное время  $T_{оп} = T_0 + T_в$ , а общее время на обслуживание раб. места и отдых  $T_{об.от} = T_{оп} \cdot П_{об.от} / 10$ .

Данные по расчету времени заносим в таблицу 2.17



Таблица 2.17 Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин.

Номер и наименование операции	T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>			T <sub>оп</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>об.от</sub>	П <sub>об.от</sub> .%	T <sub>п-з</sub>	n	T <sub>шт-к</sub>		
		T <sub>у.</sub>	T <sub>уп</sub>	T <sub>из</sub>									
005 Токарная с ЧПУ	6,8	0,53	0,55	0,37	8,25	1,45	0,41	6	8	10	9,46		
010 Токарная с ЧПУ	12,7	0,53	0,55	0,37	14,15	1,45	0,76	6	12	10	16,11		
015 Вертикально-сверлильная	4,2	0,30	0,17	0,35	5,02	0,82	0,35	7	24	10	7,77		
020 Фрезерная с ЧПУ	5,7	0,42	0,20	1,53	7,85	2,15	0,29			6	31	10	11,24
							T <sub>тех</sub>	T <sub>орг</sub>	T <sub>от</sub>				

Продолжение таблицы 2.17

035													
Кругло-шлифовальная	6,3	0,42	0,09	0,17	6,98	0,68			-	10	10		
045													9,2
Внутришлифовальная	11,9	0,71	0,22	0,27	13,1	1,2							4
							0,074	0,198					
							0,148	0,216					
							0,666	0,143					
									-	7	10		
													15,0

Суммарное  $T_{шт-к} = 49,90$  мин.

#### 2.7.4.4 Расчет наладочных размеров на токарную операцию с ЧПУ

Инструментальная наладка представляет собой комплекс режущего и вспомогательного инструментов, скомпонованных в соответствии с требованиями технологической операции, в котором так же согласованы соединительные поверхности самих инструментов и станка.

Проектирование инструментальных наладок является важным этапом разработки технологической операции, т.к. от качества этой работы зависит, насколько успешно будет выполняться эта операция. При проектировании наладок должны учитываться тип производства, производительность, удобство работы на станке и др.

Проектирование наладок должно выполняться после выбора станка, приспособления, режущего инструмента, одновременно с разработкой технологической операции, при этом графическое построение наладки, особенно для много инструментальных обработок может повлиять на предварительный выбор, например режущих инструментов.

При проектировании наладок обязательно максимальное использование стандартных режущих и вспомогательных инструментов, при этом режущие

инструменты должны быть систематизированы по видам обработки, а вспомогательные – по типам металлорежущих станков.

Исходными данными для проектирования наладки являются: паспортные данные выбранного станка с размерами рабочей зоны и элементов присоединительных поверхностей; общие и присоединительные размеры выбранного режущего инструмента, эскиз операции, для которой разрабатывается наладка, тип производства и т.д. Рассчитывая наладочные размеры на операцию 005 – токарная с ЧПУ, данные заносим в таблицу 2.17

Таблица 2.17 Сводная таблица наладочных размеров.

*Переход I (Черновое точение) T1*

	1	2	3	4	5	6
<i>X</i>	130	75	75	126.4	157.8	157.8
<i>Z</i>	5	2.2	5	2.2	-20	-62.3

	7	8	9	10	11
<i>X</i>	196	196	150.8	150.8	196
<i>Z</i>	-62.3	-12	-12	-62.3	-62.3

Продолжение таблицы 2.17.

*Переход II (Получистовое точение) T1*

	1	2	3	4
X	125	75	75	124.4
Z	3	0.4	2	0.4

	5	6	7
X	150.4	150.4	196
Z	-12.6	-64.1	-64.1

*Переход III (Чистовое точение) T2*

	1	2	3	4
X	125	75	75	124
Z	1	0	2	0

	5	6	7
X	150	150	196
Z	-13	-64.5	-64.5

*Переход IV (Черновое и получистовое растачивание)*

	1*	1	2	3	4
X	75	84,6	84,6	77,6	77,6
Z	1	1	-17,6	-17,6	-19,7

	5	6	7	8
X	63,7	63,7	60	60
Z	-19,7	-40	-40	1

*Переход V (Чистовое растачивание) T4*

	1	2	3	4	5	6	7
X	63.3	63.3	63.3	63	63	78	78
Z	1	-20	-40	-40	-15	-15	-20.5

	8	9	10	11	12	13	14
X	75	75	87	85	85	87	87
Z	-20.5	1	1	-1	-18	-18	1

После расчета наладочных размеров с учетом ранее рассчитанных припусков (таблица 2.8.) составляем программу обработки для устройства ЧПУ.

### 2.7.5. Выбор методов и средств технического контроля качества изготовления детали.

Вопрос измерений непосредственно связан с качеством изделия или детали, надежностью работы, долговечностью. При рассмотрении представленной детали «Цилиндр» и анализе возможных средств измерения, применимых к ней, составляем таблицу 2.18., куда записываем основные результаты и средства измерения, необходимые для контроля размеров.

Таблица 2.18. Средства технического контроля.

Контролируемый параметр,	Поле допуска,	Шерошка,	Средство измерения	Цена деления, мм	Диапазон измерений	Примечания
<b>2.18.1. Наружные диаметральные размеры</b>						
Ø150	h6	1.6	Микрометр рычажный МР-200 ГОСТ 4381-68	0,002	100-200	Настройка на 0 по установочной мере или по концевым мерам длины 3-го кл. по ГОСТ9038-73
Ø149.5	h14	12.5	Штангенциркуль ШЦ II ГОСТ166-89	0,05	0-250	
Ø150	h14	12.5				
<b>2.18.2. Внутренние диаметральные размеры</b>						
Ø26	H14	12.5	Штангенциркуль ШЦ I ГОСТ166-89	0,1	0-125	

Продолжение таблицы 2.18

Ø63,3	H9	1.6	Нутромер	0,01	50-100	Настройка на 0 по концевым мерам длины 4-го класса или по микрометру
Ø78	H11	1.6	индикаторный			
Ø85	H8	1.6	НИ 50-100 ГОСТ 868-72			
Ø92	H14	12.5	Спец. штангеннутромер	0,1	50-100	
Ø125	H8	1.6	Нутромер индикаторный НИ 100-200 ГОСТ 868-72	0,01	100-200	Настройка на 0 по концевым мерам длины 4-го класса или по микрометру
<b>2.18.3. Остальные размеры</b>						
50	±t2/2	12.5	ШЦ II ГОСТ166-89	0,05	0-250	Необходимо произвести измерения в нескольких точках по длине.
84						
150						
192						
287,5	±t2/2	3.6	ШЦ III ГОСТ166-89	0,1	0-400	
12,5		1.6	ШГ ГОСТ162-89	0,01	0-250	
18		1.6				
32		1.6				
173		3.2				
245		1.6				

Продолжение Таблицы 2.18.

Контролируемый параметр	Поле допуска,	Шероховатость	Средство измерения	Цена деления, мм	Диапазон измерений	Примечания
<b>2.18.4. Углы</b>						
15°	±t2/2	0,8	Угломер призматический Набор №1	1,2кл. точност	10° - 90°50'	ГОСТ 2875-88
45°		6,3				
40	H10	-	ГМ-100 ГОСТ 7470-67			
<b>2.18.5. Резьбы</b>						
M8	7H	3,2	Пробка резьбовая со вставкой с полным профилем резьбы Пробка 8221-00676H ГОСТ 17756-72	калибр	2-48	
M135x2	7H	6,3	Пробка резьбовая со вставкой с полным профилем резьбы Пробка 83572-00964H ГОСТ 17756-72	калибр	100-150	
<b>2.18.6. Биения</b>						
0,03			Рычажно-зубчатая измерительная головка ИРЗ ГОСТ 18833-73	0,005		
0,05						

Продолжение таблицы 2.18

<b>2.18.7. Радиусы закруглений</b>					
R0,5	Должны обеспечиваться технологически размерным режущим инструментом				
R1					
R2					
<b>2.18.8. Фаски</b>					
1x45°	Набор угловых мер №3 кл.2 ГОСТ 2875-85				
2,5x45°					
5x45°					
<b>2.18.9. Шероховатость</b>					
0,20	Образцы шероховатости по ГОСТ 9378-75			0,2- 12,5	
0,80					
1,6					
3,2					
6,3					
12,5					
<b>2.18.10. Твердость</b>					
HRC 156...197			По методу Бринелля Модель ТШ-2М ТУ25-06-1032-78	±1%	



### 3 Экономическая часть

Произведем расчет стоимости заготовки-поковки при новом технологическом процессе:

Масса поковки составляет  $G_1=34,19\text{кг}$

Масса отходов –  $G_2=17\text{кг}$ ,

Стоимость материала и отходов  $q_1, q_2$  соответственно 11 и 1,1руб.

Сварные детали отсутствуют.

Годовая приведённая программа выпуска деталей  $N_{\Pi}=741\text{шт.}$

Тогда стоимость штучной заготовки:

$$M_2 = \left( \frac{11000}{1000} \cdot 34,2 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1,13 \cdot 1 \right) - (34,2 - 17,2) \cdot \frac{1100}{1000} = 450.62 \text{ (руб.)}$$

По объему выпускаемой продукции в год по ф.(2):

$$\sum_{p=1}^n M_2 = 450,62 \cdot 741 = 333909,42 \text{ (руб.)}$$

Тогда экономический эффект за год от использования новой заготовки по ее себестоимости будет рассчитываться по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{заготовки}} = \sum_{p=1}^n M_1 - \sum_{p=1}^n M_2 \text{ (12)}$$

Подставив численные значения, получим:

$$\mathcal{E}_{\text{заготовки}} = 688922,52 - 333909,42 = 355013,10 \text{ (руб.)}$$

$$\sum_{p=1}^n M_1 = 929.72 \cdot 741 = 688922,52 \text{ (руб.)}$$

Таблица 2.3 – Техничко-экономические характеристики различных методов получения заготовки.

					БР-15.03.05 – 2020 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб		Ивандаев			Экономическая часть	Литера	Лист	Листов
Пров		Платонов				y	79	85
Н. Контр.		Сагалакова				ХТИ-филиал СФУ Гр. 26-1 АТиМ		
УТВ		Желтобрюхов						

Исходные данные:	Из слитка, М <sub>1</sub>	Ковка на ГКМ, М <sub>2</sub>
1. Масса детали, кг	17,2	17,2
2. Масса заготовки, кг	92	34,19
3. Коэффициент использования материала	0,19	0,50
4. Трудоёмкость механической обработки, мин	207	132
5. Себестоимость заготовки, руб.	929,72	450,62

Вывод: По данным расчетов следует, что наиболее целесообразный метод получения заготовки на ГКМ как в плане лучшего использования материала, так и в плане стоимости, снижения трудоемкости.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполненной работы можно сказать о разработанном технологическом процессе следующее:

Была разработана оптимальная форма заготовки с минимальными припусками под механическую обработку и максимально приближенными к готовой детали формами. Так, например, при типовом техпроцессе изготовления данной детали в качестве заготовки использовался слиток массой 92,16кг при массе детали 17,2кг. Таким образом, 83% металла уходило в стружку, причем повышалось время на обработку, износ инструмента и оборудования. При использовании заготовки-поковки, масса которой составляет 34,19кг, механическая обработка сводится к минимуму, так же как и отходы в стружку.

Приоритетом выбора оборудования являются станки с ЧПУ, позволяющие осуществлять гибкость производственного процесса, наряду с обработкой максимального числа поверхностей с одной установки по принципу концентраций операций, обеспечивающим высокую точность, с минимальными временными затратами на смену и корректировку инструмента, возможности которых обусловлены быстрой перенастройкой на выпуск другого типа деталей при смене управляющей программы и характеристиками магазина с инструментом. Данные возможности особенно привлекательны в условиях мелкосерийного производства.

Технико-экономический анализ технологического процесса механической обработки на станках с ЧПУ и универсальных станках показал преимущество первых более чем в два раза по затратам на амортизацию, заработной плате рабочих, а также по станкоемкости.

					<b>БР-15.03.05 – 2020 ПЗ</b>			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	<b>Заключение</b>	Литера	Лист	Листов
Разраб	Ивандаев					у	81	85
Пров	Платонов					ХТИ-филиал СФУ Гр. 26-1 АТиМ		
Н. Контр.	Сагалакова							
УТВ	Желтобрюхов							

## CONCLUSION

According to the results of the work performed, the following can be said about the developed technological process:

An optimal shape of the workpiece was developed with minimal allowances for machining and forms as close as possible to the finished part. So, for example, in a typical manufacturing process for this part, an ingot weighing 92.16 kg and a mass of the part 17.2 kg was used as a workpiece. Thus, 83% of the metal went into shavings, and increased processing time, wear of tools and equipment. When using forgings, the mass of which is 34.19 kg, machining is minimized, as well as waste into the chips.

The priority of equipment selection is CNC machines, which allow for the flexibility of the production process, along with processing the maximum number of surfaces from one installation according to the principle of concentration of operations, ensuring high accuracy, with minimal time costs for changing and adjusting the tool, the capabilities of which are due to quick reconfiguration to release another type of parts when changing the control program and the characteristics of the magazine with the tool. These features are especially attractive in small-scale production.

The technical and economic analysis of the technological process of machining on CNC machines and universal machines showed that the former are more than twice as much in terms of depreciation costs, wages of workers, as well as machine tool intensity.

					БР-15.03.05 – 2020 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Conclusion	Литера	Лист	Листов
Разраб		Ивандаев				у	82	85
Пров		Платонов						
Н. Контр.		Сагалакова						
УТВ		Желтобрюхов						
						ХТИ-филиал СФУ Гр. 26-1 АТиМ		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чупина Л.А., Пульбере А.И. “Общие требования и указания по оформлению текстовых документов и курсовых, дипломных работ и проектов”: Учебное пособие г. Тирасполь 2002г.
2. Мичукова Н.Ю., Устименко С.А. “Основы технологии в машиностроении”: Учебное пособие – Тирасполь: РИО ПГУ 1999г.
3. Б.Л. Беспалов, Л.А. Глейзер “Технология машиностроения”:  
“Машиностроение”, Москва 1975г.
4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учебное пособие – Мн.: Высшая школа, 1983, - 256 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя т.1 / Под редакцией А.Г. Косиловой и Мещерякова. – М.: Машиностроение 1985, - 656 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя т.2 / Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, - М., Машиностроение, 1986. – 496 с.
7. Чупина Л.А., Пульбере А.И. “Инструментальное обеспечение машиностроительного производства”: Учебное пособие г. Тирасполь 1998г.
8. Пульбере А.И., Схиртладзе А.Г. и др. “Формообразующие инструменты в машиностроении”: Учебное пособие Ч.1 “Инструменты общего назначения” - Тирасполь 2004г.
9. Пульбере А.И, Чупина Л.А. “Проектирование сверлильной операции”: Учебное пособие – Тирасполь: РИО ПГУ, 2000г.
10. Чупина Л.А., Пульбере “Производственный потенциал предприятия и эффективность его использования”: Учебное пособие г. Тирасполь 2003г.
11. Петрусь А.М., Яковец И.В. “Проектирование технологических процессов для станков с ЧПУ”: Методическое пособие – Тирасполь: РИО ПГУ 2003г.

12. Р.И.Гжиров, П.П.Серебrenицкий. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник, Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1990
13. Справочник нормировщика-машиностроителя т.1 / Под редакцией А.Д. Гальцова. – М.: Машгиз, 1961. – 676 с.
14. Справочник нормировщика-машиностроителя т.2 / Под редакцией А.Д. Гальцова. – М.: Машгиз, 1961. – 892 с.
15. Пульбере А.И., Богатая Т.Х. “Проектирование технологической оснастки”: Методическое пособие ПТО 2003-03 МП.
16. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П., ”Станочные приспособления”: МАШГИЗ - Москва 1980г.
17. Справочник “Приспособления для металлорежущих станков” Горошкин А.К., МАШГИЗ - Москва 1982г.
18. Ревенко Н.Ф., Свитковский Ф.Ю., Схиртладзе А.Г. “Организация производства в машиностроении”. Изд.второе, – Тирасполь: РИО ПГУ 2003г.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

Федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е.М. Желтобрюхов

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

**Разработка технологического процесса обработки цилиндра усилителя**  
**рулевого управления.**

Руководитель

\_\_\_\_\_   
подпись, дата

к.т.н., доц. каф. АТиМ  
должность, ученая степень

В. В. Платонов  
инициалы, фамилия

Выпускник

Ивандаев  
подпись, дата

Р. Г. Ивандаев  
инициалы, фамилия

Абакан, 2020



Группа 26-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств

Тема бакалаврской работы: Разработка технологического процесса обработки  
цилиндра усилителя рулевого управления.

Утверждена приказом по институту № 224 от 27.04.2020 г.

Руководитель ВКР В.В. Платонов, канд. техн. наук, доцент кафедры АТиМ,  
ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

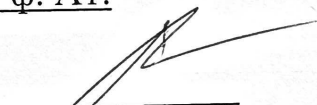
1. Чертеж детали с заводским номером;
2. Годовая программа N = 741 шт.

Перечень разделов ВКР: Общие положения; Технологическая часть;  
Экономическая часть.

Перечень графического материала

1. Чертеж цилиндра - 1 лист ф. А2;
2. Карта операционных эскизов – 1 лист ф. А1;
3. Наладка ЧПУ – 1 лист ф. А1;
4. Нумерация поверхностей – 1 лист ф. А1;
5. Размерные цепи – 1 лист ф. А1.

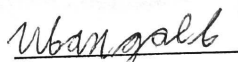
Руководитель ВКР

  
\_\_\_\_\_

подпись

В. В. Платонов  
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

  
\_\_\_\_\_

Подпись

Р. Г. Ивандаев  
инициалы и фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.