

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали «обойма зубчатая»
 Чертеж детали представлен на рис.1.1. Годовая программа выпуска: 5000
 штук

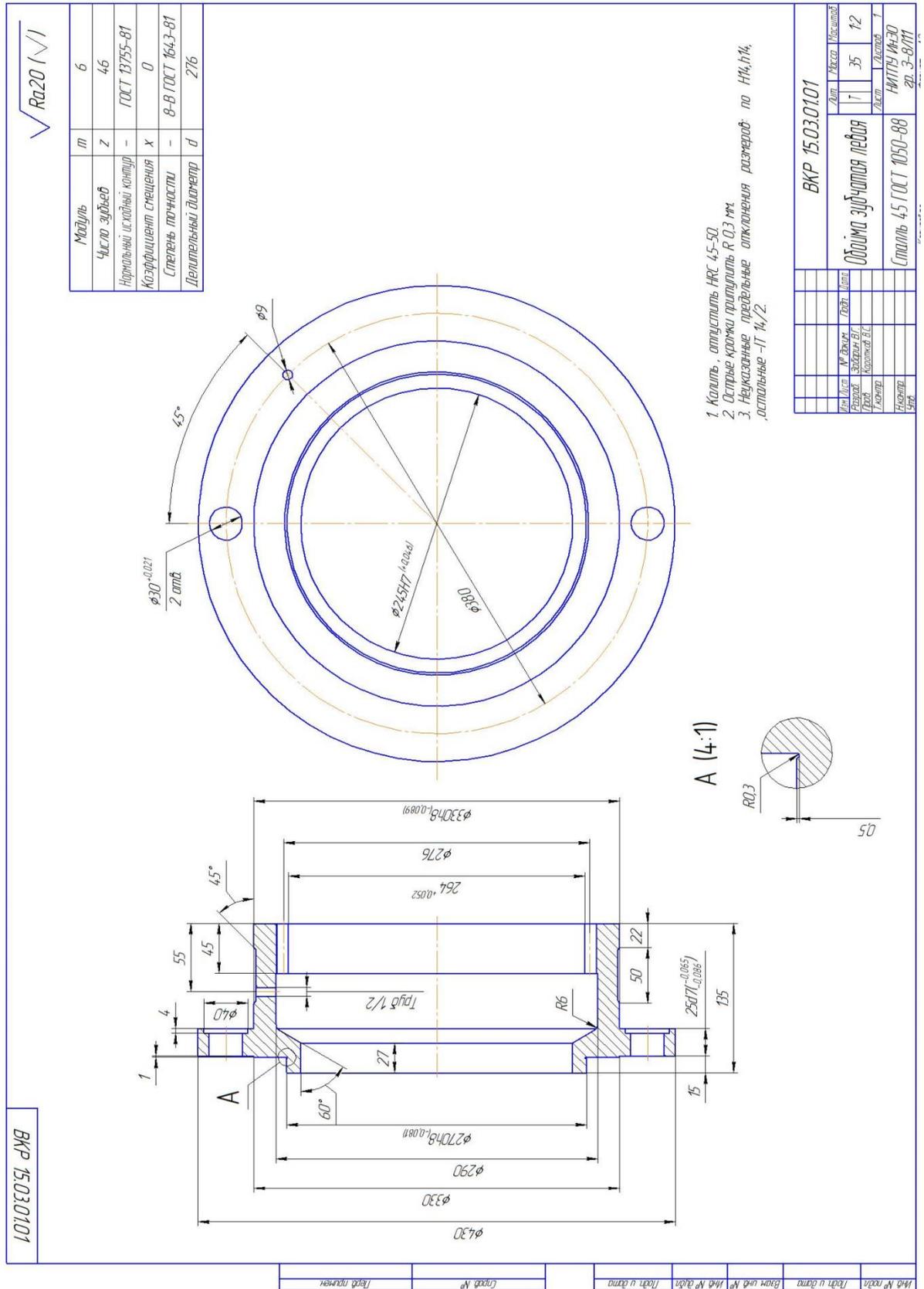


рис.1.1 Чертеж детали

1.1 Назначение и конструкция детали

Данная деталь – «Обойма зубчатая левая» является составной частью «Муфты зубчатой» и предназначена для передачи крутящего момента совместно работающих агрегатов.

Деталь изготовлена из конструкционной стали 45 ГОСТ 1050-88.

«Обойма зубчатая левая» представляет собой тело вращения длиной 135 мм с максимальным диаметром $\varnothing 430$ мм, в котором нарезаны зубья. Шероховатость наружных поверхностей Ra 20 мкм.

В данной детали выполнены два отверстия $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$ с шероховатостью Ra 2,5 мкм. (Технология машиностроения кн.2 Производство деталей машин стр.73); (Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения стр.65).(2)

Выполнив анализ конструкторского чертежа можно сделать вывод, что число проекции, сечений, разрезов достаточно. Сориентирована простановка размеров, предельных отклонений, расположения поверхностей и шероховатости.

Рабочий чертеж, данный по заданию выпускной квалификационной работы, соответствует требованиям ЕСКД и технологичности изготовления изделия:

- шероховатость проставлена в соответствии с последними изменениями ГОСТ 2789-73;
- Деталь подвергается термической обработке. Твердость HRC 45...50.

Шероховатость свободных поверхностей, не указанных на чертеже, имеет значение Ra 20. Неуказанные предельные отклонения размеров охватывающих по H14, охватываемых по h14, остальных по IT14/2.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа

Отработка детали на технологичность подразумевает возможность обработки заготовки стандартными инструментами. Существуют качественная и

количественная оценки. Методика качественной оценки включает анализ технологичности всех поверхностей детали. Это позволяет выявить наименее технологичные поверхности.

Для анализа детали на технологичность изначально необходимо разработать технологический чертеж детали.

Он выполняется с целью обозначения цифрами обрабатываемых поверхностей детали и дальнейшего использования этих обозначений при оценке технологичности поверхностей и в маршрутно-операционном описании технологического процесса изготовления деталей.

Технологический чертеж детали «Обойма зубчатая левая» представлен на (рис. 1.2).

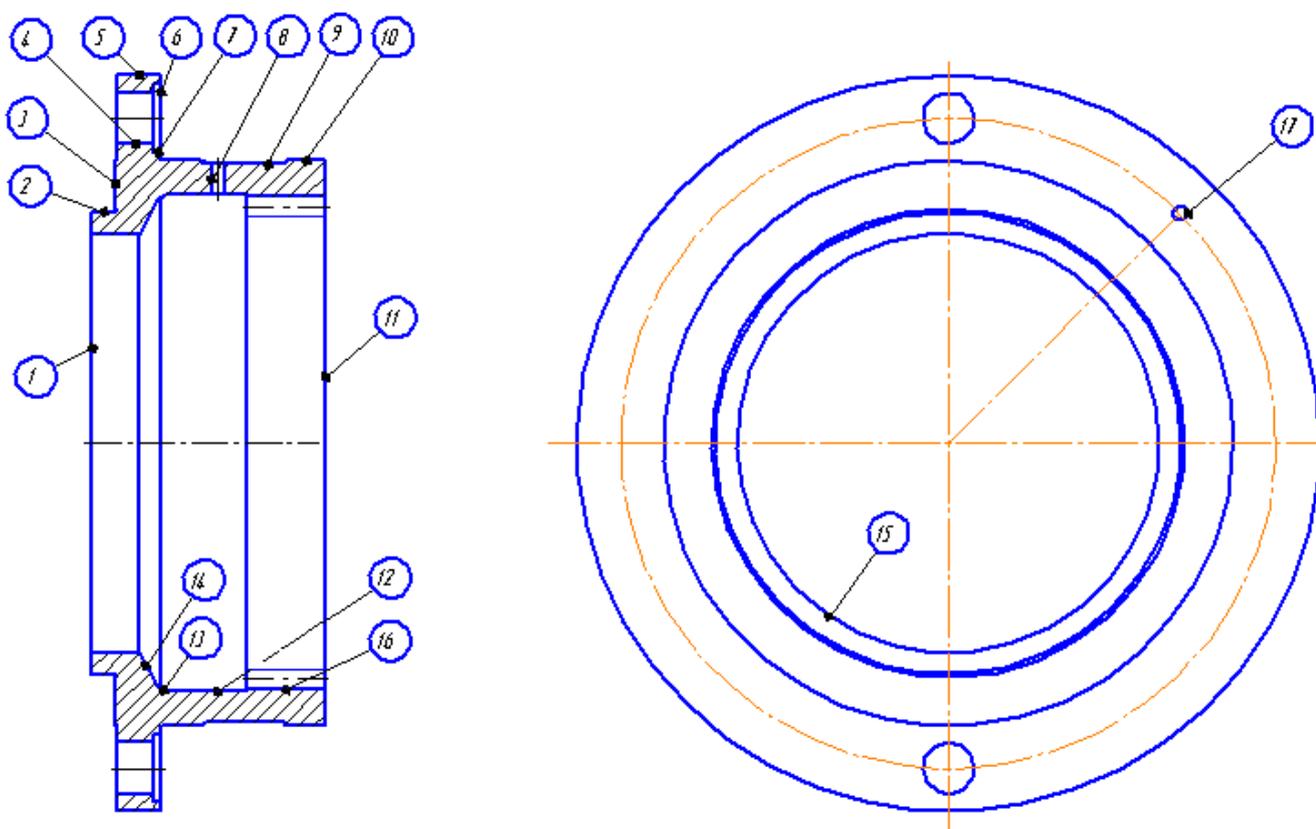


Рисунок 1.2 - Технологический чертеж

Оценим состояние каждой поверхности детали и все сведения сведем в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Состояние поверхности детали «Обойма зубчатая левая»

№ п/п	Номинальный размер поверхности, мм	Допуск на размер T_p , мм	Шероховатость поверхности R_a , мкм
1	Наружная, плоская, торцевая $\varnothing 245$		20
2	Наружная, цилиндрическая $\varnothing 270$	+0,081	20
3	Наружная, плоская, торцевая $\varnothing 330$		20
4	Внутренняя цилиндрическая $\varnothing 30$	+0,021	2,5
5	Наружная, цилиндрическая $\varnothing 430$		20
6	Наружная, плоская, торцевая $\varnothing 430$		20
7	Внутренняя цилиндрическая $\varnothing 40$		20
8	Внутренняя цилиндрическая $\varnothing 20$		20

продолжение таб.1.1

9	Наружная, цилиндрическая Ø326		20
10	Наружная, цилиндрическая Ø330		20
11	Наружная, плоская, торцевая Ø330		20
12	Внутренняя цилиндрическая Ø290		20
13	Внутренняя, R6		20
14	Внутренняя, 60°		20
15	Наружная, цилиндрическая Ø245		20
16	Внутренняя Ø=288	+0,315	20
17	Внутренняя цилиндрическая Ø9		20

Проанализировав технологический чертеж детали и состояние ее поверхностей, можно сделать вывод, что деталь технологична.

1.3 Определение типа производства, форм и методов организации работ

В машиностроении различают три основных типа производства: массовое, серийное, единичное. Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой выпускаемых изделий при большом объеме выпуска. Серийное производство характеризуется более широкой номенклатурой выпускаемых

изделий и меньшим объемом выпуска. Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой и малым объемом выпуска изделий.

Тип производства согласно ГОСТ 14.004-83 характеризуется коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования.

Коэффициент закрепления операций определяется отношением числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца к числу рабочих мест.

Коэффициент закрепления операции в соответствии с ГОСТ 3.11.0-74 принимают равным отношению количества технологических операций, выполняемых в течении месяца на участке к количеству рабочих мест на участке;

$K_{з.о} = 1$ - для массового производства;

$1 < K_{з.о} < 10$ - для крупносерийного производства;

$10 < K_{з.о} < 20$ - для среднесерийного производства;

$20 < K_{з.о} < 40$ - для мелкосерийного производства.

Для единичного производства $K_{з.о}$ свыше 40.

В данной работе при отсутствии исходных данных по базовому варианту (количество технологических операций и количество рабочих мест) тип производства определяется по годовому объему выпуска и массе деталей.

Таблица 1.2 – Определение типа производства

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
До 1.0	До 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	>200000
1.0 - 2.5	До 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	>100000
2.5 - 5.0	До 10	10-500	500-35000	35000-75000	>75000
5.0 – 10	До 10	10-300	300-25000	25000-50000	>50000
Свыше 10	До 10	10-200	200-10000	10000-25000	>25000

Т.к. масса детали составляет 35 кг, а годовая программа выпуска 5000 шт., то тип производства будет среднесерийным.

Рассчитаем количество деталей в партии единовременного запуска n , шт.

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi};$$

где $N = 5000$ шт. – годовой объем выпуска деталей;

$a = 5$ дн. – периодичность запуска в днях;

$\Phi = 252$ дн. – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{252} = 99.2 \text{ шт.}$$

принимаем $n = 99$ шт.

Для среднесерийного типа производства рассчитаем такт выпуска t_e , мин:

$$t_e = \frac{60 \cdot F_d}{N};$$

где $F_d = 4015$ ч. – годовой фонд времени работы оборудования.

$$t_e = \frac{60 \cdot 4015}{5000} = 48,18 \text{ мин.}$$

Среднесерийное производство является ударным типом современного машиностроения и предприятия этого типа выпускают в настоящее время 60-80 % всей продукции машиностроения страны. По всем технологическим характеристикам среднесерийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Объем выпуска предприятий среднесерийного типа колеблется от сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий.

Персонал: рабочие средней квалификации, наряду с работниками высокой квалификации, работниками на сложных универсальных станках и наладчиками используются рабочие-операторы, работающие на настроенных станках.

Заготовки: Средней точности. В качестве исходных заготовок используется холодный и горячий прокат, литье в землю и под давлением, точное литье, поковки и точные штамповки и прессы. Требуемой точности достигают как методами автоматического получения размеров, так и методами пробных ходов и промеров с частичным применением разметки.

Оборудование: универсальное и специализированное, частично специализированное. Широко используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и находят применение гибкие, автоматизированные системы станков с ЧПУ, связанные с транспортирующими устройствами и управлением от ЭВМ. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направлений основных грузопотоков цеха по предметно-замкнутым участкам. Однако одновременно используются групповые поточные линии и переменноточные автоматизированные линии. Большое значение имеет универсально-сборная переналаживаемая технологическая оснастка, позволяющая существенно повысить коэффициент оснащенности крупносерийного производства.

Среднесерийное производство является наиболее гибким и устойчивым, наиболее поддается автоматизированию.

1.4 Выбор заготовки

Одним из основополагающих принципов выбора метода получения заготовки является обеспечение максимального приближения ее формы, размеров и качества поверхности к аналогичным характеристикам получаемой детали. В этом случае существенно сокращается расход металла, объем механической обработки и производственный цикл изготовления детали.

В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

Программа выпуска продукции, т.е. количество изделий, выпускаемых в течение определенного времени (обычно за год), является одним из важнейших факторов, определяющих выбор метода и способа производства заготовок.

Проанализировав деталь «Обойма зубчатая левая» делаем вывод, что целесообразнее всего выполнить ее поковкой штампованной, так как для данного типа детали требуются особые прочностные характеристики,

недопустимость микротрещин, а также отсутствие различного рода дефектов литья.

При расчете параметров заготовки руководствуемся ГОСТ 7505-89. На первом этапе обозначим конструктивные характеристики детали и определим исходный индекс. Затем проведем расчет припусков на механическую обработку, которые включает основной, а также дополнительные припуски, учитывающие отклонения формы поковки. Величины припусков следует назначать на одну сторону номинального размера поковки.

После этого назначаем допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковки, которые назначаются в зависимости от исходного индекса и размеров поковки по таблицам ГОСТ 7505-89.

Одним из показателей, характеризующих экономичность выбранной заготовки, является коэффициент использования материала K_m . Его определяют как отношение массы детали к массе заготовки:

$$K_m = M_d / M_z;$$

$$K_m = 35 / 49 = 0,7$$

Для рациональных форм и вида выбранной заготовки характерны значения этого коэффициента, близкие к единице, что обуславливает более низкую себестоимость последующей механической обработки, меньший расход материала, энергии, инструмента и т.п.

Чертеж заготовки представлен в графической части проекта.

1.5 Выбор, анализ, проектирование маршрутного типового технологического процесса и операций.

Структура технологического процесса обработки детали «Обойма зубчатая левая» зависит от типа обработки и определяется рядом факторов. К ним относятся:

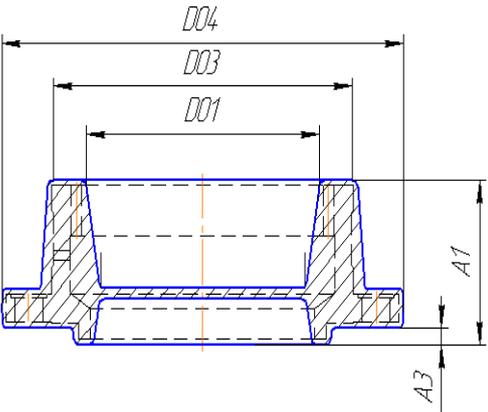
1. Количество обрабатываемых деталей и последовательность их обработки. В нашем случае одновременно будет обрабатываться только одна

деталь. Деталь может располагаться в несколько потоков и возможна параллельная или последовательно-параллельная обработка.

2. Способ установки детали в приспособление может быть автоматическим, вручную, поочередно каждой детали, предварительно вручную вне станка в кассету, на плите и др. в нашем случае деталь устанавливается в приспособления вручную.

Заданный объем партии $N=5000$ позволяет применить принцип концентрации операций, при котором наибольшее количество механической обработки производится на одном станке одним рабочим, что снизит себестоимость производства изделия, приведет к уменьшению количества слесарных и контрольных операций, повысит производительность труда. Разработаем новый ТП изготовления детали.

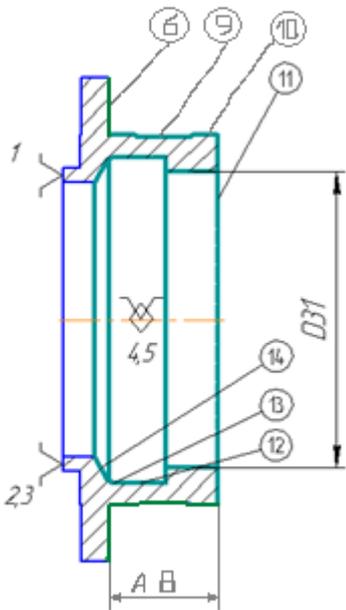
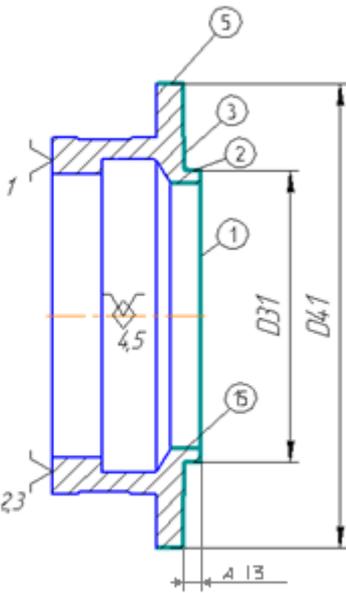
Таблица 1.3 - Маршрут обработки.

№ опер	№ перех	Наименование операций содержание переходов	Операционный эскиз
005	1	Заготовительная Штамповка	 <p>The sketch shows a cross-section of a stepped shaft. It has three distinct diameters: $D01$ (inner diameter), $D03$ (middle diameter), and $D04$ (outer diameter). The total length of the shaft is $A1$. The diameter $D01$ is maintained over a length of $A3$. A surface texture symbol $\sqrt{Rz160}$ is indicated on the right side of the sketch.</p>

продолжение таб.1.3

010	1	<p>Токарно-винторезная</p> <p>Установ А</p> <p>Подрезать торец 11 предварительно выдерживая р-р А8. Точить поверхность 10 предварительно, выдерживая р-р D14</p>	
	2	<p>Токарно-винторезная</p> <p>Установ Б</p> <p>Подрезать торец 1 предварительно. Расточить отверстие 15 предварительно. Точить диаметры 2 и 5 предварительно. Подрезать торец 3.</p>	
015	1	<p>Слесарная.</p> <p>Зачистить заусенцы, притупить острые кромки</p>	

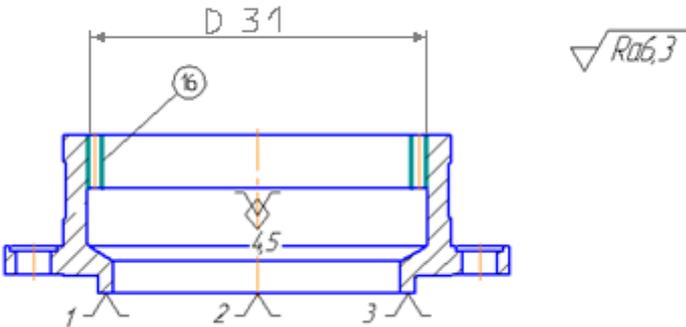
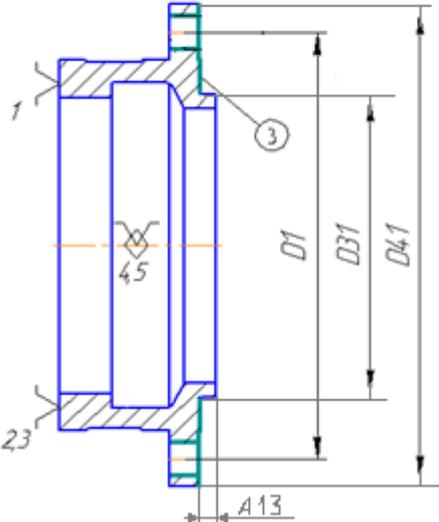
продолжение таб.1.3

020	1	<p>Токарно-винторезная с ЧПУ Установ А</p> <p>Подрезать торец 11 окончател Точить поверхность 10 подрезать торец 6 окончател Расточить отверстие 12 поверхность 14 окончател Скруглить R 13.</p>	 <p>Technical drawing of a shaft with a hole. Callouts: 6, 9, 10, 11, 14, 12, 1, 23, A, B, D31. A surface texture symbol $\sqrt{Rz20}$ is present.</p>
	2	<p>Токарно-винторезная с ЧПУ Установ Б</p> <p>Подрезать торец 1 окончател Расточить отверстие окончательно. Точить поверхнос 2 и 5, подрезать торец 3.</p>	 <p>Technical drawing of a shaft with a hole. Callouts: 5, 3, 2, 1, 6, 1, 23, A, B, D31, D41. A surface texture symbol $\sqrt{Rz20}$ is present.</p>
025	1	<p>Слесарная. Зачистить заусенцы, притупить острые кромки</p>	

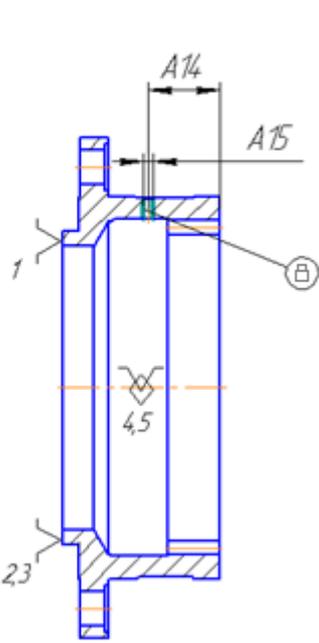
продолжение таб.1.3

030	1	<p>Контрольная. Контролировать размеры после фрезерной операции 015.</p>	
035	1	<p>Вертикально-сверлильная. Установить деталь в приспособлении , выверить , закрепить Сверлить 2 отверстия 1 отверстие (d -9мм. последовательно. Зенкеровать. Развернуть.</p>	<p>Technical drawing of a cylindrical part. The cross-section shows an outer diameter of $\varnothing 380$ mm with a star symbol, an inner diameter of $\varnothing 29.95$ mm with a tolerance of $+0.018$ / $+0.010$, and a length of 45 mm. The top view shows concentric circles with diameters of 300 mm, 270 mm, 230 mm, and 190 mm, and a 6-degree chamfered edge.</p>

продолжение таб.1.3

40	1	Зубодолбежная Нарезать поверхность зубьев 16.В указанный размер.	
45	1	Круглошлифовальная. Шлифовать торец поверхности 3 .	

продолжение таб.1.3

050	1	<p>Вертикально-сверлильная Сверлить отверстие 8 насквозь, выдерживая размеры A14 и A15. Нарезать резьбу. Нарезать резьбу: К1/2 труб; (внутр.9,9)мм.</p>	 <p>Technical drawing of a vertical drill bit. The drawing shows a cross-section of the bit with several dimensions: A14 (width of the cutting edge), A15 (width of the cutting edge), 4.5 (width of the cutting edge), and 23 (width of the cutting edge). A surface texture symbol Rz20 is shown in the upper right corner.</p>
55	1	<p>Слесарная. Зачистить заусенцы, притупить острые кромки</p>	
60	1	<p>Термическая обработка. Твердость HRC 45...50.</p>	
65	1	<p>Контрольная. Контролировать размеры по операций 030-055.</p>	
70	1	<p>Промывка.</p>	
75	1	<p>Гальваническая. Покрытие хим.</p>	
80	1	<p>Транспортировка. Хранение.</p>	

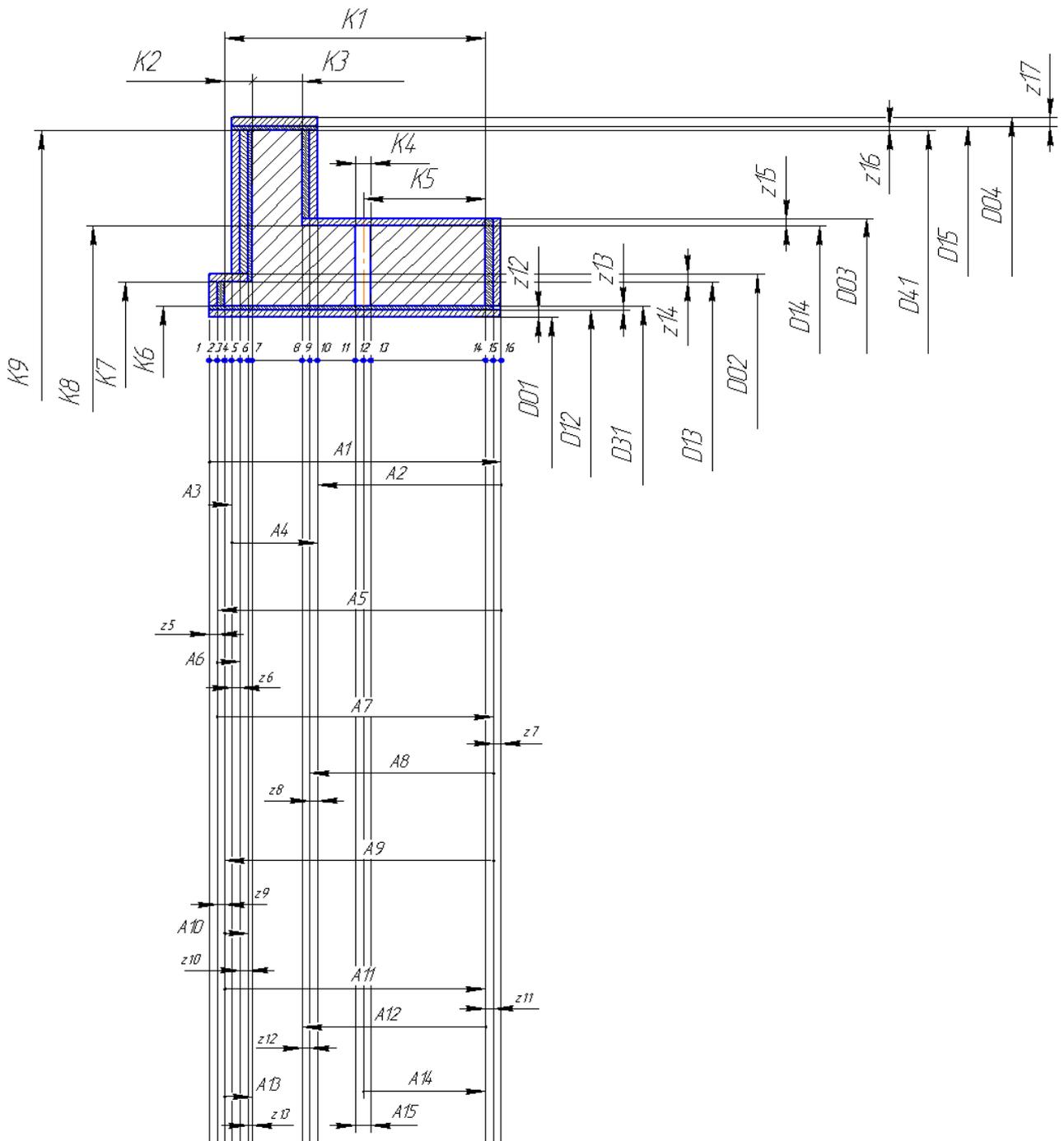


Рисунок 1.3 – Размерная схема

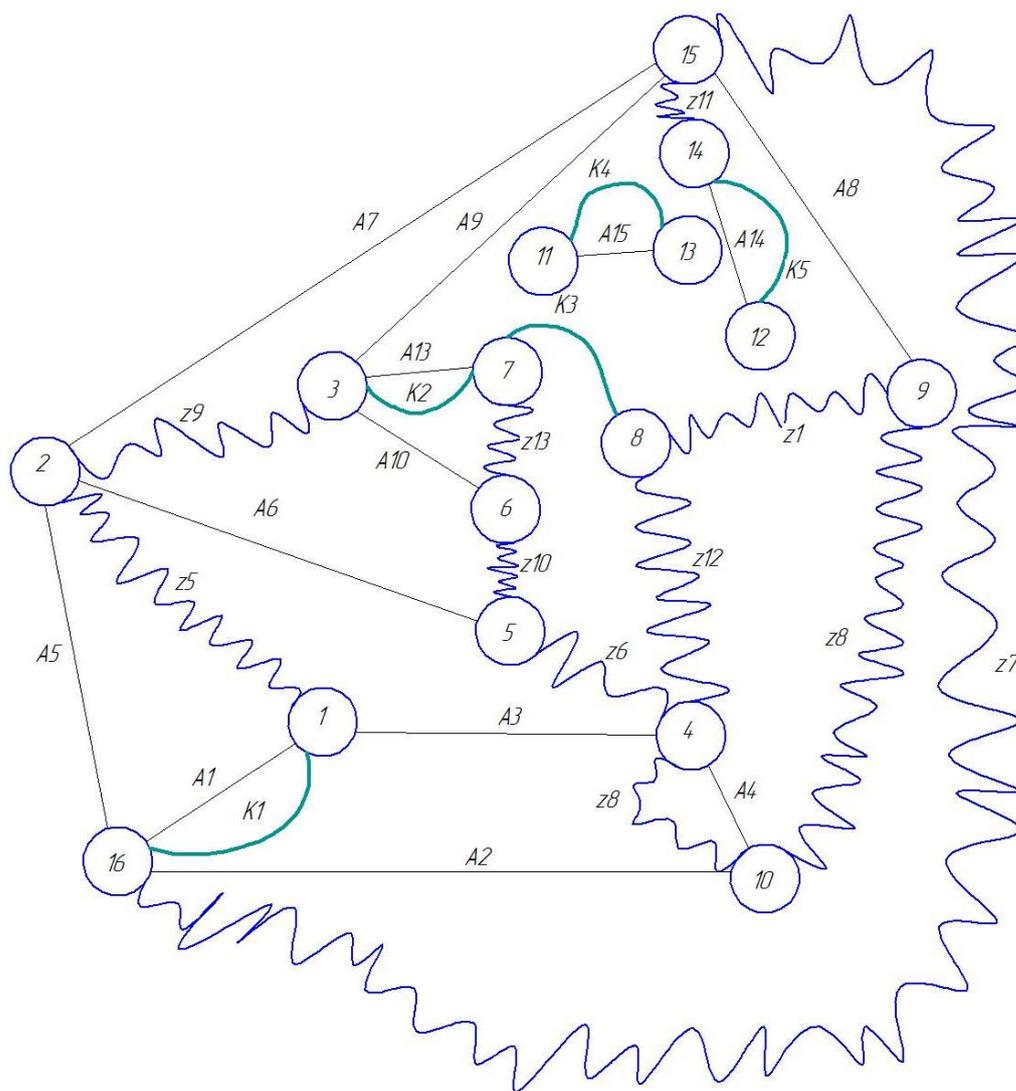


Рисунок 1.4 – Граф размерных цепей

1.6 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

1.6.1 Составление уравнений замыкающих размерных цепей

Уравнения размерных цепей составляются относительно их замыкающих звеньев с использованием следующего правила: составляющие звенья, направленные на контуре цепи в противоположную сторону по сравнению с направлением замыкающего звена, записываются с положительным знаком, а в ту же сторону, что и замыкающее звено – со знаком минус. Список уравнений размерных цепей приведен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Допуски на линейные операционные размеры, и припуски на обработку заготовки

№ и наименование операции	Линейные размеры		Допуски (отклонения)			Припуск Z_{min}	
	Индекс	Значение мм	Индекс	Квалит	Величина мм	Индекс	Величина,
045 Вертикально сверлильная	A ₁₅	9,9	T ₁₅	11	+0,3	Z ₁₅	0,4
	A ₁₄	55	T ₁₄		-0,3	Z ₁₄	
040 Шлифование	A ₁₃	15	T ₁₃	11	0 -0,3	Z ₁₃	0,4
015 Токарная чистовая	A ₁₂	85	T ₁₂	14	±0,43	Z ₁₂	0,4
	A ₁₁	135	T ₁₁	12	±0,12	Z ₁₁	0,4
	A ₁₀	15,4	T ₁₀	12	0 -0,35	Z ₁₀	0,4
010 Токарная черновая	A ₉	135,4	T ₉	14	±0,43	Z ₉	1
	A ₈	85,4	T ₈	14	±0,31	Z ₈	1
	A ₇	135,8	T ₇	14	0 -0,87	Z ₇	1
	A ₆	38	T ₆	14	±0,31	Z ₆	1
	A ₅	140,8	T ₅	14	0 -0,87	Z ₅	1
005 Поковка	A ₄	34,2	T ₄	18	+2,4 -1,9	-	-
	A ₃	10,8	T ₃	18	+2 -1	-	-
	A ₂	98	T ₂	18	+2,4 -1,2	-	-
	A ₁	144,2	T ₁	18	+2,0 -1,2	-	-

Таблица 1.5 - Список уравнений размерных цепей

№ р.ц	Уравнение замыкающего звена	№ решени	Результат решения цепи
1	$K1=\underline{A11}$	1	$A_{11} = 135 \pm 0,12$
2	$K2=\underline{A13}$	2	$A_{13} = 15^{0}_{-0,3}$
3	$K3=\underline{A11-A12-A13}$	3	$A_{12} = 85 \pm 0,43$
4	$z5=\underline{A1}-A5$	4	$A_1 = 144,2^{+3,7}_{-1,9}$
5	$z6=\underline{A6}+A1-A5-A3$	5	$A_6 = 38 \pm 0,31$
6	$z12=\underline{A12}+A9-A11-A8$	6	$A_{12} = 85 \pm 0,43$
7	$z13=\underline{A13} -\underline{A10}$	7	$A_{10} = 15,4^{0}_{-0,35}$
8	$z11=\underline{A9}-A11$	8	$A_9 = 135,4 \pm 0,43$
9	$z9=\underline{A7}-A9$	9	$A_7 = 88,8^{0}_{-0,87}$
10	$z10=\underline{A10}+A7-A9-\underline{A6}$	10	$A_6 = 38^{+2}_{-1}$
11	$z7=\underline{A5}- A7$	11	$A_5 = 89,8 \pm 0,31$
12	$z8=\underline{A8} +A5-A7-A2$	12	$A_8 = 85,4^{+1}_{-1}$

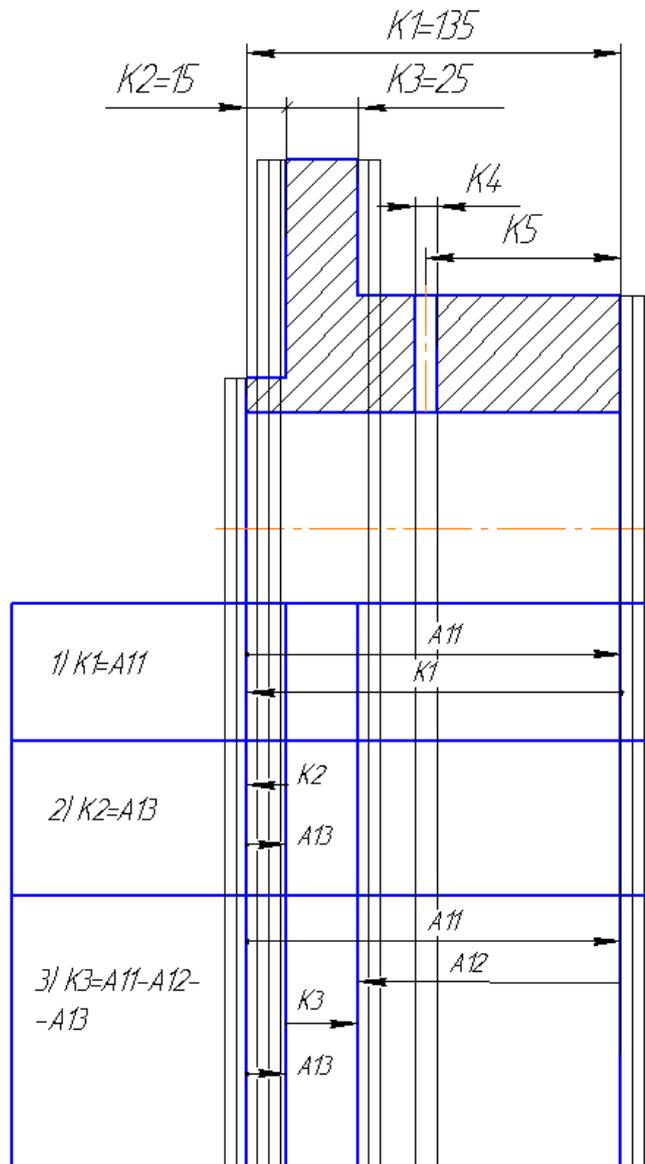


Рисунок 1.5 - Уравнения размерных цепей

1.6.2 Определение минимальных припусков ($Z_{i \min}$) на обработку

Минимальный припуск – это слой металла, необходимый для осуществления заданной обработки, т.е. для удаления всех погрешностей предшествующей ступени обработки и компенсации всех тех погрешностей выполняемой ступени (операции), которые ни прямо, ни косвенно не регламентируются через допуски на операционные размеры.

До непосредственного определения линейных операционных размеров по таблицам П23-31 [1] назначим величину припуска $Z_{i \min}$ на каждую ступень обработки. Полученные значения Z_{\min} заносим в таблицу 1.6.

1.6.3 Расчет линейных операционных размеров

Перед решением уравнений необходимо проверить выполнение правила размерных цепей: сумма допусков составляющих звеньев меньше или равна допуску замыкающего звена.

$$T_{\Delta} = \sum_{m+n} T_i, \text{ где}$$

m – количество увеличивающих составляющих звеньев цепи,

n – количество уменьшающих составляющих звеньев цепи.

Таблица 1.6 - Проверка обеспечения заданной точности конструкторских размеров

Уравнение цепей	размерн	Вычисление $T_{\Delta} \text{ мм} = \sum T_i$	$T_{\Delta} \text{ мм} \leq T_{\text{кpi}}$
K1=A13		$T_{\Delta}=T_{13}=0,3$	$0,3 < T_{K1} = 0,3$
K3=A14		$T_{\Delta}=T_{14}=0,62$	$0,62 < T_{K2} = 0,62$
K4=A15		$T_{\Delta}=T_{15}=0,4$	$0,4 < T_{K3} = 0,4$
K5=A12		$T_{\Delta} = T_{12}=0,86$	$0,86 < T_{K4} = 2,2$
K2=A13-A14-A11		$T_{\Delta}=T_{11}=-0,3+0,62-0,24=0,062$	$0,062 < T_{K5} = 0,3$

р.ц.1 K1=A13

A_{13} – вал, принимаем $A_{13} = 88_{-0,3}$

р.ц.2 K3=A14

A_{14} – отверстие, принимаем $A_{14} = 41_{-0,31}$

р.ц.3 K4=A15

A_{15} – отверстие, принимаем $A_{15} = A_{15} = 1,6^{+0,2}$

р.ц.4 K5=A12

A_{12} – отверстие, принимаем $A_{12} = 85_{-1,1}$

р.ц.5 $K_2 = A_{13} - A_4 - A_{11}$

$$K_{2\max} = A_{13\min} - A_{14\max} - A_{11\max};$$

$$K_{2\min} = A_{13\max} - A_{14\min} - A_{11\min};$$

$$A_{11\min} = A_{13\min} - A_{14\max} - K_{2\max} = 87,7 - 41,31 - 4,85 = 41,54;$$

$$A_{11\max} = A_{13\max} - A_{14\min} - K_{2\max} = 88 - 40,69 - 5 = 42,31.$$

A_{11} – вал, принимаем $A_{11} = 41,54_{-0,12}$

р.ц.6 $z_{13\min} = A_{10\max} - A_{13\min};$

$$A_{10\max} = A_{13\min} + z_{13\min} = 87,7 + 0,4 = 88,1$$

$$A_{10} \text{ – вал, поэтому } A_{10} = A_{10\max} - T_{10} = 88,1 + 0,35 = 88,45;$$

Принимаем $A_{10} = 88,45_{-0,35}$

р.ц.7 $z_{10\min} = A_{7\max} - A_{10\min};$

$$A_{7\max} = A_{10\min} + z_{10\min} = 88,45 + 0,4 = 88,85;$$

$$A_7 \text{ – вал, поэтому } A_7 = A_{7\max} - T_7 = 88,1 + 0,87 = 88,97;$$

Принимаем $A_7 = 88,45_{-0,87}$

р.ц.8 $z_{7\min} = A_{5\max} - A_{7\min};$

$$A_{5\max} = A_{7\min} + z_{7\min} = 87,93 + 0,4 = 88,33;$$

$$A_5 \text{ – вал, поэтому } A_5 = A_{5\max} - T_5 = 88,33 + 0,87 = 89,2;$$

Принимаем $A_5 = 89,2_{-0,87}$

р.ц.9 $z_{12\min} = A_{12\min} + A_{7\min} - A_{10\max} - A_{9\max};$

$$A_{9\max} = A_{12\min} + A_{7\min} - A_{10\max} - z_{12\min} = 89,3 + 87,93 - 88,4 - 0,4 = 87,57;$$

$$A_9 \text{ – отверстие, поэтому } A_9 = A_{9\max} - T_9 = 87,57 - 0,87 = 86,7;$$

Принимаем $A_9 = 86,7^{+0,43};$

$$\text{р.ц.10 } z9_{\min} = A5_{\min} - A7_{\max} + A9_{\min} - A4_{\max}$$

$$A4_{\max} = A5_{\max} - A7_{\min} + A9_{\min} - z9_{\min} = 90,67 - 87,93 + 85,43 - 1 = 87,17;$$

$$A4 - \text{отверстие, поэтому } A4 = A4_{\max} - T4 = 87,17 + 1 = 86,17;$$

$$\text{Принимаем } A4 = 86,17_{-0,2}^{+1};$$

$$\text{р.ц.11 } z11_{\min} = A11_{\min} + A7_{\min} - A10_{\max} - A8_{\max};$$

$$A8_{\max} = A11_{\min} + A7_{\min} - A10_{\max} - z11_{\min} = 41,69 + 88,8 - 88,75 - 0,4 = 41,42;$$

$$A5 - \text{отверстие, поэтому } A8 = A8_{\max} - T8 = 41,42 - 0,31 = 41,11;$$

$$\text{Принимаем } A5 = 41,11_{-0,31}^{+0,31};$$

$$\text{р.ц.12 } z8_{\min} = A2_{\min} + A3_{\min} + A8_{\min} + A5_{\min} - A7_{\max} - A1_{\min};$$

$$A1_{\min} = A2_{\min} + A3_{\min} + A8_{\min} + A5_{\min} - A7_{\max} - z8_{\min} = 40,8 + 44,8 + 41,69 + 88,93 - 88,8 - 1 = 144,2;$$

$$A1 - \text{вал, поэтому } A1 = A1_{\min} + \Delta_{H1} = 144,2 + 1 = 144,2;$$

$$\text{Принимаем } A1 = 144,2_{-1}^{+2};$$

1.6.4 Расчет диаметральных технологических размеров

Расчет минимальных припусков

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический [7].

При нормативном методе значения z_i_{\min} находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе z_i_{\min} находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{D \min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right),$$

где: $z_{\min i}^D$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2},$$

где: $\rho_{\phi_{i-1}}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p_{i-1}}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$z_{12}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \right) = 2,33 \text{ мм},$$

$$z_{13}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2} \right) = 2,64 \text{ мм},$$

$$z_{14}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2} \right) = 2,64 \text{ мм},$$

$$z_{15}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2} \right) = 2,64 \text{ мм},$$

$$z_{16}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \right) = 2,33 \text{ мм},$$

$$z_{17}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \right) = 2,33 \text{ мм}.$$

Расчет диаметральных технологических размеров

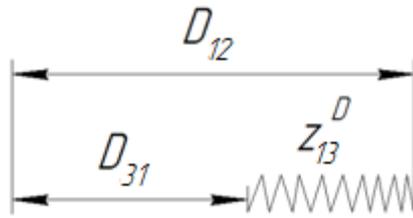
$$D_{31} = 245_{-0,29} \text{ мм},$$

$$D_{13} = 274_{-0,3} \text{ мм},$$

$$D_{14} = 330^{+0,12} \text{ мм},$$

$$D_{41} = 430_{-1} \text{ мм.}$$

Найдем технологический размер D_{12} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{13} .

$$z_{13}^{D \text{ ср}} = D_{12}^{\text{ср}} - D_{31}^{\text{ср}}$$

$$D_{12}^{\text{ср}} = z_{13}^{D \text{ ср}} + D_{31}^{\text{ср}}$$

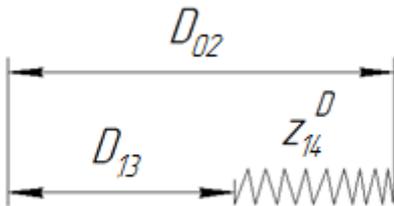
$$D_{31}^{\text{ср}} = K_6^{\text{ср}} = 244,86 \text{ мм,}$$

$$z_{13}^{D \text{ ср}} = \frac{z_{13}^{D \text{ мин}} + (z_{13}^{D \text{ мин}} + TD_{12} + TD_{31})}{2} = \frac{0,52 + (0,52 + 0,185 + 0,29)}{2} = 0,76 \text{ мм,}$$

$$D_{12}^{\text{ср}} = D_{31}^{\text{ср}} - z_{13}^{D \text{ ср}} = 244,86 - 0,76 = 244,1 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_{12} = 244,1_{-0,185} \text{ мм.}$

Найдем технологический размер D_{02} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{02} .

$$z_{14}^{D \text{ ср}} = D_{02}^{\text{ср}} - D_{13}^{\text{ср}}$$

$$D_{02}^{\text{ср}} = D_{13}^{\text{ср}} + z_{14}^{D \text{ ср}}$$

$$D_{13}^{\text{ср}} = 273,565 \text{ мм,}$$

$$z_{14}^{D \text{ ср}} = \frac{z_{14}^{D \text{ мин}} + (z_{14}^{D \text{ мин}} + TD_{02} + TD_{13})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,8 + 0,8)}{2} = 3,13 \text{ мм,}$$

$$D_{02}^{cp} = D_{13}^{cp} + z_{14}^{D\ cp} = 273,565 + 3,13 = 276,695\text{мм.}$$

$$\text{Принимаем } D_{03} = 277_{-0,3}^{+0,5}\text{мм.}$$

1.7 Расчет режимов резания

Рассчитанные или выбранные режимы резания при выполнении технологической операции должны обеспечивать требуемую точность обработки при максимальной производительности труда и минимальной себестоимости.

Произведем расчет режимов резания для точения поверхности $\emptyset 430$ предварительно:

Режущий инструмент: резец проходной упорный 2102-0501 Т15К6
ГОСТ 18868-73

$t = 0,5$ мм – глубина резания;

$S = 0,15$ мм/об – продольная подача;

$D = 430$ – диаметр обрабатываемой детали;

Назначаем скорость резания $V = 170$ м/мин

Рассчитаем частоту вращения по формуле:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 170}{3,14 \cdot 430} = 125,9 \text{ мин}^{-1}$$

Назначаем частоту вращения $n = 120 \text{ мин}^{-1}$

Корректируем скорость резания по формуле:

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

$$V = \frac{3,14 \cdot 430 \cdot 120}{1000} = 162 \text{ м/мин}$$

Определяем основное время обработки детали

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

де L - длина обработки детали

$$L = l + l_1 + l_2,$$

де l – длина обрабатываемой поверхности;

l_1 – длина перебега;

l_2 – длина врезания;

i - число проходов.

$$L = 25 + 0 + 3 = 28 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{28 \cdot 2}{120 \cdot 0,15} = 3,1 \text{ мин}$$

Произведем расчет режимов резания для сверления отверстия $\varnothing 30\text{H}7(+0,021)$.

Режущий инструмент: сверло $\varnothing 30$ 2300-0171 ГОСТ 10902-77.

$S=0,5$ мм/об - подача;

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p,$$

где $C_m=0,0345$

$q=2$,

$y=0,8$ – из справочника.

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1$$

- поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$$\sigma_B = 750 \text{ [9]}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 30^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 1 = 178,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 30^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 1,25 = 24,7$$

где

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,25$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{750} \right)^{1,75} = 1$$

$K_r = 1,0$ по таблице справочника;

$K_{uv} = 1,25$ по таблице справочника;

$K_{lv} = 1,0$ по таблице справочника;

$C_v = 9,8$

$q = 0,4$

$y = 0,5$

$m = 0,2$ по таблице справочника;

$T = 50$ мин — период стойкости сверла;

$D = 30$ мм — диаметр сверла;

Определим частоту вращения шпиндельной головки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 24,7}{3,14 \cdot 30} = 262,2 \text{ об/мин}$$

частоту вращения шпинделя принимаем равную 250 об/мин.

Реальная скорость резания составит:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 250}{1000} = 23,6 \text{ м/мин.}$$

Нарезание резьбы G1/2 в сквозном отверстии.

Инструмент:

Метчик с проходным хвостовиком для нарезания метрической резьбы из быстрорежущей стали Р6М5.

Параметры: $D=10$ мм.

Глубина резания: $t = 38$

Подача: $S=2,5$ мм/ об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{CV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,$$

Где K_{MV} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента.

K_{CV} – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

$$C_v = 64,8 \quad q = 1,2, \quad y = 0,5, \quad m = 0,9 \quad T = 90 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{64,8 \cdot 20^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2,5^{0,5}} \cdot 1 = 26 \text{ м/мин}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p$$

$$C_M = 0,0270, \quad y = 1,5, \quad q = 1,4, \quad K_p = K_{MP} = 1$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0270 \cdot 20^{1,4} \cdot 2,5^{1,5} \cdot 1 = 64,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{975} = \frac{64,4 \cdot 414}{9750} = 2,7 \text{ кВт.}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{26 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} = 414 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 355 \text{ об/мин}$,

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{n_\phi \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{355 \cdot 3,14 \cdot 20}{1000} = 22,3 \text{ м/мин}$$

Необходимую мощность оборудования производим по наибольшему значению $M_{кр}$.

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{45,4 \cdot 500}{9750} = 2,3 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя достаточна

Долбежная операция.

Выполняется на долбежном станке 7Д430 со следующими характеристиками:

- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 10

1) Долбление шпоночного паза.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi = 60^\circ$; $\gamma = 10$; $\lambda = 0^\circ$; $R = 1,5 \text{ мм}$

Глубина резания: $t = 2,6 \text{ мм}$,

Подача: $S = 0,2 \text{ мм/дв. ход}$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 0.6 = 0.56$$

$$C_V = 350, x = 0.15, y = 0.2, m = 0.2 \quad T = 40 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{40^{0.2} \cdot 2.6^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 0.56 = 112 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.9$$

$$C_P = 408, x = 0.72, y = 0.8, n = 0$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 408 \cdot 2.6^{0.72} \cdot 0.2^{0.8} \cdot 112^0 \cdot 0.9 = 2046.1 \text{ Н}$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.9$$

$$C_P = 173, x = 0.73, y = 0.67, n = 0$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 173 \cdot 2.6^{0.9} \cdot 0.2^{0.67} \cdot 112^0 \cdot 0.9 = 1058.8 \text{ Н}$$

Расчет мощности:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2046.1 \cdot 112}{1020 \cdot 60} = 3.7 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

Число двойных ходов долбяка в минуту:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{2 \cdot L} = \frac{112 \cdot 1000}{2 \cdot 45} = 1400 \text{ дв.ходов /мин.}$$

Где L – длина хода долбяка.

Круглошлифовальная операция.

Выполняется на круглошлифовальном 3М163В станке со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин: 1260.
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 13
- Шлифование торца.

Инструмент: Шлифовальный круг.

Параметры: Ширина(B) = 25 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга: $V_K=30$ м/с,

Скорость заготовки: $V_3 = 20$ м/мин,

Глубина шлифования: $t=0,005$ мм,

Расчет эффективной мощности:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot b^z$$

где b – ширина шлифования.

$C_N=1,31$, $r=0,5$, $x=0,5$, $z=0,6$.

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot b^z = 1,31 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,005^{0,5} \cdot 240^{0,6} = 11,1 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки.

Выбор спец оснастки и оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономичное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объёма выпуска изделий выбираем специально- подходящие станки.

Выбор приспособления: при разработке технологического процесса обработки заготовки необходимо правильно выбрать спец-приспособления, которые должны способствовать повышению производительности труда, ликвидации предварительной разметки на заготовке и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок даёт ряд преимуществ:

- повышает качество и точность обработки изделия;
- сокращает трудоёмкость обработки заготовки за счёт резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку и закрепление;
- расширяет технологические возможности;

Выбор режущего инструмента: при разработке технологического процесса обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе материала для инструмента необходимо стремиться принимать как можно стандартный инструмент но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущего инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки в машиностроении. Выбор из которого сделан режущий инструмент зависит от формы и размеров как самого инструмента так и материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент выбираем по справочной литературе от метода обрабатываемой детали.

Таблица 1.7 - Выбор оборудования и режущего инструмента по маршруту обработки детали «Обойма зубчатая левая»

№ п/п	№ п	Наименование операции	Оборудование	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
0	1	2	3	4	5
005		Заготовительная			
010	А	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	Резец проходной упорный 2102-0501 Т15К6 ГОСТ 18868-73 Резец расточной 21400060 Т30К4 ГОСТ 18882-73	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,0 ГОСТ 166-89
	Б	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	Резец проходной упорный 2102-0501 Т15К6 ГОСТ 18868-73 Резец расточной 21400060 Т30К4 ГОСТ 18882-73	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,0 ГОСТ 166-89
015		Слесарная	Верстак слесарный	Пневмомашинка ГОС 12633-90	
020	А	Токарно-винторезная с ЧПУ	Токарно-револьверный центр с ЧПУ На OL-1	Головка расточная SECO C4-391.0750-40 резцовая вставка А75040СC1290; пластина СC1204; державка PWLNR2525M06; токарная пластина ССМW09Т308S-MF2-	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,0 ГОСТ 166-89, радиусомер

продолжение табл.1.7

	Б	Токарно-винторезная с ЧПУ	Токарно-револьверный центр с ЧПУ На OL-1	Головка расточная SECO C4-391.0750-40 резцовая вставка A75040CC1290; пластина CC1204; державка PWLNR2525M06; токарная пластина CCMW09T308S-MF2-	Штангенциркул ШЦ-III-250-0,0 ГОСТ 166-89, радиусомер
025		Слесарная	Верстак слесарный	Пневмомашинка ГОСТ 12633-90	
030		Контрольная	Магнофлекс		
035		Вертикально-сверлильная в приспособлении	Вертикально-сверлильный станок 2Н150	Сверло 2301-3555 ГОСТ 10903-77 Зенкер 2320-2578 ГОСТ 12489-71 Развертка 2363-3465 ГОСТ 1672-80	Штангенциркул ШЦ-III-250-0,0 ГОСТ 166-89. Калибр-пробка ГОСТ 16780-71
040		Зубодолбежная	Зубодолбежный полуавтомат 514	Долбяк 2530-0163 ГОСТ 9323-79	ШЦ-III-250-0,1 ГОСТ166-80, шаблон специальный
045		Круглошлифовальная	3М163В	Головка шлифовальная АW30x50 24А 25-Н СТ1 6 КА ГОСТ 244782	Образцы шероховатости
050		Вертикально-сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2Н150	Сверло 2301-3622 ГОСТ 10903-77 Зенкер 2320-2551 ГОСТ 12489-71	Штангенциркул ШЦ-III-250-0,0 ГОСТ 166-89. Калибр-пробка ГОСТ 16780-71

окончание табл.1.7

055		Слесарная	Верстак слесарный	Пневмомашинка ГОС 12633-90	
-----	--	-----------	-------------------	-------------------------------	--

060	Термическая обработка. Твердость HRC 45...50.			
065	Контрольная	Магнофлоркс		
070	Моечная	Моечная машина Rutector UNIX 8		
075	Гальваническая	Ванна		
080	Транспортировка хранение	Стол БТК		

1.9 Расчет норм времени операций технологического процесса.

Технической нормой времени называется время, необходимое для выполнения технологической операции в конкретных производственных условиях. Расчет заработной платы, входящей в себестоимость продукции и сравнение трудоемкости различных операций производится на основании штучно-калькуляционного времени, которое определяется по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз}/n,$$

где $T_{шт}$ — штучное время в минутах;

$T_{пз}$ — подготовительно-заключительное время на партию деталей, оно складывается из времени наладки станка, инструмента и приспособления, а также на получение инструмента и приспособлений до начала сдачи их после окончания обработки;

n — количество деталей в партии.

Количество деталей в партии можно определить исходя из годовой программы выпуска данных деталей $N=5000$, числа дней, на которое необходимо иметь запас деталей на складе $T_y = 30$ и числа рабочих дней в году $\Phi_k = 250$.

$$n = \frac{N}{\Phi_y} \cdot T_y = \frac{5000}{250} \cdot 30 = 600 \text{ шт.}$$

Штучное время определяется следующим образом:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд},$$

где T_o – основное время, в течение которого происходит изменение формы или состояния поверхности обрабатываемой детали;

T_e – вспомогательное время;

T_{mex} – время тех. обслуживания рабочего места;

$T_{орг}$ – время организационного обслуживания работающего места;

$T_{отд}$ – время на личные надобности рабочего.

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = i \frac{L}{n \cdot s} = i \frac{l+l_1+l_2}{n \cdot s}$$

где i – количество переходов в данной операции;

L – глубина резания;

$l_1=4$ и $l_2=2$ - врезание и перебег инструмента

s – подача станка;

n – частота оборотов шпинделя станка.

Техническое нормирование на токарную операцию:

$$T_{ук} = T_{ум} + T_{нз}/n$$

$n = 600$ шт

$T_{нз} = 11,5$ мин – подготовительно-заключительное время обработки на одну деталь (3,5 мин – установить и закрепить деталь в патроне и снять деталь, 4 мин - получить чертеж, технологическую документацию, программноноситель, 2 мин – ознакомиться с чертежом, документацией, 2 мин – инструктаж мастера).

$$T_{ум} = T_o + T_e + T_{mex} + T_{орг} + T_{отд}$$

Вспомогательное время складывается из времени выверки детали в патроне при помощи индикатора (0,9 мин), времени закрепления (1,04 мин), времени на управление станком (1,3 мин)

$$T_e = 0,9 + 1,3 + 1,04 = 3,24 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание рабочего места:

$$T_{mex} = 1,34 \text{ мин}$$

$$T_{\text{омд}} = 2,35 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,21 + 3,24 + 1,34 + 2,35 = 7,14 \text{ мин}$$

$$T_o = \frac{22 \cdot 1}{700 \cdot 0,15} = 0,21 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = 7,14 + 11,5/120 = 7,24 \text{ мин}$$

Техническое нормирование на сверлильную операцию:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{нз}}/n$$

$$n = 600 \text{ шт}$$

$T_{\text{нз}} = 10,4 \text{ мин}$ – подготовительно-заключительное время обработки на одну деталь (4,1 мин – установить и закрепить деталь в специальном приспособлении, 2,3 мин – получить чертеж, технологическую документацию, 2 мин – ознакомиться с чертежом, документацией, 2 мин – инструктаж мастера).

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_e + T_{\text{мех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{омд}}$$

Вспомогательное время складывается из времени выверки детали в приспособлении при помощи индикатора (1,3 мин), времени закрепления (1,24 мин), времени на управление станком (1,1 мин).

$$T_e = 1,3 + 1,24 + 1,1 = 3,65 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание рабочего места:

$$T_{\text{мех}} = 0,85 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{омд}} = 3,14 \text{ мин.}$$

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = i \frac{L}{n \cdot s} = i \frac{l+l_1+l_2}{n \cdot s}$$

$$T_o = 2 \frac{4+4+2}{120 \cdot 0,15} = 1,1 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,1 + 3,65 + 0,85 + 3,14 = 8,74 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шк}} = 8,74 + 10,4/600 = 8,75 \text{ мин.}$$

1.10 Техничко-экономическое обоснование и показатели технологического процесса.

Усовершенствованный технологический процесс предполагает использование новейших достижений в области машиностроения и соответственно более совершенного оборудования и технологической оснастки, что помогло бы повысить производительность труда, качество производимой продукции и сократить время на изготовления готовой продукции, что сделает производство экономически выгодным.

Исходными данными для определения трудоемкости выполнения стандартных, старых базовых операций служат:

- режимы обработки поверхностей детали, которые наряду с протяженностью поверхности определяют величину машинного - основного времени (t_0) [11];
- тип установочно-зажимного приспособления и структура операции, определяющие величину вспомогательного времени (t_B) (на установку, закрепление, раскрепление и снятие заготовки, на время, необходимое на выполнение перехода - изменения, чисел оборотов, подач, смену позиций приспособления, время на измерения обработанных поверхностей) в соответствии с нормативами [12];
- время на техническое и организационное обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) (смену инструмента, вследствие притупления, под наладку станка, чистку и смазку станка, прием и сдачу смены);
- время перерывов на отдых и естественные надобности ($t_{омд}$). Величина $t_{обс}$ и $t_{омд}$ определяется в долях от оперативного времени ($t_{он}$): $t_{он} = t_0 + t_B$; величина подготовительно-заключительного времени ($T_{н.з.}$) - время, затрачиваемое рабочим на ознакомление с предстоящей работой, подготовку и наладку станка, приспособлений и инструментов, а также снятие инструментов и приспособлений по окончании обработки партии деталей, сдача деталей на контроль - величина $T_{н.з.}$ определяется по нормативам [12].

Определим трудоемкость усовершенствованного технологического процесса. Для этого определим основное время для операций точения на токарно-револьверном обрабатывающем центре с ЧПУ Haas ST-10.

Режимы резания n , S для инновационного процесса в нашем случае определяются с помощью инструментального каталога SECO Tools.

Результаты расчетов величины основного времени для нового технологического процесса по операциям точения заносим в таблицу 1.8

Таблица 1.8– Основное время на операции по станку Haas ST-10

№ операции. Переходы	020 Установ	020 Установ Б
Основное время, t_0 , мин	2,1	1,68

Оперативное время: $t_{on} = t_0 + t_B = t_0 + t_{ycm} + t_{nep} + t_{uzm}$,

где $t_{ycm} = 0,45$ мин;

$t_{nep} + t_{uzm} = 0,8$ мин .

$t_{on}^{20^*} = 2,1 + 0,45 + 0,8 = 3,35$ мин;

$t_{on}^{25^*} = 1,68 + 0,45 + 0,8 = 2,93$ мин;

Время на обслуживание: $t_{обс} = \frac{\alpha}{100} \cdot t_{on}$,

где $\alpha = 4\%$ - нормативный коэффициент на обслуживание рабочего места.

$t_{обс}^{20^*} = \frac{\alpha}{100} \cdot t_{on} = \frac{4}{100} \cdot 3,35 = 0,134$ мин;

$t_{обс}^{25^*} = \frac{\alpha}{100} \cdot t_{on} = \frac{4}{100} \cdot 2,93 = 0,117$ мин;

Время на отдых и естественные надобности: $t_{олн} = \frac{\beta}{100} \cdot t_{on}$,

где $\beta = 4\%$ - нормативный коэффициент.

$t_{олн}^{20^*} = t_{обс}^{20^*} = 0,06$ мин;

$t_{олн}^{25^*} = t_{обс}^{25^*} = 0,062$ мин;

Трудоемкость операции на станке: $t_{ум} = t_{он} + t_{обс} + t_{олн}$;

$$t_{ум}^{20*} = t_{он} + t_{обс} + t_{олн} = 3,35 + 0,134 + 0,06 = 3,54 \text{ мин};$$

$$t_{ум}^{25*} = t_{он} + t_{обс} + t_{олн} = 2,93 + 0,117 + 0,062 = 3,11 \text{ мин.}$$

Таблица 1.9 – Трудоемкость операций усовершенствованного технологического процесса

№ оп.	005	010	015	020	025	030	035	040
Трудоемкость $t_{шт}$, мин	45	4,5	2,63	3,54	3,11	3,15	2,45	32,4
№ оп.	045	050	055	060	065	070	075	080
Трудоемкость $t_{шт}$, мин	6,4	0,78	1,12	2,8	5,15	3,2	9,8	4,1
ИТОГО трудоемкость: $\sum t_{шт} = 130,13$ мин								

Из полученных расчетов видно, что разработанный технологический процесс существенно экономичнее различных стандартных базовых вариантов.

Так мы использовали новейшие усовершенствованные технологии новейших достижений в области машиностроения, что несомненно повысило производительность труда и сделало более экономически выгодным производство.

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Проектирование специального станочного
приспособления

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.

Требуется спроектировать станочное приспособление для операции сверления отверстий Ø30H7 мм на вертикально-сверлильном станке модели 2Н150 в условиях крупносерийного производства.

Наиболее целесообразно в данном случае использовать спиральное сверло с цилиндрическим хвостовиком, зенкер и развертку. Таким образом, достигается заданная шероховатость поверхности.

Кондуктор - одна из разновидностей станочных приспособлений, применяемая при обработке отверстий на сверлильном станке. Направляющие втулки определяют положение режущего инструмента относительно корпуса, следовательно, относительно обрабатываемой детали. Положение оси отверстия каждой втулки отвечает положению оси отверстия в детали, а диаметр отверстия втулки соответствует диаметру инструмента.

Использование кондуктора исключает операцию разметки и позволяет вести обработку одновременно двух и более отверстий, повышает производительность труда. Конструкция приспособления зависит от размеров, числа отверстий, их расположения, формы и назначения детали. С целью снижения стоимости изготовления проводится широкая нормализация деталей и основных узлов.

2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.

В условиях крупносерийного производства к конструкциям приспособлений и их приводов предъявляются различные требования, в зависимости от которых определяется степень специализации приспособления, уровень их механизации. Помимо общих требований – точность, жесткость, компактность – главная задача при конструировании приспособления сводится к максимальной механизации и автоматизации с целью повышения точности обработки, производительности и облегчения труда станочника.

Выбирая схему приспособления нужно учитывать максимальное использование нормативных сборочных единиц и конструкций, а также

обеспечение наименьшей величины времени на установку и закрепление обрабатываемых деталей при достижении требуемой точности обработки.

Для выполнения отверстий $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$ детали «Обойма зубчатая левая» спроектируем приспособление на вертикально-сверлильный станок, которое позволит точно и быстро производить механическую обработку, сократить время за закрепление и переустановку детали.

Ознакомившись с возможными вариантами закрепления данной детали, выбираем следующую конструкцию приспособления.

2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров

Разработку спец-приспособления выполняем в соответствии с общими рекомендациями, как было описано выше.

На основе составленной схемы базирования, которыми деталь должна опираться на установочные элементы, вычерчиваем выбранные по ГОСТ опорные элементы. Втулки кондукторные выбираем по ГОСТ 18431-73. Остальные стандартные элементы и посадки соединений также выбираем из ГОСТ.

При конструировании учитываем зажимные усилия, выбранные при силовом расчете.

Для вертикально-сверлильного станка при установке спец-приспособления на стол необходимо лишь совместить инструмент с осью кондукторной втулки. Затем закрепить приспособление при помощи зажимного устройства.

Важным условием работоспособности спец-приспособления является возможность легко удалить стружку из зоны обработки детали. Особенно тщательно следует очищать поверхность опорных элементов, поэтому к ним должен быть обеспечен свободный доступ. В разработанном спец-приспособлении такая возможность существует.

2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления.

Выполним силовой расчет приспособления.

Находим глубину резания

$$t = \frac{1}{2} \cdot D$$

$$t = \frac{1}{2} \cdot 30 = 15 \text{ мм}$$

Подача при сверлении $s=0,2\dots0,23$ мм/об для материала заготовки – сталь 45, материала инструмента – сталь быстрорежущая, у станка имеется подача 0,2, принимаем подачу равной 0,4мм/об.

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

где $C_M=0.0345$

$q=2$ по таблице [3]

$y=0.8$ по таблице [3]

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0.75} = 0,845 \text{ — поправочный коэффициент, учитывающий}$$

влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$$\sigma_B = 600$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 30^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,845 = 72,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 30^{0,40}}{90^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,25 = 42,64$$

где

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 0.74 \cdot 0.34 \cdot 1.5 = 0.38$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 1,25$$

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{600} \right)^{1,75} = 1,478 \text{ по таблице 1 [3],}$$

$$K_{\Gamma} = 1,0 \text{ по таблице 2 [3];}$$

$$K_{mv} = 1,25 \text{ по таблице 6 [3];}$$

$$K_{lv} = 1,0 \text{ по таблице 31 [3];}$$

$$C_v = 7,0$$

$$q = 0,40 \quad [3]$$

$$y = 0,7$$

$$m = 0,2$$

$T=90$ мин — период стойкости сверла;

$D=30$ мм — диаметр сверла;

Определим частоту вращения шпиндельной головки по формуле, об/мин:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 42,64}{3,14 \cdot 30} = 754,4$$

Частоту вращения шпинделя принимаем равную 300, которую может позволить станок.

Реальная скорость резания составит:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 300}{1000} = 28,26 \text{ м / мин}$$

Мощность резания (эффективная) определяется по формуле, кВт:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}$$

$$N_e = \frac{72,4 \cdot 300}{9750} = 2,23$$

Осевая сила находится по формуле:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot s^y \cdot D^q \cdot K_p$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot s^y \cdot D^q \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 30 \cdot 1,182 = 7816 \text{ Н}$$

$$C_p = 68$$

$$q = 1,0$$

$$y = 0,7$$

При разработки своего спец приспособления силу зажима P_z определяем из расчётов и всех сил резания, трения, реакции в опорах. В случае необходимости меняем схему зажима, режимы резания и т.д. При расчетах силы зажима учитываем силу зажимного механизма.

При расчете учитываем коэффициент запаса – K_z , поскольку при обработке заготовки возникают силы колебания и моментов резания. Величина этого коэффициента находится в пределах от 2...3, в зависимости от конкретных условий обработки.

$$K_z = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Значение коэффициента K_z выбираем в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Эта величина состоит из коэффициентов, каждый из которых представляет определённое числовое значение:

$K_0 = 2$ – коэффициент запаса [2, с.85].

$K_1 = 1,2$ – коэффициент, зависящий от состояния поверхностного слоя заготовок [2, с.85].

$K_2 = 1$ – коэффициент, учитывающий затупления режущего инструмента. Принимаем в зависимости от обрабатываемого материала и метода обработки [2, с.85].

$K_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий рывки при резании; [2, с.85].

$K_4 = 1$ – коэффициент, учитывающий силу развиваемого зажимного механизма [2, с.85].

$K_5 = 1$ – коэффициент, учитывающий крутящий момент стремящийся повернуть заготовку.

$K_6 = 1$ – коэффициент, характеризующий установку заготовки [2, с.85].

Если $K_3 < 2,5$, то при расчете надежности закрепления ее следует принять равным $K_3 = 2,5$.

$$K_3 = 2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,4;$$

Принимаем результаты расчета $K_3=2,4$, округляем $= 2,5$.

Величину необходимого зажимного усилия определяем на основе решения задачи статики, рассматривая равновесие заготовки под действием приложенных к ней сил. Для этого составляем расчетную схему и вычерчиваю эскиз (рис.2.1). На схеме базирования заготовки все действующие на неё силы: силы и моменты резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта заготовки с опорными и зажимными элементами.

По расчетной схеме определяю направления возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания, определяю величину проекций всех сил на направление перемещения и составляю уравнения сил моментов:

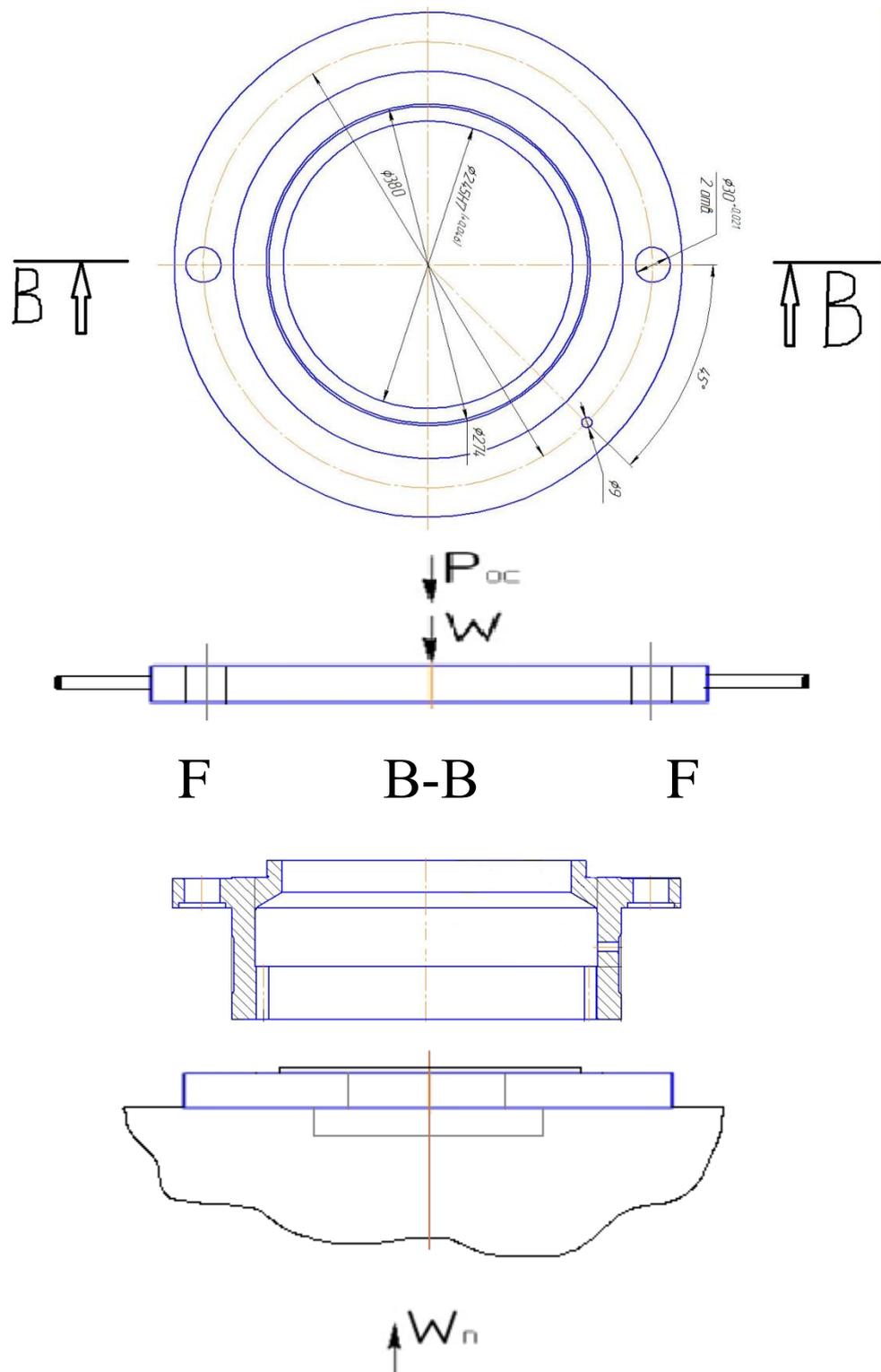


Рисунок 2.1 - Условная расчетная схема кондуктора.

где P_{oc} – осевая сила;

W – усилие зажима;

f – коэффициент трения;

$W_{\text{п}}$ – реакция осевой силы;

Действующие на заготовку силы и моменты резания можно рассчитать по формулам, приводимым в справочниках и нормативах по режимам резания применительно к определенному виду обработки.

$M_{\text{кр}} = 72,4 \text{ Нм}$; $P_{\text{ос}} = 7816 \text{ Н}$; $f_1 = f_2 = 0,2$.

Смотреть выше в расчетах.

$$W = \frac{3K * M_{\text{кр}} * (D_2 - d_2)}{f(D_3 - d_3)} = \frac{3 * 2,5 * (0,004)}{0,2 * (0,0029)} = 3744 \text{ Н}$$

2.5 Выбор привода зажимного устройства.

В спроектированном приспособлении для обработки отверстий применяется пневмопривод.

Преимущества и недостатки пневмоцилиндра.

В современных производствах, и в частности в системах автоматизированных процессов, наряду с гидравликой применяются пневматика (пневмоприводы), основанные на использовании в качестве рабочей силы сжатого или разряженного воздуха.

С помощью пневматических устройств (приводов) решаются сложные задачи по автоматизации управления машин и производственных процессов. Применение их имеет преимущества в тех случаях, когда требуется осуществить быстрые перемещения выхода, а также когда применение гидравлических приводов с масляной рабочей средой недопустимо по требованиям пожарной безопасности, как это имеет место в угольных шахтах и в ряде химических производств.

К основным преимуществам пневматических устройств относятся относительная простота конструкции и эксплуатационного обслуживания обусловленные одноканальным питанием исполнительных пневмомеханизмов

(отработавший воздух выпускается непосредственно в атмосферу без отводящих трубопроводов), а следовательно, низкая стоимость и быстрая окупаемость затрат; надежность работы в широком диапазоне температуры, высокой влажности и запыленности окружающей среды; пожаро- и взрывобезопасность; большой срок службы, достигающий 10 000—20 000 ч (10—50 млн. циклов); высокая скорость перемещения выходного звена пневматических исполнительных устройств (линейного до 15 м/с, вращательного до 100 000 об/мин); легкость получения и относительная простота передачи энергоносителя (сжатого воздуха), возможность снабжения им большого количества потребителей от одного источника; отсутствие необходимости в защитных устройствах при перегрузке (пневмодвигатели могут быть заторможены до полной остановки без опасности повреждения и могут оставаться под нагрузкой практически без потребления энергии).

Наряду с положительными качествами пневмосистемы обладают рядом недостатков, вытекающих из природы рабочей среды — воздуха. Воздух обладает высокой сжимаемостью, ввиду чего он при сжатии накапливает энергию, которая при известных условиях может превратиться в кинетическую энергию движущихся масс и вызвать ударные нагрузки.

Вследствие этого пневматические силовые системы не обеспечивают без специальных дополнительных средств необходимой плавности и точности хода. Сжимаемость воздуха в пневмосистемах исключает возможность непосредственной фиксации органов управления в заданных промежуточных положениях. В равной мере в пневмоприводе затруднительно получение при переменной нагрузке равномерной и стабильной скорости. Помимо этого пневмоприводы имеют, как правило, более низкий КПД в сравнении с гидроприводами, а также требуют применения смазочных устройств.

Сжатый воздух для питания пневмосистем обычно вырабатывается компрессорами, обслуживающими пневмомашину всего предприятия либо определенную их группу.

2.6 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

К спроектированному приспособлению предъявляются следующие технические требования:

- 1.* Размеры подлежащие контролю 1 раз в 3 месяца.
2. Усилие пневмоцилиндра 3744 Н при давлении сжатого воздуха 2,25 МПа.
3. Маркировать: шифр приспособления, шифр детали, порядковый номер и дату изготовления.

* - смотреть рис.2.2.

2.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления.

Приспособление состоит из корпуса 7, который устанавливается на стол станка. Внутри корпуса расположен пневмоцилиндр 3, который устанавливается на основание 6. Основание крепится к корпусу болтами 4. Перемещение поршня пневмоцилиндра при зажиме и отжиме заготовки производится сжатым воздухом, который подводится к пневмоцилиндру через специальную полость.

Приспособление работает следующим образом. Обрабатываемая заготовка устанавливается на постоянную опору (центровик) 2 так, чтобы оси просверливаемых отверстий расположились вертикально, соответственно направлению рабочей подачи сверла. После закрепления в таком положении на заготовку устанавливают накладной кондуктор 11. В накладном кондукторе имеются отверстия, в которые запрессованы кондукторные втулки 13. Сверху накладной кондуктор поджимается быстросменной шайбой 1 и гайкой 14. Далее идет зажим подачей штока пневмоцилиндра. В кондукторе предусмотрены рукоятки 12. Для снятия приспособления со стола станка на поверхности корпуса имеются рем-болты 8.

Таким образом, при использовании данного приспособления достигается максимальный эффект обработки отверстий.

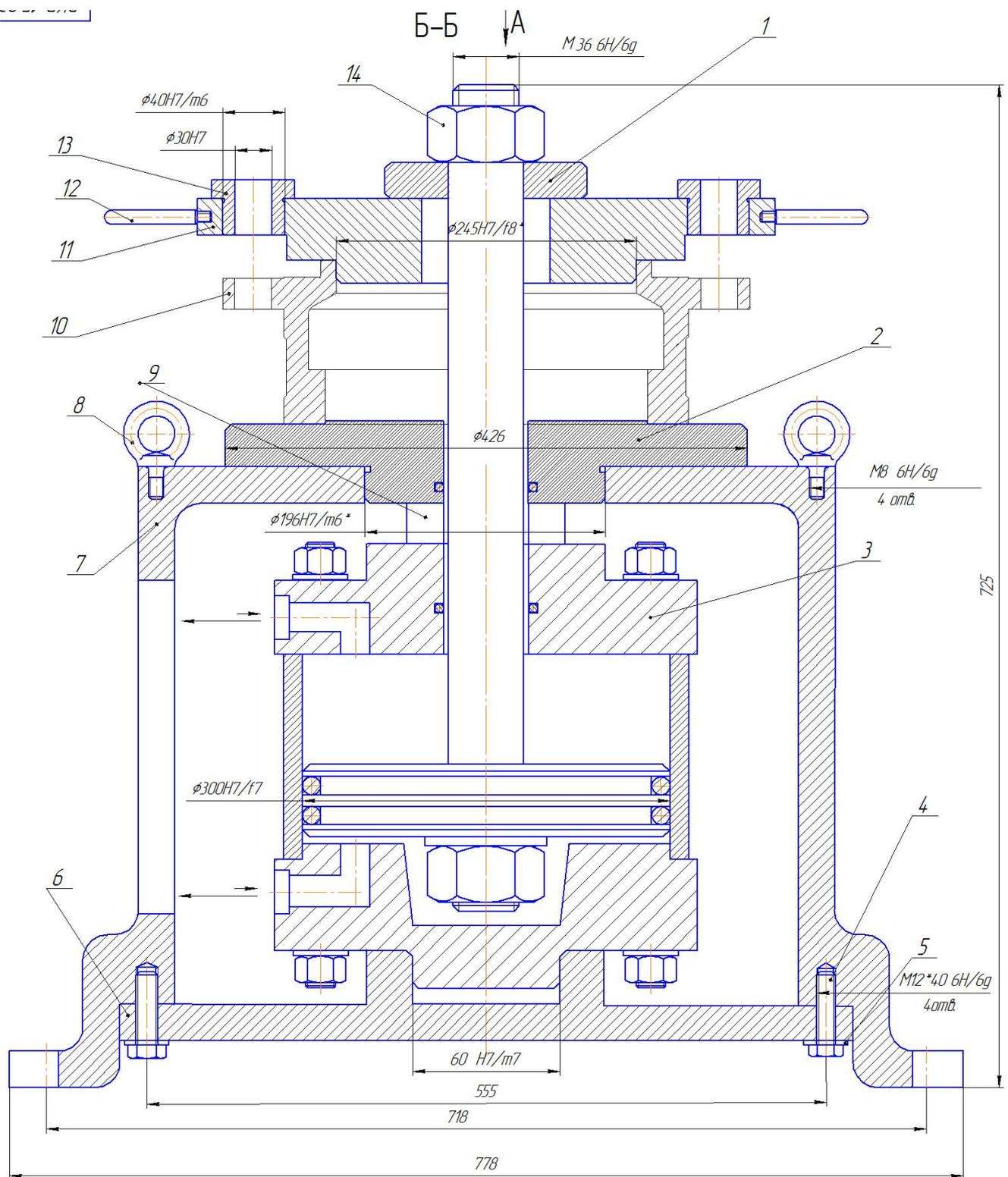


Рисунок 2.2 - Общий вид приспособления для сверления отверстий

2.8 Расчет приспособления на точность.

Общая погрешность и последующие находим по формулам из справочников литературы : (6 стр.106).

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{ПР}}^2}, \text{ мм}$$

Находим погрешность базирования

$$\varepsilon = \frac{\delta}{2} + x$$

где x – радиальное биение, в нашем случае примем равным 0, так как не задано по условию.

$$\varepsilon = \frac{0,21}{2} + 0 = 0,105 \text{ мм} = 105 \text{ мкм}$$

Находим погрешность закрепления

$$\varepsilon_3 = \sqrt{(\varepsilon_3' + \varepsilon_3''')^2 + \varepsilon_3''^2}$$

где ε_3' - погрешность закрепления из-за непостоянства силы зажима;

ε_3'' - погрешность закрепления из-за неоднородности шероховатости и твердости поверхностного слоя заготовки;

ε_3''' - дополнительная составляющая погрешность закрепления из-за смещения заготовки.

ε_3' и ε_3''' являются функциями зажимной силы. А т.к. при использовании пневматических и гидравлических зажимных механизмов прямого действия колебания зажимной силы незначительны, то в данном случае $\varepsilon_3' + \varepsilon_3'''$ можно принять равным нулю.

Пусть качество базовых поверхностей заготовок однородно. Тогда $\varepsilon_3'' = 0$, а значит и $\varepsilon_3 = 0$ мм.

Находим погрешность положения заготовки:

$$\varepsilon_{\text{ПР}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{УС}}^2 + \varepsilon_{\text{И}}^2 + \varepsilon_{\text{С}}^2}$$

где ε_{yc} – погрешность при изготовлении и сборке приспособления. Т.к. приспособление одно, то $\varepsilon_{yc} = 0$ – устраняется настройкой станка;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность, вызванная износом установочных элементов приспособления;

$$\varepsilon_{и} = \beta\sqrt{N}, \text{ мкм}$$

где β – постоянная, зависящая от опор и условий соприкосновения, $\beta = 0,3 - 0,8$.

Примем $\beta = 0,8$.

N – количество соприкосновений заготовки с опорой.

$$\varepsilon_{и} = 0,8\sqrt{3000} = 43,8 \text{ мкм}$$

ε_c – погрешность установки приспособы на станок, $\varepsilon_c = 0,1 - 0,2$ мм. Примем $\varepsilon_c = 0,02$ мм = 20 мкм,

$$\varepsilon_{пп} = \sqrt{0^2 + 43,8^2 + 20^2} = 48 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{105^2 + 0^2 + 48^2} = 116 \text{ мкм.}$$

Т.к. технологический допуск на выполняемый размер равен 210 мкм и существенно больше общей погрешности $\varepsilon_{доп} > \varepsilon_{общ}$, т.е. $210 > 116$ - спроектированное приспособление (кондуктор) обеспечивает требуемую точность получения отверстий $\text{Ø}30\text{H}7$.

2.9 Расчет экономической эффективности.

Элементы себестоимости обработки определяют по формулам:

$$C_a = Z_a \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S_a}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

$$C_b = Z_b \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S_b}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

Где C_a , C_b - себестоимости обработки при использовании проектируемого (C_a) и базового (C_b) приспособлений, руб.

Z_a , Z_b - штучная заработная плата станочника при использовании нового и старого приспособлений для сверления, руб;

H – цеховые накладные расходы в % к заработной плате рабочих; $H = 90$

S_a , S_b – затраты на изготовление приспособления

q - годовые доходы; q_a=20% от S_a, руб.

q_б=20% от S_б, руб.

П - годовая программа выпуска деталей, П=5000 шт.

А - срок амортизации приспособления в течении которого его используют для изготовления деталей; для простых и средней сложности приспособлений А = 1,2.....3

$$З = \frac{t_{шт} \cdot T_{ст}}{60};$$

где t_{шт} - основное время обработки детали;

T_{ст} - часовая тарифная ставка станочника соответствующего разряда, T_{ст} = 502 руб/час

$$t_{шт} = T_0 + \varphi_k,$$

T₀ – основное время; T₀ = 0,55 мин.

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_{шт} = 0,55 * 1,72 = 0,95$$

$$З = \frac{0,95 \cdot 502 \cdot 1,35}{60} = 10,7 \text{ руб}$$

$$S = C * N$$

где С- постоянная, зависящая от сложности приспособления и его габаритов. Для простого приспособления С=150, для сложного С=300

N- количество деталей в приспособлении, N=7 шт.

$$S_a = 150 \cdot 7 = 1050 \text{ руб}$$

$$S_b = 300 \cdot 7 = 2100 \text{ руб}$$

$$q_a = 1050 * 20\% = 210 \text{ руб}$$

$$q_b = 2100 * 20\% = 420 \text{ руб}$$

$$C_a = 10,7 \left(1 + \frac{90}{100} \right) + \frac{1050}{15000} \left(\frac{1}{2} + \frac{210}{100} \right) = 20,85 \text{ руб}$$

$$C_b = 10,7 \left(1 + \frac{90}{100} \right) + \frac{2100}{15000} \left(\frac{1}{2} + \frac{420}{100} \right) = 22,3 \text{ руб}$$

Экономический эффект от применения приспособления составляет:

$$\mathcal{E} = (C_a - C_b) * П$$

$$\Xi = (22,3 - 20,85) * 15000 = 21750 \text{ руб.}$$

2.10 Проектирование технологии сборки приспособления.

2.10.1 Разработка технологической схемы сборки

Последовательность общей сборки изделия определяется его конструктивными особенностями и заложенными в конструкции методами получения требуемой точности. Форма организации сборочного процесса оказывает меньшее влияние на последовательность сборки изделия.

Базирующей деталью в конструкции пневмопривода, обеспечивающей необходимое относительное положение остальных деталей и сборочных единиц, является корпус. Следовательно, сборку пневмопривода следует начинать с установки корпуса на сборочном стенде. После установки корпуса на него последовательно устанавливаются все сборочные единицы и детали.

Последовательность сборки изделия изображаем в виде технологической схемы сборки. Она показывает структуру и порядок комплектования изделия и его составных частей.

На основе изучения назначения пневмопривода, его сборочного и рабочих чертежей и намеченного объема выпуска выбираем организационную форму сборки - стационарную сборку с расчленением работ, которая предполагает деление процесса на узловую сборку и общую сборку пневмопривода. При этом сборку каждой группы и общую сборку пневмопривода выполняют в одно и то же время несколько сборщиков. Базовая деталь при общей сборке – корпус 3, при узловой – шток .

Рабочие места должны быть оборудованы стендами сборки, стендами-накопителями, монтажно-сборочными и контрольно-измерительными инструментами, транспортными средствами (рольганг, тележки).

2.10.2 Разработка маршрутного технологического процесса сборки

Разработка технологического процесса сборки включает: 1) выбор метода сборки; 2) разбивку изделия на сборочные группы и подгруппы; 3) определение содержания сборочных операций и установление наиболее рациональной последовательности их выполнения; 4) установление режимов сборки и норм времени на выполнение сборочных операций; 5) составление задания на конструирование необходимого инструмента, приспособлений и оборудования; 6) назначение технических условий на сборку элементов и общую сборку изделия по операциям; 7) выбор методов и средств технического контроля; 8) определение рациональных способов транспортирования, подбор и проектирование транспортных средств; 9) проектирование технологической планировки сборочного цеха; 10) составление и оформление технической документации.

Разработка технологического процесса сборки начинается с составления схемы сборочных элементов изделия, которая является графическим изображением последовательности соединения деталей между собой; она же позволяет расчленить сборку на узловую и общую. Схема сборочных элементов изделия, дополненная технологическими указаниями об особенностях сборки и контроля, превращается в технологическую схему сборки.

Разработка технологического процесса сборки начинается с изучения служебного назначения и конструкции изделия, условий работы и технических условий его приемки. Глубина разработки процесса сборки предопределяется типом производства и размером годового выпуска. При большом выпуске процесс сборки разрабатывается детально с возможно полной дифференциацией сборочных операций.

Разработка технологического процесса сборки производится поэтапно на основе стандартов ЕСТД и других в соответствующей последовательности.

Разработка технологического процесса сборки машин является частью технологической подготовки машиностроительного производства. Главными принципами проектирования процессов сборки являются обеспечение высокого

качества изделий, достижение наибольшей производительности и экономичности процесса на основе возможно более широкого применения механизации и автоматизации сборочных работ. Как уже отмечалось, технический и организационный уровень сборки в значительной мере определяют надежность и долговечность машины.

Разработка технологического процесса сборки конструкций тесно связана с выбором рациональных типов имеющихся в цехе приспособлений и проектированием новых приспособлений и кондукторов в зависимости от особенностей изделия и принятого метода сварки.

Разработку технологического процесса сборки начинают с изучения конструкции собираемого объекта, условий его работы и технических условий его приемки. Изучение конструкции целесообразно совмещать с технологическим контролем сборочного чертежа.

Разработке технологического процесса сборки машин должна предшествовать своевременная работа технологов в конструкторском отделе над технологичностью всей структуры.

Структура разработки технологического процесса сборки определяется типом производства и размером годового выпуска. При малых выпусках изделий разработка процесса сборки представляет собой лишь общую наметку сборочных операций. При большом выпуске процесс сборки разрабатывается детально с возможно полной дифференциацией сборочных операций. Технологию необходимо знать условия, в которых будет выполняться разработанный технологический процесс сборки.

Целью разработки технологического процесса сборки машины является либо описание последовательности проведения сборочных операций для инструктажа рабочего-сборщика, либо получение сходных данных для проведения дальнейших этапов проектирования или других работ по сборочному цеху.