

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**

**Инженерно – технологический факультет
Кафедра «Технологические машины и оборудования»**

Допущено к защите
Декан факультета

«__» _____ 2015 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА**

выпускника направления «Технологические машины и оборудования»

Алимов Шохрухбек Бахтияр угли

На тему «Разработка технологического процесса механической обработки
детали «Втулка разрезная»

Выпускник :

Ш.АЛИМОВ
(фамилия, имя)

(подпись)

Научный руководитель:

доц.Х.Нажмиддинов
(фамилия, имя)

(подпись)

Зав.кафедрой: доц.

А.Обидов
(фамилия, имя)

(подпись)

Наманган - 2015 г.

Оглавление

Введение.....	3
1. Общая часть.....	5
1.1 Служебное назначение и конструкция детали.....	5
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	7
1.3 Определение типа и организационной формы производства.....	8
1.4 Выбор метода получения исходной заготовки.....	9
2. Технологическая часть.....	13
2.1 Выбор технологических баз и обоснование выбора технологического процесса.....	13
2.2 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	17
2.3 Расчет и назначение припусков на механическую обработку.....	21
2.4 Расчет режимов резания.....	25
2.5. Назначение режимов резания.....	39
2.6 Техническое нормирование операций технологического процесса.....	47
3. Конструкторская часть.....	62
3.1. Проектирование контрольно-измерительного приспособления.....	62
3.2. Конструкция и принцип действия приспособления.....	63
4. Охрана труда.....	64
4.1. Принципы безопасности для металлорежущих станков.....	64
5.Экономическая часть.....	72
Выводы и рекомендации.....	76
Использованная литература.....	77

ВВЕДЕНИЕ

В докладе Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2011 году и важнейшим приоритетам экономической программы на 2012 год «2012 год станет годом поднятия на новый уровень развития нашей Родины» отмечено, что в истекшем году большой внимание уделялось проведению активной инвестиционной политики направленной на ускорение модернизации, технического и технологического перевооружения действующих и создание новых, современных, высокотехнологичных производств [1].

Выпускная квалификационная работа является большой самостоятельной работой будущего инженера, направленной на решение конкретных задач при проектировании технологических процессов. Выполнение выпускной квалификационной работы по технологии машиностроения служит комплексной проверкой подготовки студента к самостоятельной работе.

Машиностроение — ведущая отрасль промышленности. То есть, можно сказать, что экономика всей страны напрямую зависит от состояния данного промышленного комплекса. Машиностроительный комплекс отличается широким развитием межотраслевых и внутриотраслевых связей, основанных в значительной мере на производственном кооперировании. Его связи с другими межотраслевыми комплексами служат одним из важнейших условий функционирования хозяйства страны в целом.

Это обусловлено в первую очередь тем, что машиностроение:

- 1) создает машины и оборудование, используемое в других отраслях и, тем самым, создает условия для развития всех других отраслей промышленности;
- 2) является крупнейшим потребителем продукции черной и цветной металлургии, а также целого ряда других отраслей;
- 3) обеспечивает занятость довольно большой доли трудовых ресурсов;

- 4) выступает как районообразующий фактор;
- 5) является отражением степени развития производительных сил в регионе;
- б) дает существенный толчок развитию прогрессивных технологий.

Выпуская орудия труда, он реализует достижения научно-технического прогресса, обеспечивает комплексную механизацию и автоматизацию производства. На него приходится более 1/4 стоимости промышленно-производственных основных фондов и около 1/5 объема выпускаемой промышленностью продукции.

Спад производства в машиностроительном комплексе, происшедший при переходе к рыночной экономике охватил, прежде всего, те отрасли, которые дают преимущественно технологическое оборудование для хозяйства. В то же время машиностроительный комплекс обладает необходимым производственным потенциалом для выпуска автомобилей, строительного-дорожного и подъемно-транспортных машин, горнорудного и металлургического оборудования. Машиностроение представляет собой самую сложную и дифференцированную отрасль промышленности. В зависимости от целевого назначения выпускаемой продукции оно делится на энергетическое, транспортное, сельскохозяйственное, строительное-дорожное, производство технологического оборудования для промышленности и другие группы. Каждая из них, в свою очередь, состоит из нескольких отраслей. Особое место принадлежит машиностроению для текстильной и легкой промышленности.

Технология машиностроения - является ведущей отраслью промышленности. В настоящее время основная задача промышленности заключается в расширении и совершенствовании индустриальной базы развития экономики, в повышении технического уровня и эффективности производства, его рентабельности, организации, мобильности, экономии производственных и трудовых ресурсов, улучшении качества продукции.

Технологический процесс в машиностроении характеризуется

непрерывным совершенствованием конструкции и технологии изготовления машин. Задача машиностроения состоит в том, чтобы основной прирост продукции получать за счет увеличения производительности труда.

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства, нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемирного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающие решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Очень большое значение для общего технического уровня промышленных предприятий и развития технологии машиностроения является создание систематизированной и упорядоченной технологической документации и повышения качества выпускаемой продукции.

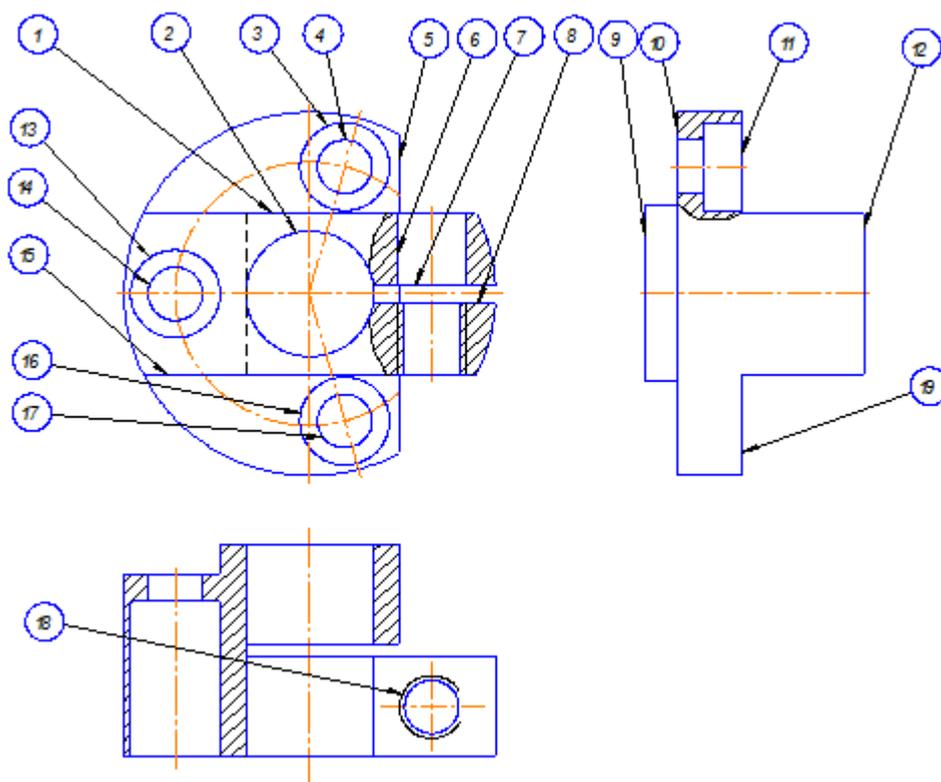
Основным содержанием проекта является разработка нового более прогрессивного технологического процесса механической обработки детали втулка разрезная. В проекте рассматриваются вопросы выбора заготовки, оборудования, расчет и проектирование технологической оснастки, назначения технологических баз, расчёт режимов резания и технического нормирования.

Основная задача заключается в том, чтобы при работе над данным курсовым проектом проследить усовершенствование технологического процесса, организации и экономии производства и также технологически незаменимых приспособлений для операций требующих этого. Наряду с этим курсовое проектирование должно научить студента пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами, нормативными документами и расценками, умело, сочетая справочные данные с теоретическими знаниями, полученными в процессе изучения курса.

1. Общая часть

1.1 Служебное назначение и конструкция детали

Согласно чертежа, данная деталь - «Втулка разрезная» представляет собой тело вращения типа «фланца». Предназначена для соединения корпуса механизма с подводимым тсумопроводом.



Габаритные размеры детали 68×116 мм. Деталь имеет два отверстия 2 $\varnothing 40H7$ с шероховатостью $Ra=0,8$, в направлении главной оси детали. Имеются 3 крепёжных отверстия, с выточкой под головку болта: на торце 10 имеются 3 отверстия 4, 14, 17 $\varnothing 17H14$, на торце 11 и на торце 19 выточки 3 и 16 $\varnothing 28H14$, а также на торце 12 выточка 16 $\varnothing 28H9$ с шероховатостью $Ra=0,8$. На поверхности 1 имеется отверстие 6 $\varnothing 21h14$, а на поверхности 8 имеется резьба 18 M20 - 7H, они служат для фиксации втулки с подводимым тсумопроводом.

Имеются лыски:

- 5 – служит для угловой ориентации детали в узле;

- 1 и 14 – выполненные от оси симметрии на расстоянии 26мм, по h14.
- Наиболее точными поверхностями являются:
- $\varnothing 56f7$ с шероховатостью $Ra=0,8$, на длине 10мм от торца детали 10;
 - торец 11, так как радиальное биение торца относительно $\varnothing 40H7$ не должно превышать 0,03мм;
 - $\varnothing 28H9$ с шероховатостью $Ra = 0,8$ - не параллельность с осью отверстия $\varnothing 40H7$ не должно превышать 0,08 мм.

На детали также имеются два несквозных паза шириной 4 и 6 мм.

Втулка изготовлена из *Сталь 45* по ГОСТ 1050 – 88. Данная марка стали применяется для изготовления деталей типа: вал - шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.

Химические свойства стали *Сталь 45* приведены в таблице 1, а физико-механические свойства в таблице 2.

Заменители: Сталь 50, Сталь 50Г2, Сталь 40Х.

Таблица 1.

Химический состав % ГОСТ 1050 – 88.

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
					Не более	
0,40 – 0,50	0,17 – 0,37	0,50 – 0,80	0,30	0,30	0,045	0,045

Таблица 2.

Физико-механические свойства ГОСТ 1050-88.

σ_T	σ_B	δ_5	ψ	$a_{н\tau}$	НВ, не более	
МПа		%		Дж/см ²	горячее-катанной	отожженной
не менее						
360	610	16	40	50	241	197

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции детали, сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными методами. Таким образом, улучшение технологичности конструкции детали позволяет снизить себестоимость ее изготовления без ущерба для служебного назначения.

Деталь – «Втулка разрезная», изготавливается из *Стали 45* по ГОСТ 1050-88. Форма детали вызовет незначительные трудности при получении заготовки.

Мало технологичными в данной конструкции являются:

- наружная поверхность, диаметром $\varnothing 56f7$. Эта поверхность должны быть выполнены в пределах указанных отклонений, а также торцевое радиальное биение не должно превышать 0,03 мм относительно внутреннего диаметра;
- отверстие, диаметром $\varnothing 40H7$ и Ra0.8. Эту поверхность, с заданной точностью и шероховатостью, невозможно получить на станках токарной группы, необходимо вводить в технологический процесс дополнительной операции – шлифовальной;
- отверстие диаметром $\varnothing 28H9$. Это отверстие должно быть выполнено в пределах допуска на размер и допуска на не параллельность с внутренним диаметром не превышающего 0,08 мм;
- пазы, шириной 4 и 6 мм отличаются большой глубиной и не имеют

сквозного выхода к противоположной поверхности детали.

Вывод: деталь мало технологична.

1.3 Определение типа и организационной формы производства

Тип производства на данном этапе проектирования определяется ориентировочно в зависимости от массы детали и годовой программы выпуска, используя таблицу 4 [1].

При массе детали 2,02 кг и годовой программе выпуска 4800 шт/год тип производства является серийным.

Скорректируем выбранный тип производства определив коэффициент серийности.

$$K_C = \frac{t_e}{T_{шт.ср.}}$$

где: t_e – величина такта выпуска, мин/шт.

$$t_e = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \text{ мин / шт}$$

где: F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования.

$$F_d = 4029 \text{ ч.}$$

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$N=4800 \text{ шт.}$$

$T_{шт.ср.}$ – среднее штучное время.

$$T_{шт.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт. i}}{n}, \text{ мин}$$

$$T_{шт.ср.} = \frac{4,67+1,54+6,96+2,70+4,46+1,91+1,98+1,23+2,89+1,21}{10} = 2,95 \text{ мин}$$

$$t_e = \frac{4029 \cdot 60}{4800} = 50,36 \text{ мин / шт}$$

$$K_C = \frac{50,36}{2,95} = 17,1$$

Так как коэффициент серийности $K_C < 20$, то производство – серийное.

Расчет количества деталей в партии

Количество деталей в партии запуска n рассчитывается по формуле:

$$g = (N \cdot a) / F$$

где N – годовая программа выпуска 4800 шт.;

a – периодичность выпуска в днях;

F – число рабочих дней, в году 254 дня.

Рекомендуемое значение a - 3;6;12;24 [6 стр.23], принимаем $a=12$.

$$g = (4800 \cdot 12) / 254 = 227 \text{ шт.}$$

1.4 Выбор метода получения заготовки

Разбиваем заготовку на простые фигуры и определяем объём и массу:

Таблица 3

Прокат	Штамповка
$M_3 = 6,2 \text{ кг}$	$m_3 = 3,4 \text{ кг}$
$m_q = 2,02 \text{ кг}$	$m_q = 2,02 \text{ кг}$

По стоимости:

Для проката

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \frac{S_{отх}}{1000};$$

где: M – затраты на материал исходной заготовки,

Q – масса заготовки, кг;

S – цена 1 кг материала заготовки, сум;

q – масса готовой детали, кг;

$S_{отх}$ – цена 1т отходов, сум.

$$M = 6,2 \cdot 0,17 - (6,2 - 2,02) \frac{26}{1000} = 9450 \text{ сум};$$

Для штамповки

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_e \cdot K_m \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \text{ сум.},$$

где C_i – базовая стоимость 1т заготовок, в сумлях;
 $K_T, K_C, K_B, K_M, K_{II}$ – коэффициенты, зависимые от класса точности,
 группы сложности, массы, марки материала и объёма производства;

Q – масса заготовки, кг;

q - масса готовой детали, кг;

$S_{отх}$ – цена 1т отходов, сум.

$K_T = 1$ - нормальной точности;

$K_M = 1$ - Сталь 45;

$K_C = 0,84$ - 2-я группа сложности;

$K_B = 1$ - масса штамповки до 4 кг;

$K_{II} = 1$ - от объёма производства.

$$S_{заг} = \left(\frac{373}{1000} \cdot 3,4 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (3,4 - 2,02) \cdot \frac{26}{1000} = 1029 \text{ сум}$$

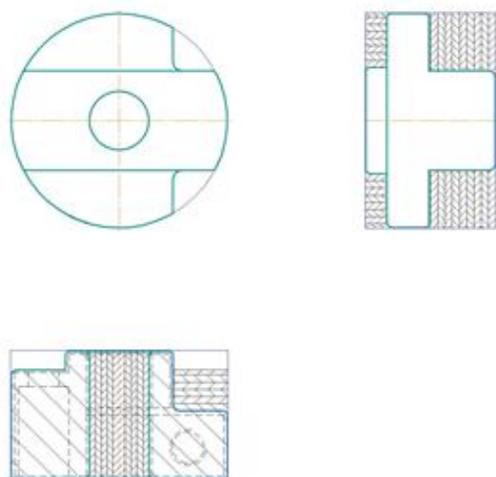


Схема для определения дополнительных переходов для получения заготовки

$$n_x = \frac{d_{проката} - d_i}{2 \cdot t_{пр}}$$

Для точения:

$$n_x = \frac{119,6 - 60,2}{2 \cdot 4} = 7,425 \approx 8 \text{ переходов}$$

$$\begin{aligned}
T_{01} &= 0,00017 \cdot 111,6 \cdot 10,12 = 0,191 \\
T_{02} &= 0,00017 \cdot 103,6 \cdot 10,1 = 0,178 \\
T_{03} &= 0,00017 \cdot 95,6 \cdot 10,1 = 0,161 \\
T_{04} &= 0,00017 \cdot 87,6 \cdot 10,1 = 0,150 \\
T_{05} &= 0,00017 \cdot 79,6 \cdot 10,1 = 0,136 \\
T_{06} &= 0,00017 \cdot 71,6 \cdot 10,1 = 0,123 \\
T_{07} &= 0,00017 \cdot 63,6 \cdot 10,1 = 0,109 \\
T_{08} &= 0,00017 \cdot 60,2 \cdot 10,1 = 0,102 = 1,151 \text{ мин}
\end{aligned}$$

Для сверления:

$$T_{09} = 0,00052 \cdot 8 \cdot 71,6 = 0,298 \text{ мин}$$

Для рассверливания:

$$\begin{aligned}
T_{10} &= 0,00031 \cdot 16 \cdot 71,6 = 0,355 \\
T_{11} &= 0,00031 \cdot 24 \cdot 71,6 = 0,532 \\
T_{12} &= 0,00031 \cdot 32 \cdot 71,6 = 0,710 \\
T_{13} &= 0,00031 \cdot 36 \cdot 71,6 = 0,799 = 2,396 \text{ мин}
\end{aligned}$$

Для фрезерования лыски:

$$n_X = \frac{h_{\text{проката}} - h_{ii}}{t_{\text{пр}}} = \frac{71,6 - 37,5 - 10,1}{4} = 6 \text{ проходов}$$

$$T_{14-19} = 0,007 \cdot 104 \cdot 6 = 4,368 \text{ мин}$$

Для фрезерования:

$$n_X = \frac{h_{\text{проката}} - h_{ii}}{t_{\text{пр}}} = \frac{71,6 - 23,4 - 10,1}{4} = 9,5 \approx 10 \text{ проходов}$$

$$T_{20-29} = 0,007 \cdot 105 \cdot 10 = 7,350 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к.1}} = \varphi_k \cdot T_O = 1,98 \cdot 1,151 \approx 2,28 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к.2}} = \varphi_k \cdot T_O = 1,72 \cdot (0,298 + 2,396) \approx 4,63 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к.3}} = \varphi_k \cdot T_O = 1,84 \cdot (4,368 + 7,350) \approx 21,56 \text{ мин}$$

$$C_{\text{доп.м/о}} = \frac{T_{\text{шт.к.}} \cdot C_{\text{станкочас}}}{60} = \frac{(2,28 + 4,63) \cdot 4}{60} = 0,46 \text{ руб}$$

$$C_{\text{доп.м/о}} = \frac{T_{\text{шт.к.}} \cdot C_{\text{станкочас}}}{60} = \frac{21,56 \cdot 6,18}{60} = 2,22 \text{ руб}$$

$$C_{ит} < C_{проката} + C_{доп.м/о}$$

$$1,029 < 0,945 + 0,46 + 2,22$$

$$1,029 < 3,625$$

Вывод: выбираем заготовку, обеспечивающую меньшую себестоимость

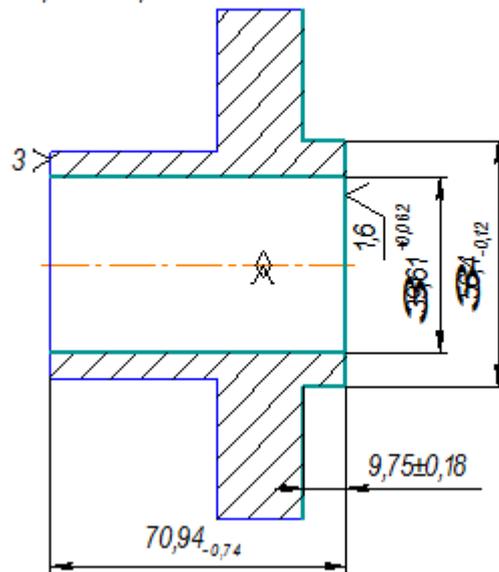
- штамповка.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор технологических баз и обоснование варианта маршрутного технологического процесса

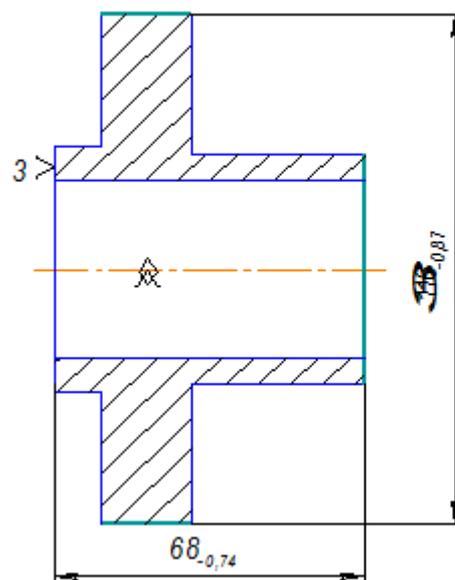
005 Токарно - револьверная

$\sqrt{Ra\ 3,2}$ (\checkmark)



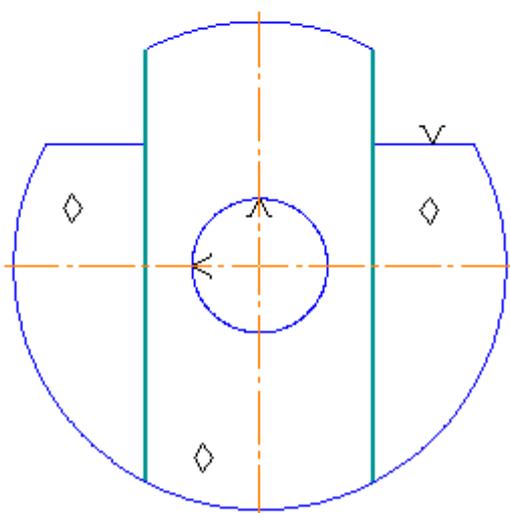
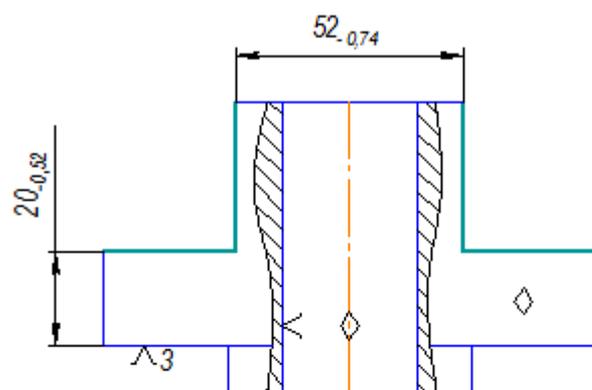
010 Токарно - винторезная

$\sqrt{Ra\ 3,2}$



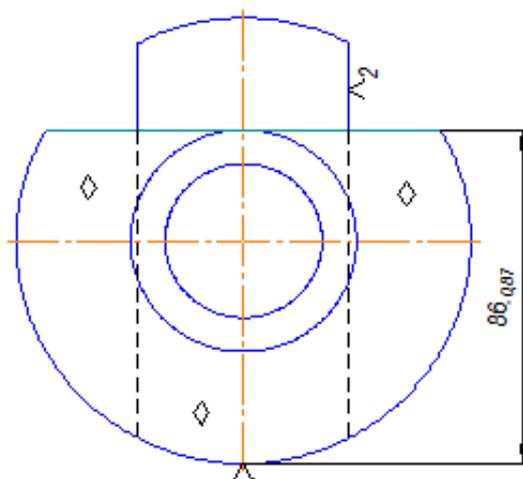
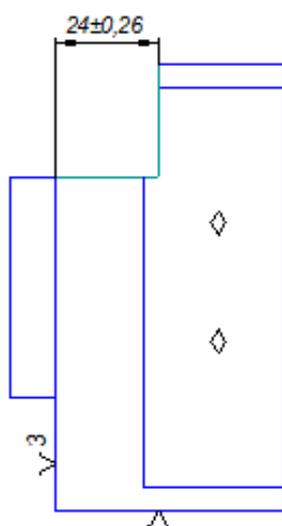
015 Горизонтально - фрезерная

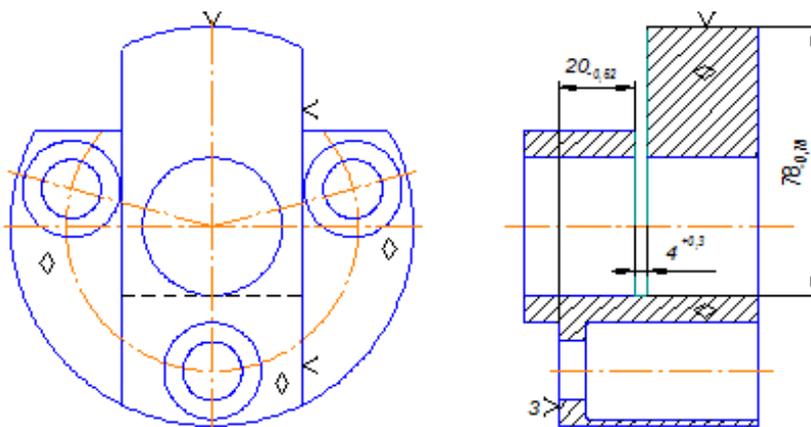
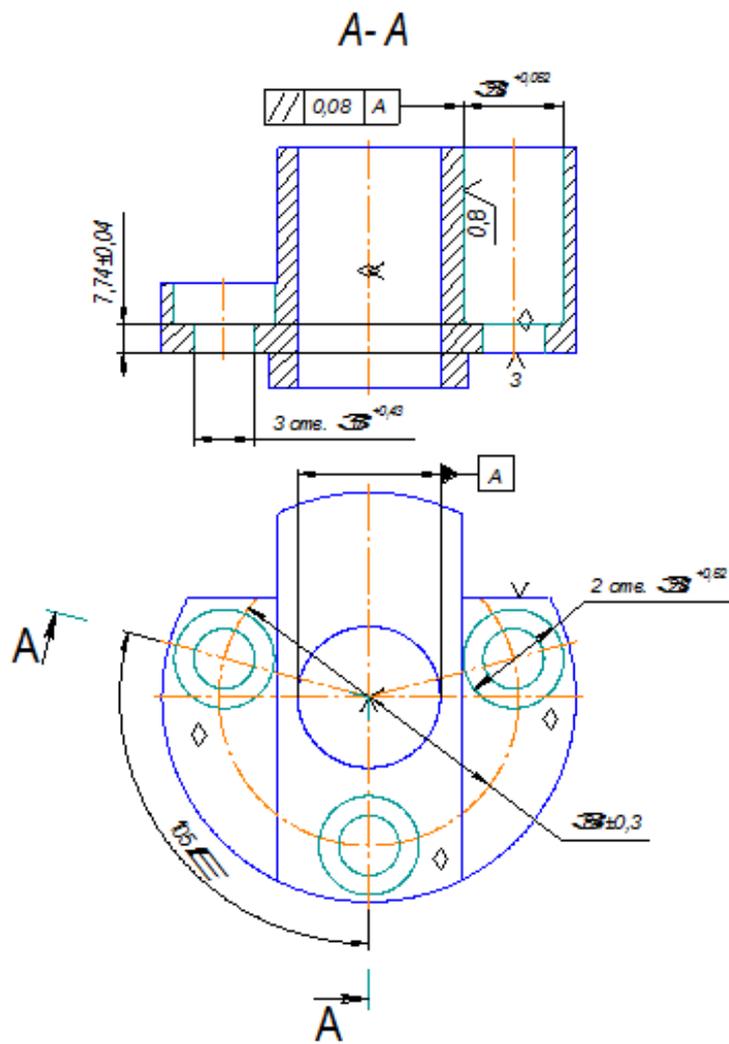
$\sqrt{Ra\ 3,2}$



020 Вертикально - фрезерная

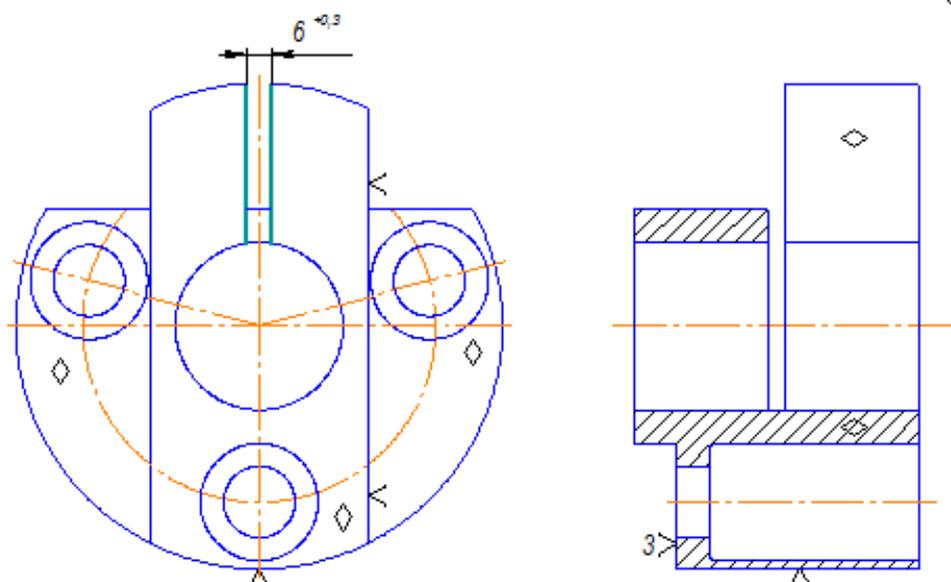
$\sqrt{Ra\ 3,2}$





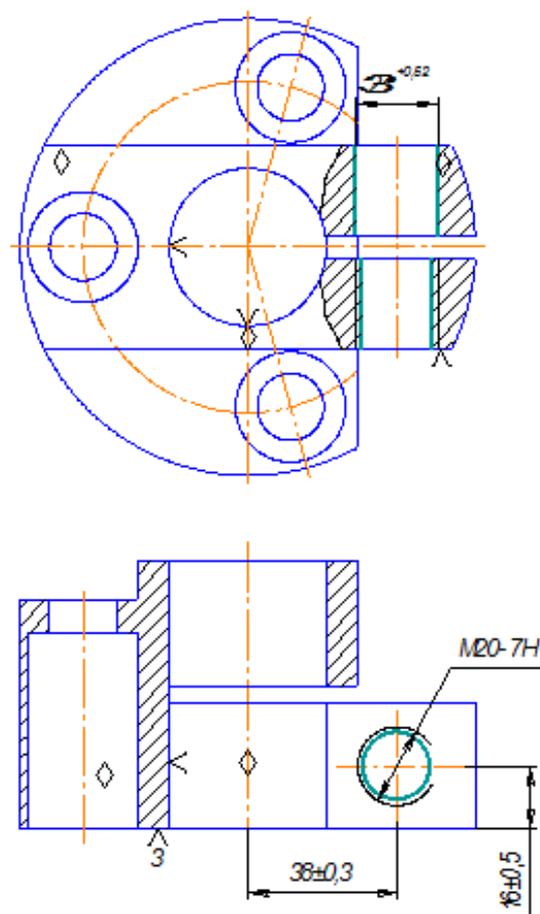
035 Горизонтально - фрезерная

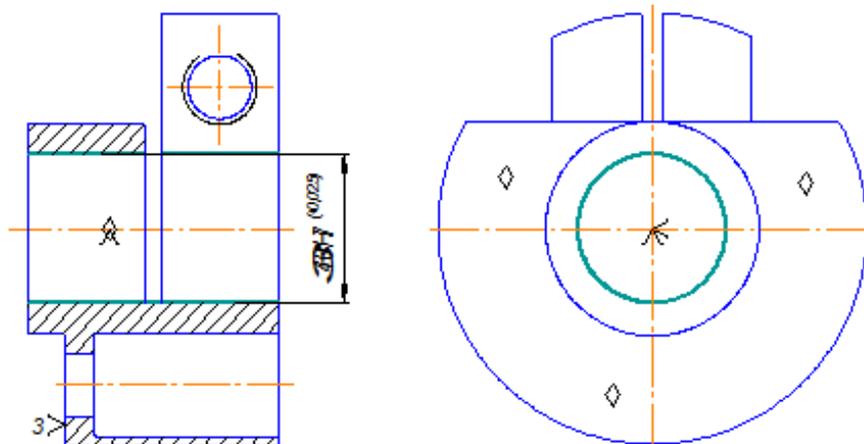
$\sqrt{Ra\ 3,2}$



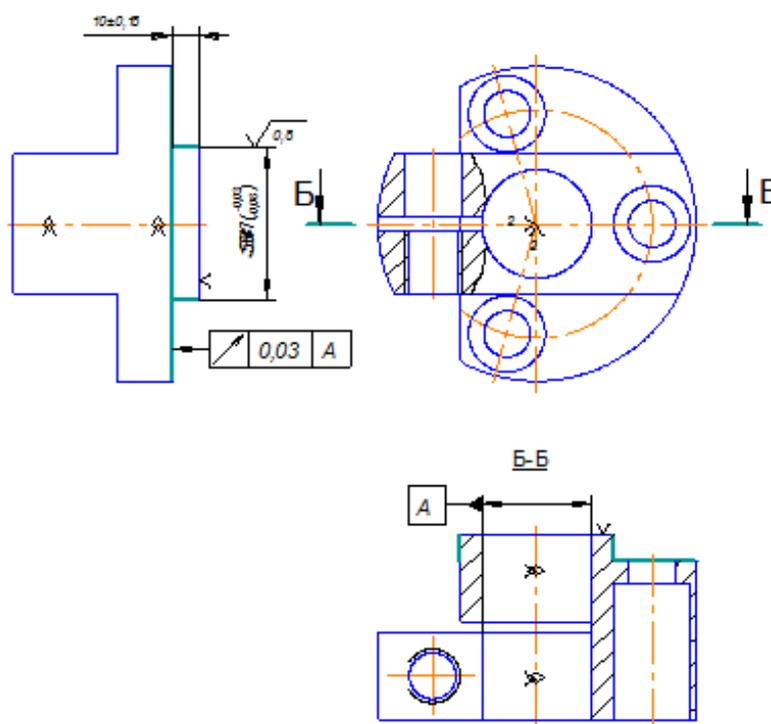
040 Вертикально - сверлильная

$\sqrt{Ra\ 3,2}$





050 Торцеукруглошлифовальная



2.2 Выбор оборудования и технологической оснастки

При выборе оборудования принимают во внимание конструктивные особенности и размеры детали, технические требования, определяющие точность обрабатываемых заготовок, технологические возможности, производительность и эксплуатационные свойства оборудования, экономическую целесообразность его применения.

При выборе технологической оснастки следует отдавать предпочтение быстро действующим, автоматизированным многоместным приспособлениям, допускающим совмещение переходов, перекрытие основного и вспомогательного времени.

005 Токарно-револьверная

Токарно-револьверный станок модели 1П365

Мощность электродвигателя, кВт 13

На данной операции заготовка устанавливается в трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон и базируется по боковым поверхностям и верхнему торцу.

Подрезные отогнутые резцы 2112-0084 $\varphi=90^\circ$ с пластинами из твёрдого сплава Т15К6 ГОСТ18880-73.

Расточной резец 2141-0057 $\varphi=90^\circ$ с пластинами из твёрдого сплава Т15К6 ГОСТ18883-73.

Зенкер специальный диаметром $\varnothing 39,03$ мм из быстрорежущей стали Р6М5.

Развёртка специальная диаметром $\varnothing 39,61$ мм из быстрорежущей стали Р6М5.

Вспомогательные инструменты:

Державка ГОСТ18074-72;

Втулка конус Морзе ГОСТ17178-71.

010 Токарно-винторезная

Токарно-винторезный станок модели 16К20

Мощность электродвигателя, кВт 10

На данной операции заготовка устанавливается в трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон и базируется по боковым поверхностям и верхнему торцу.

Подрезной отогнутый резцы 2112-0084 $\varphi=90^\circ$ с пластинами из твёрдого сплава Т15К6 ГОСТ18880-73.

Расточной резец 2142-0087 $\varphi=90^\circ$ с пластинами из твёрдого сплава

T15K6 ГОСТ9795-84.

015 Горизонтально-фрезерная

Горизонтально - фрезерный станок модели 6P83

Мощность электродвигателя, кВт11

На данной операции заготовка устанавливается на специальное приспособление и базируется по плоскости и специальном приспособлении (палец) на отверстии Ø40H17, и по боковому торцу.

Фреза 3-х сторонняя 200 x 40 со вставными ножами P6M5 ГОСТ 1669-78.

020 Вертикально-фрезерная

Вертикально - фрезерный станок модели 6P13

Мощность электродвигателя, кВт11

На данной операции заготовка устанавливается в специальном приспособлении, базируется по плоскости, отфрезерованному торцу и по наружному диаметру Ø116.

Фреза концевая 1-32 Ø32 P6M5 по ГОСТ50572-93.

025 Вертикально-сверлильная

Вертикально-сверлильный станок модели 2H135

Мощность электродвигателя, кВт4,0

На данной операции заготовка устанавливается на специальное приспособление, сверление осуществляется по кондуктору, базируется на отверстии Ø40H7, и по боковому торцу.

Сверло спиральное 2301-1706 Ø17 мм P6M5 по ГОСТ22736-77.

Зенкер 2323-0542 Ø28 мм P6M5 по ГОСТ12489-71.

Развёртка 2363-3481 Ø28 мм P6M5 по ГОСТ1672-80.

030 Горизонтально-фрезерная

Горизонтально - фрезерный станок модели 6P83

Мощность электродвигателя, кВт11

На данной операции заготовка устанавливается на специальное

приспособление, базируется по плоскости, фрезерованному торцу и по верхнему торцу Ø116.

Фреза прорезная 2254-1072 P6M5 по ГОСТ2679-93.

035 Горизонтально-фрезерная

Горизонтально - фрезерный станок модели 6P83

Мощность электродвигателя, кВт11

На данной операции заготовка устанавливается на специальное приспособление, базируется по плоскости, фрезерованному торцу и по нижнему торцу Ø116.

Фреза прорезная 2254-0986 ГОСТ2679-93.

040 Вертикально - сверлильная

Вертикально-сверлильный станок модели 2Н135

Мощность электродвигателя, кВт4,0

На данной операции заготовка устанавливается на специальное приспособление, сверление осуществляется по кондуктору, базирование осуществляется по плоскости, отверстию Ø40H7, и по торцу.

Сверло спиральное 2301-3257 Ø17,5 мм P6M5 по ГОСТ12121-77.

Метчик М20 2621- 1719 P6M5 по ГОСТ3266-81.

Сверло спиральное 2301-3275 Ø21 мм P6M5 по ГОСТ12121-77.

045 Внутришлифовальная

Внутришлифовальный станок 3К227В

Мощность электродвигателя, кВт4,0

На данной операции заготовка устанавливается в трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон и базируется по плоской поверхности.

Шлифовальный круг 25А16С27К, D=32мм, Н=40мм.

050 Торцевкруглошлифовальная

Круглошлифовальный станок 3У131М

Мощность электродвигателя, кВт5,5

На данной операции заготовка устанавливается на две гидропластовые

оправки и базируется в торец.

Шлифовальный круг 25A40C15K, D=350мм, H=40мм.

2.3 Расчет и назначение операционных припусков на механическую обработку

Исходная заготовка – штамповка на ГКМ. Масса исходной заготовки 3,4кг.

Расчёт припусков на механическую обработку будем вести для отверстия $\varnothing 40 \begin{pmatrix} +0,025 \\ \end{pmatrix}$. Технологический маршрут обработки поверхности

$\varnothing 40 \begin{pmatrix} +0,025 \\ \end{pmatrix}$ состоит из следующих переходов:

1. Зенкерование (IT12, Rz40)
2. Развёртывание (IT9, Rz20)
3. Термообработка - закалка ТВЧ
4. Шлифование (IT7, Rz5)

Таблица 4

Технологический переход	Элементы припуска, мкм				$2Z_{\min}$ мкм	миним. размер d_{\max} мм	Допуск на изгот. T_{ϕ} мкм	Предельные размеры на переход, мм		Предельные припуски с учётом округл., мм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε				d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Исходная заготовка	150	250	1560	-	-	35,355	2200	35,35	33,15	-	-
Зенкерование	50	50	93,6	120	2·196 5	39,285	250	39,28	39,03	5,88	3,93
Развертывание	10	25	62,4	6	2·194	39,673	62	39,67	39,61	0,58	0,39
Термообработка	-	-	75,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Шлифование	-	-	-	120	2·176	40,025	25	40,02 5	40,00	0,39	0,35
ИТОГО										6,85	4,67

Для поковки имеем пространственные отклонения, возникающие при штамповке, будут равны:

$$\Delta_{\Sigma\text{из}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{эксц}}^2} = \sqrt{0,7^2 + 1,4^2} = 1560 \text{ мкм}$$

где $\rho_{\text{см}} = 0,7$ - величина смещения штампов прессы

$\rho_{\text{эксц}} = 1,4 \text{ мм}$ - величина эксцентриситета прошиваемого отверстия по отношению к наружному диаметру.

Определение промежуточных значений припусков на механическую обработку:

$$\Delta_{\Sigma\text{зенкер.}} = \Delta_{\Sigma\text{из}} \cdot k_y = 1560 \cdot 0,06 = 93,6 \text{ мкм}$$

$k_y = 0,06$ - коэффициент уточнения формы

$$\Delta_{\Sigma\text{развёрт.}} = \Delta_{\Sigma\text{из}} \cdot k_y = 1560 \cdot 0,04 = 62,4 \text{ мкм}$$

$k_y = 0,04$ - коэффициент уточнения формы

$$\Delta_{\Sigma}^{\text{ТО}} = \sqrt{\Delta_{\Sigma\text{развёрт.}}^2 + \Delta_{\Sigma}^{\text{ТО}^2}} = \sqrt{62,4^2 + (69,8 \cdot 0,6)^2} = 75,1 \text{ мкм}$$

Погрешность установки, возникающая при выполнении операций принимаем равной: $\varepsilon = 120 \text{ мкм}$.

На основании записанных в таблице данных проводим расчёт минимальных значений межоперационных припусков, по формуле:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (R_{Z,i-1} + T_{i-1} + \Delta_{\Sigma,i-1} + \varepsilon_i)$$

Минимальный припуск :

под зенкерование

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (150 + 250 + \sqrt{1560^2 + 120^2}) = 2 \cdot 1965 \text{ мкм}$$

под развёртывание

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{93,6^2 + 6^2}) = 2 \cdot 194 \text{ мкм}$$

под шлифование

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (10 + 25 + \sqrt{75,1^2 + 120^2}) = 2 \cdot 176 \text{ мкм}$$

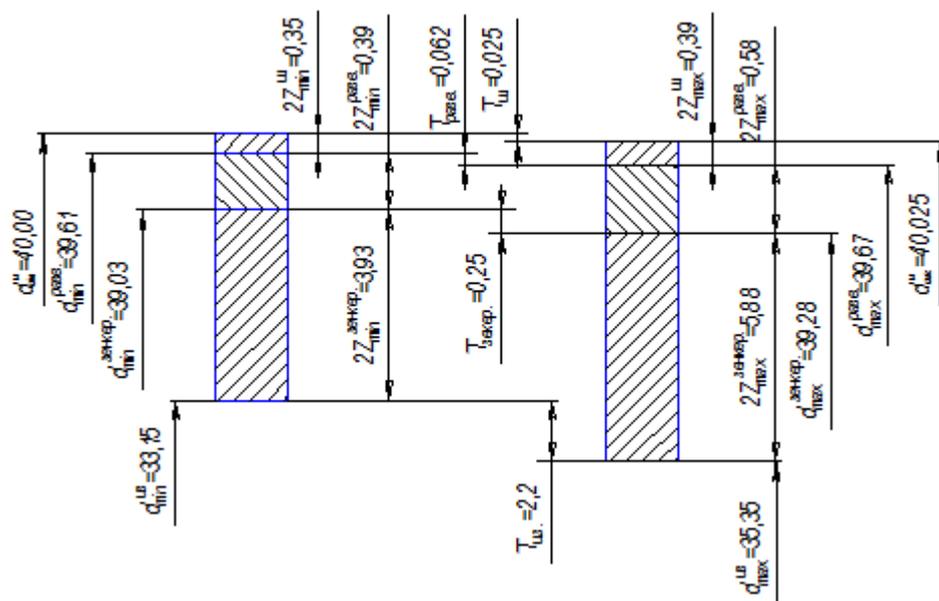


Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\varnothing 40$ H7.

Расчет припусков на механическую обработку будем вести для линейного размера. Данный размер получается вследствие последовательной подрезки двух торцов на первой и второй токарно-револьверной операции.

Таблица 5

Технологический переход	Элементы припуска, мкм				Z_{\min} мкм	Расчет н. миним. размер l_{\min} , мм	Допуск на изгот. T_b , мкм	Предельные размеры на переход, мм		Предельный припуски с учетом округл., мм	
	R_z	h	Δ_Σ	ε				l_{\max}	l_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}
Исходная заготовка	150	250	84,0	-	-	70,863	2200	75,28	73,08	-	-
Точение черновое торца 1	50	50	50,4	12,0	1248	69,615	740	71,83	71,09	4,19	1,25
Точение чистовое торца 1	30	30	33,6	6	151	69,464	740	70,94	70,20	1,63	0,15

Таблица 6

Технологический переход	Элементы припуска, мкм				Z_{\min} мкм	Расчёт н. миним. размер l_{\min} , мм	Допуск на изгот. T_i , мкм	Предельные размеры на переход, мм		Предельный припуск с учётом округл., мм	
	R_z	h	Δ_{Σ}	ε				l_{\max}	l_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}
Исходная заготовка	150	250	1800	-	-	69,464	740	70,94	70,20	-	-
Точение черновое торца 2	50	50	108	120	2204	67,26	740	68,00	67,26	3,68	2,20
ИТОГО										9,5	3,60

для первого торца:

$$\Delta_{\Sigma_{из}} = \Delta_K \cdot 2R, \text{ где: } \Delta_K = 1,5 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma_{из}} = \Delta_K \cdot 2R = 1,5 \cdot 56 = 0,84 \text{ мм} = 840 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{\Sigma \text{ черн.}} = k_y \cdot \Delta_{и.з} = 0,06 \cdot 840 = 50,4 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma \text{ чист.}} = k_y \cdot \Delta_{и.з} = 0,04 \cdot 840 = 33,6 \text{ мкм.}$$

для второго торца:

$$\Delta_{\Sigma_{из}} = \Delta_K \cdot 2R, \text{ где: } \Delta_K = 1,5 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma_{из}} = \Delta_K \cdot 2R = 1,5 \cdot 120 = 1,8 \text{ мм} = 1800 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{\Sigma \text{ черн.}} = k_y \cdot \Delta_{и.з} = 0,06 \cdot 1800 = 108 \text{ мкм.}$$

Обработка первого торца ведется в самоцентрирующем патроне с упором в торец: $\varepsilon = 120 \text{ мкм}$

Обработка второго торца ведется в самоцентрирующем патроне с упором в торец: $\varepsilon = 120 \text{ мкм}$

для первого торца:

$$Z_{\text{точ. черн. min}} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\varepsilon_{i-1}^2 + \Delta_{\Sigma_i}^2} = 150 + 250 + \sqrt{840^2 + 120^2} = 1248 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{точ. чист. min}} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\varepsilon_{i-1}^2 + \Delta_{\Sigma_i}^2} = 50 + 50 + \sqrt{50,4^2 + 6^2} = 151 \text{ мкм}$$

для второго торца:

$$Z_{\text{точ. черн min}} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\varepsilon_{i-1}^2 + \Delta_{\Sigma i}^2} = 150 + 250 + \sqrt{1800^2 + 120^2} = 2204 \text{ мкм}$$

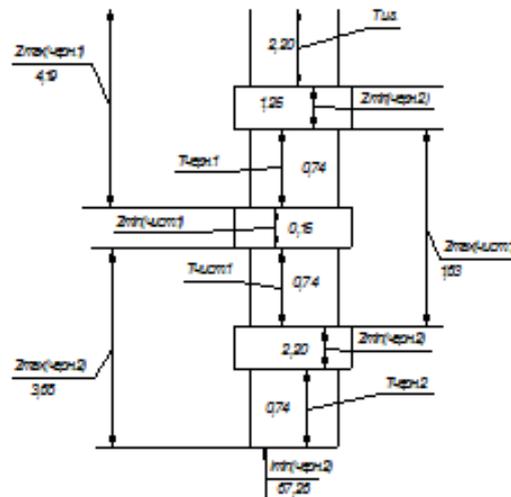


Схема графического расположения припусков и допусков на обработку торца 68.

2.4 Расчет режимов резанья

Расчёт режимов резания на сверление (операция 040 вертикально-сверлильная)

Исходные данные:

Наименование операции сверление $\varnothing 21\text{H}14$, нарезание резьбы М20-7Н

Деталь втулка разрезная

Обрабатываемый материал Сталь 45

Характер заготовки горячая штамповка

Вес заготовки 3,4 кг

Станок..... вертикально-сверлильный 2Н135

Инструмент ..сверло спиральное 2301-3257 $\varnothing 17,5$ мм по ГОСТ12121-77

сверло спиральное 2301-3275 $\varnothing 21$ мм по ГОСТ12121-77

метчик М20 2621- 2875 ГОСТ3266-81

Материал сверла и метчика.....Р6М5

1 переход: сверление

1. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v, \quad \text{м / мин}$$

$$C_v = 9,8$$

$$q = 0,4$$

$$y = 0,5$$

$$m = 0,2$$

Охлаждение есть.

$$S = 0,35 \text{ мм/об};$$

$$T = 45 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv}$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал,

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2;$$

K_{uv} – коэффициент на инструментальный материал (Р6М5),

$$K_{uv} = 1;$$

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления,

$$K_{lv} = 1,0 \quad (l < 3D)$$

$$K_v = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2;$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 17,5^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,35^{0,5}} \cdot 1,2 = 29,2 \text{ м / мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 29,2}{3,14 \cdot 17,5} = 531,4 \text{ об / мин}$$

Принимаем: $n = 500$ об/мин.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17,5 \cdot 500}{1000} = 27,5 \text{ м / мин}$$

2. Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^{q_m} \cdot S^{y_m} \cdot K_P$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{q_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_P$$

$$C_M = 0,0345$$

$$C_p = 68$$

$$q_m = 2,0$$

$$q_p = 1,0$$

$$y_m = 0,8$$

$$y_p = 0,7$$

$$K_p = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 17,5^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 0,86 = 39,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 17,5^1 \cdot 0,35^{0,7} \cdot 0,86 = 4908 \text{ Н}$$

3. Мощность резания:

$$\text{Мощность станка: } N_{cm} = N_s \cdot \eta_{cm}, \text{ кВт}$$

где $\eta_{cm} = 0,95$ – КНД станка

$$N_{cm} = 4,0 \cdot 0,95 = 3,8 \text{ кВт}$$

Определим требуемую мощность резания, учитывая, что должно выполняться условие $N_{рез} < N_{ст}$.

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{39,2 \cdot 500}{9750} = 2,0 \text{ кВт}$$

$3,8 > 2,0$ условие выполняется

4. Рассчитаем основное время:

Для сверления основное время зависит от пройденного пути, подачи инструмента на оборот, скорости резания (оборотов инструмента) и определяется по формуле:

$$T_o = K \cdot L / (n \cdot S)$$

где: K-количество обрабатываемых отверстий

$$L = l + l_1 + l_2 = 52 + 4 + 4 = 60 \text{ мм}$$

$$T_o = 60 / (500 \cdot 0,35) = 0,35 \text{ мин.}$$

2 переход: рассверливание

1. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v, \quad \text{м/мин}$$

$$C_v = 16,2$$

$$q = 0,4$$

$$x = 0,2$$

$$y = 0,5$$

$$m = 0,2$$

Охлаждение есть.

$$S = 0,4 \text{ мм/об};$$

$$T = 50 \text{ мин.}$$

$$t = 0,5 \cdot (D - d) = 0,5 \cdot (21 - 17,5) = 1,75 \text{ мм}$$

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv}$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал,

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2;$$

K_{uv} – коэффициент на инструментальный материал (Р6М5),

$$K_{uv} = 1;$$

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления,

$$K_{lv} = 1 \quad (l < 3D)$$

$$K_v = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2;$$

$$V = \frac{16,2 \cdot 21^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 1,75^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 1,2 = 42,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 42,5}{3,14 \cdot 21} = 644,2 \text{ об/мин}$$

Принимаем: $n = 700$ об/мин.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 21 \cdot 700}{1000} = 46,2 \text{ м/мин}$$

2. Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^{q_m} \cdot t^x \cdot S^{y_m} \cdot K_P$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^{y_p} \cdot K_p$$

$$C_M = 0,09$$

$$C_p = 67$$

$$q_m = 1,0$$

$$y_m = 0,8$$

$$y_p = 0,65$$

$$x = 0,9$$

$$K_p = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,09 \cdot 21^1 \cdot 1,75^{0,9} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,86 = 12,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 1,75^{0,9} \cdot 0,4^{0,65} \cdot 0,86 = 525,6 \text{ Н}$$

3. Мощность резания:

$$\text{Мощность станка: } N_{cm} = N_s \cdot \eta_{cm}, \text{ кВт}$$

где $\eta_{cm} = 0,95$ – КНД станка

$$N_{cm} = 4,0 \cdot 0,95 = 3,8 \text{ кВт}$$

Определим требуемую мощность резания, учитывая, что должно выполняться условие $N_{рез} < N_{ст}$.

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{12,9 \cdot 700}{9750} = 0,92 \text{ кВт}$$

$3,8 > 0,92$ условие выполняется

4. Рассчитаем основное время:

Для сверления основное время зависит от пройденного пути, подачи инструмента на оборот, скорости резания (оборотов инструмента) и определяется по формуле:

$$T_0 = K \cdot L / (n \cdot S)$$

где: K-количество обрабатываемых отверстий

$$L = l + l_1 + l_2 = 23 + 3,5 + 3,5 = 30 \text{ мм}$$

$$T_0 = 30 / (700 \cdot 0,4) = 0,1 \text{ мин.}$$

3 переход: резьбонарезание

1. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v, \quad \text{м / мин}$$

$$C_v = 64,8$$

$$y = 0,5$$

$$q = 1,2$$

$$m = 0,9$$

$$S = 2,5 \text{ мм/об};$$

$$T = 90 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv}$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал (Р6М5),

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2;$$

K_{uv} – коэффициент на инструментальный материал,

$$K_{uv} = 1;$$

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления,

$$K_{lv} = 1 \quad (l < 3D)$$

$$K_v = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2;$$

$$V = \frac{64,8 \cdot 20^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2,5^{0,5}} \cdot 1,2 = 31,2 \text{ м / мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 31,2}{3,14 \cdot 20} = 496,9 \text{ об / мин}$$

Принимаем: $n = 500$ об/мин.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 500}{1000} = 31,4 \text{ м / мин}$$

2. Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_P$$

$$C_M = 0,027$$

$$q = 1,4$$

$$y = 1,5$$

$$K_p = K_{MP} = 1,3$$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,027 \cdot 20^{1,4} \cdot 2,5^{1,5} \cdot 1,0 = 70,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3. Мощность резания:

Мощность станка:

$$N_{cm} = N_s \cdot \eta_{cm}, \text{ кВт}$$

где $\eta_{cm} = 0,95$ – КНД станка

$$N_{cm} = 4,0 \cdot 0,95 = 3,8 \text{ кВт}$$

Определим требуемую мощность резания, учитывая, что должно выполняться условие $N_{рез} < N_{ст}$.

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{70,7 \cdot 500}{9750} = 3,6 \text{ кВт}$$

$3,8 > 3,6$ условие выполняется

4. Рассчитаем основное время:

Для сверления основное время зависит от пройденного пути, подачи инструмента на оборот, скорости резания (оборотов инструмента) и определяется по формуле:

$$T_o = K \cdot L / (n \cdot S)$$

где: K-количество обрабатываемых отверстий

$$L = l + l_1 + l_2 = 23 + 3,5 + 3,5 = 30 \text{ мм}$$

$$T_o = 30 / (500 \cdot 2,5) = 0,025 \text{ мин.}$$

Основное (технологическое) время на операцию:

$$T_o = 0,35 + 0,1 + 0,025 \approx 0,48 \text{ мин}$$

Расчёт режимов резания для точения (операция 010 токарно-винторезная)

Исходные данные:

Наименование операции наружное точение $\varnothing 116 \text{ h}14, 68 \text{ h}14$

Деталь втулка разрезная

Обрабатываемый материал *Сталь 45*
 Характер заготовки горячая штамповка
 Вес заготовки 3,4 кг
 Станок..... токарно-винторезный 16К20
 Инструмент резец Т15К6 2142-0087 ГОСТ9795-84
 резец Т15К6 2112-0084 ГОСТ18880-73

1 переход: наружное точение Ø116 h14

1. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v, \quad \text{м/мин}$$

$$C_v = 340$$

$$x = 0,15$$

$$y = 0,45$$

$$m = 0,2$$

Охлаждения нет

$$S = 1 \text{ мм/об};$$

$$T = 60 \text{ мин.}$$

$$t = 1,8 \text{ мм}$$

$$K_v = K_{mv} K_{lv} K_{lv}$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал,

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,23 ;$$

K_{pv} – коэффициент состояния поверхности,

$$K_{pv} = 0,8;$$

K_{iv} – коэффициент материала инструмента (Т15К6),

$$K_{iv} = 1$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,98;$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,8^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,98 = 134,5 \text{ м / мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 134,5}{3,14 \cdot 116} = 370 \text{ об / мин}$$

Принимаем: $n = 400$ об/мин.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 116 \cdot 400}{1000} = 145 \text{ м / мин}$$

2. Сила резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$C_p = 300$$

$$x = 1,0$$

$$y = 0,75$$

$$n = -0,15$$

$$K_p = K_{MP} K_{\varphi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P}$$

$$\text{где: } K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

$$\text{при } \varphi = 90^\circ$$

$$k_{\varphi P} = 0,89$$

$$\text{при } \gamma = 10^\circ$$

$$k_{\gamma P} = 1,0$$

$$\text{при } \lambda = 0^\circ$$

$$k_{\lambda P} = 1,0$$

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,7654$$

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 1,8^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 145^{-0,15} \cdot 0,7654 = 1960 \text{ Н}$$

3. Мощность резания:

Мощность станка: $N_{ст} = N_э \cdot \eta_{ст}, кВт$

где $\eta_{ст} = 0,85$ – КНД станка

$$N_{ст} = 10,0 \cdot 0,85 = 8,5 кВт$$

Определим требуемую мощность резания, учитывая, что должно выполняться условие $N_{рез} < N_{ст}$.

$$N_{рез} = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1960 \cdot 145}{1020 \cdot 60} = 4,6 кВт$$

$8,5 > 4,6$ условие выполняется

4. Рассчитаем основное время:

Для сверления основное время зависит от пройденного пути, подачи инструмента на оборот, скорости резания (оборотов инструмента) и определяется по формуле:

$$T_0 = L / (n \cdot S)$$

$$T_0 = 78 / (400 \cdot 1,0) = 0,2 \text{ мин.}$$

2 переход: наружное точение торца 68

1. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v, \quad м / мин$$

$$C_v = 340$$

$$x = 0,15$$

$$y = 0,45$$

$$m = 0,2$$

Охлаждения нет

$$S = 1 \text{ мм/об;}$$

$$T = 60 \text{ мин.}$$

$$t = 1,8 \text{ мм}$$

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv}$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал,

$$K_{\text{MV}} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,23$$

K_{IV} – коэффициент состояния поверхности,

$$K_{\text{IV}} = 0,8;$$

K_{IV} – коэффициент материала инструмента (Т15К6),

$$K_{\text{IV}} = 1$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,98;$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,8^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,98 = 134,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 134,5}{3,14 \cdot 116} = 370 \text{ об/мин}$$

Принимаем: $n = 400$ об/мин.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 116 \cdot 400}{1000} = 145 \text{ м/мин}$$

2. Сила резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$C_p = 300$$

$$x = 1,0$$

$$y = 0,75$$

$$n = -0,15$$

$$K_p = K_{\text{MP}} K_{\text{фр}} K_{\text{гр}} K_{\text{лр}}$$

$$\text{где: } K_{\text{MP}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

при $\varphi = 90^\circ$

$$k_{\text{фр}}(P) = 0,89$$

при $\gamma = 10^\circ$

$$k_{\text{гр}}(P) = 1,0$$

при $\lambda = 0^\circ$

$$k_{\text{лр}}(P) = 1,0$$

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,7654$$

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 1,8^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 145^{-0,15} \cdot 0,7654 = 1960 \text{ Н}$$

3. Мощность резания:

Мощность станка: $N_{ст} = N_p \cdot \eta_{ст}, \text{ кВт}$

где $\eta_{ст} = 0,85$ – КНД станка

$$N_{ст} = 10,0 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ кВт}$$

Определим требуемую мощность резания, учитывая, что должно выполняться условие $N_{рез} < N_{ст}$.

$$N_{рез} = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1960 \cdot 145}{1020 \cdot 60} = 4,6 \text{ кВт}$$

$8,5 > 4,6$ условие выполняется

4. Рассчитаем основное время:

Для сверления основное время зависит от пройденного пути, подачи инструмента на оборот, скорости резания (оборотов инструмента) и определяется по формуле:

$$T_o = L / (n \cdot S)$$

$$T_o = 65 / (400 \cdot 1,0) = 0,16 \text{ мин.}$$

Основное (технологическое) время на операцию:

$$T_o = 0,2 + 0,16 \approx 0,36 \text{ мин}$$

Расчёт режимов резания на шлифование (операция 050 торцециркулошлифовальная)

Исходные данные:

Наименование операции.....шлифование Ø56f7

Деталь втулка разрезная

Обрабатываемый материал Сталь 45

Характер заготовки горячая штамповка

Вес заготовки 3,4 кг

Станок..... круглошлифовальный 3У131М

Инструментшлифовальный круг 25А40С15К

1. Выбор характеристики шлифовального круга

Шлифовальный круг марки: 25A40C15K (D=350mm, H=40mm).

Окружная скорость круга: 35м/с.

2. Назначение скорости касательного движения подачи

Частота вращения заготовки для закалённой стали имеет вид:

$$n_3 = 1,2 \cdot 1800 \cdot d_3^{-0,57}, \text{ об/мин}$$

где d_3 - диаметр заготовки, $d_3 = 56,4$ мм;

$$n_3 = 1,2 \cdot 1800 \cdot 56,4^{-0,57} = 217 \text{ об/мин.}$$

3. Назначение скорости радиального движения подачи, мм/мин

$$V_{Sp} = \frac{80 \cdot (2\Pi)^{0,63}}{d_3^{0,5} \cdot B^{0,5}} \cdot K_{S1} \cdot K_{S2} \cdot K_{S3} \cdot K_{S4} \cdot K_{S5} \cdot K_{S6}, \text{ мм/мин}$$

где: 2Π - снимаемый припуск на диаметр, $2\Pi = 0,45$ мм;

B - ширина шлифования, $B = 10 + 30 = 40$ мм;

K_{S1} - поправочный коэффициент в зависимости от группы обрабатываемого материала, $K_{S1} = 1,56$;

K_{S2} - поправочный коэффициент в зависимости от диаметра шлифовального круга и скорости шлифования $K_{S2} = 0,73$;

K_{S3} - поправочный коэффициент в зависимости от способа осуществления радиального движения подачи и способа измерения диаметра обрабатываемой поверхности $K_{S3} = 1,0$;

K_{S4} - поправочный коэффициент в зависимости от жёсткости заготовки и формы обрабатываемой поверхности $K_{S4} = 1,0$;

K_{S5} - поправочный коэффициент в зависимости от моделей круглошлифовальных станков и срока их эксплуатации $K_{S5} = 1,0$

K_{S6} - поправочный коэффициент в зависимости от твёрдости выбранного шлифовального круга $K_{S6} = 1,0$.

$$V_{sp} = \frac{80 \cdot 0,45^{0,63}}{116^{0,5} \cdot 40^{0,5}} \cdot 1,56 \cdot 0,73 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,81$$

мм/мин

4. Учёт ограничений по мощности резания

$$N = 0,352 \cdot B \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_3 \cdot V_{sp}}{1000} \right)^{0,7} \cdot K_{N1} \cdot K_{N2}, \text{ кВт},$$

где: K_{N1} - поправочный коэффициент в зависимости от твёрдости круга и скорости шлифования, $K_{N1} = 1,2$

K_{N2} - поправочный коэффициент в зависимости от группы обрабатываемого материала, $K_{N2} = 1,0$

$$N = 0,352 \cdot 10 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 116 \cdot 0,81}{1000} \right)^{0,7} \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 2,1$$

кВт

Мощность, затрачиваемая на шлифование, не должна превышать мощности привода главного движения станка.

$$N_o = N_{cm} \cdot \eta_{cm}$$

где: η_{cm} - КПД станка, $\eta_{cm} = 0,95$

$$N_o = 5,5 \cdot 0,95 = 5,2 \text{ кВт}$$

$5,2 > 2,1$ условие выполняется

5. Проверка на отсутствие прижогов

Предельное значение мощности, затрачиваемое на шлифование, при котором прижоги отсутствуют, вычисляются по формуле:

$$[N^*_{пр}] = 0,039 \left(\frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{1000} \right)^{0,4} \cdot K_1, \text{ кВт/мм}$$

где K_1 - поправочный коэффициент в зависимости от степени твёрдости шлифовального круга. $K_1 = 0,91$

$$[N^*_{\text{пр}}] = 0,039 \left(\frac{3,14 \cdot 116 \cdot 217}{1000} \right)^{0,4} \cdot 0,91 = 0,15 \text{ кВт/мм}$$

В дальнейшем сравнивается предельное значение мощности резания для бесприжоговой обработки с мощностью резания, приходящейся на 1 мм ширины шлифования.

Отсутствие прижога соответствует выполнению условия

$$[N^*_{\text{пр}}] \geq N / B.$$

$$N / B = 2,1 / 40 = 0,05 \text{ кВт/мм}$$

$$0,15 > 0,05 \text{ – условие выполняется}$$

6. Основное время

$$T_0 = K_v \frac{2L}{2 \cdot V_{sp}} \text{ мин.}$$

где K_v – коэффициент, учитывающий продолжительность выхаживания (коэффициент выхаживания). $K_v = 1,2$

$$T_0 = 1,2 \frac{0,45}{2 \cdot 0,81} = 0,35 \text{ мин.}$$

2.5. Назначение режимов резания

005 Токарно-револьверная операция

Станок токарно-револьверный 1П365

1 переход - Подрезка торца черновое

Резец подрезной отогнутый с пластижкой из твердого сплава Т15К6

1. Глубина резания: $t = 1,95 \text{ мм}$;

2. Подача: $S = 0,8 \div 1,3 \text{ мм/об.}$ [5, стр266];

Принимаю $S = 1,0 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания: $V = 65 \text{ м/мин}$ [10, стр45]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{65 \cdot 1000}{3,14 \cdot 120} = 172 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 188 \text{ об/мин}$

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 188}{1000} = 71 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_o

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 30}{188 \cdot 1,0} = 0,18 \text{ мин}$$

2 переход - Подрезка торца чистовое

Резец подрезной отогнутый с пластижкой из твердого сплава Т15К6

1. Глубина резания: $t = 0,89$ мм;

2. Подача: $S = 0,8 \div 1,3$ мм/об. [5, стр266];

Принимаю $S = 1,0$ мм/об.

3. Скорость резания: $V = 73$ м/мин [10, стр45]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{73 \cdot 1000}{3,14 \cdot 60} = 387 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 385$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 385}{1000} = 72,5 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_o

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 30}{385 \cdot 1,0} = 0,09 \text{ мин}$$

3 переход - наружное черновое обтачивание $\varnothing 58$ $\left(-0,74\right)$

Резец расточной с пластижкой из твердого сплава Т15К6

1. Глубина резания: $t = 1,1$ мм;

2. Подача: $S = 0,8 \div 1,3$ мм/об. [5, стр266];

Принимаю $S = 1,0$ мм/об.

3. Скорость резания: $V = 73$ м/мин [10, стр45]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{73 \cdot 1000}{3,14 \cdot 58} = 401 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 385$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 58 \cdot 385}{1000} = 70 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_o

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 10}{385 \cdot 1,0} = 0,04 \text{ мин}$$

4 переход - наружное чистовое обтачивание $\varnothing 56$ $\left(\begin{smallmatrix} - \\ -0,12 \end{smallmatrix} \right)$

Резец расточной с пластиной из твердого сплава Т15К6

1. Глубина резания: $t = 0,8$ мм;

2. Подача: $S = 0,8 \div 1,3$ мм/об. [5, стр266];

Принимаю $S = 1,0$ мм/об.

3. Скорость резания: $V = 65$ м/мин [10, стр45]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{65 \cdot 1000}{3,14 \cdot 56,4} = 367 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 385$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 56,4 \cdot 385}{1000} = 68 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_o

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 10}{385 \cdot 1,0} = 0,04 \text{ мин}$$

5 переход - зенкерование $\varnothing 39,03$ $\left(\begin{smallmatrix} + \\ +0,25 \end{smallmatrix} \right)$

Зенкер специальный Р6М5 $\varnothing 39,03$

1. Глубина резания: $t = 2$ мм;

2. Подача: $S = 0,9 \div 1,2$ мм/об. [10, стр81];

Принимаю $S = 1,0$ мм/об.

3. Скорость резания: $V = 13$ м/мин [10, стр123]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{13 \cdot 1000}{3,14 \cdot 39,03} = 106 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 136$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,03 \cdot 136}{1000} = 16 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 68}{136 \cdot 1,0} = 0,53 \text{ мин}$$

6 переход - развёртывание $\varnothing 39,61$ ^(+ 0,062)

Развёртка специальная Р6М5 $\varnothing 39,61$

1. Глубина резания: $t = 0,3$ мм;
2. Подача: $S = 1,35$ мм/об. [10, стр81];
3. Скорость резания: $V = 8,3$ м/мин [10, стр125]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{8,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 39,61} = 66,7 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 66$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,61 \cdot 66}{1000} = 8,2 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 68}{66 \cdot 1,35} = 0,81 \text{ мин}$$

015 Горизонтально-фрезерная операция

Станок горизонтально-фрезерный 6Р83

Фреза 3-х сторонняя 200 х 40 со вставными ножами Р6М5 ГОСТ 1669-

78.

1. Глубина резания: $t = 38$ мм;
2. Подача: $S = 0,06$ мм/об;
3. Скорость резания: $V = 50$ м/мин
4. Частота: $n = 250$ об/мин
5. Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 104}{250 \cdot 0,06} = 4,5 \text{ мин}$$

020 Вертикально-фрезерная операция

Станок вертикально-фрезерный 6P13

Фреза концевая 1-32 Ø32 P6M5 по ГОСТ50572-93

1. Глубина резания: $t = 30$ мм;
2. Подача: $S = 0,03$ мм/об;
3. Скорость резания: $V = 55$ м/мин
4. Частота: $n = 250$ об/мин
5. Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 102}{250 \cdot 0,03} = 1,16 \text{ мин}$$

025 Вертикально-сверлильная операция

Станок вертикально-сверлильный 2Н135

1 переход - сверление Ø17 $\left(\begin{smallmatrix} + 0,43 \\ \end{smallmatrix} \right)$

Сверло спиральное P6M5.

1. Подача: $S = 0,26 \div 0,32$ мм/об. [10, стр103];

Принимаю $S = 0,3$ мм/об.

2. Скорость резания: $V = 24$ м/мин [10, стр45]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{24 \cdot 1000}{3,14 \cdot 17} = 450 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 480$ об/мин

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 480}{1000} = 25 \text{ м/мин}$$

3. Основное время T_0 :

$$T_0 = \frac{2L}{S \cdot n} = \frac{2 \cdot (2 + 2 + 20)}{480 \cdot 0,3} = 0,33 \text{ мин}$$

2 переход - сверление Ø17 $\left(\begin{smallmatrix} + 0,43 \\ \end{smallmatrix} \right)$

Сверло спиральное P6M5.

1. Подача: $S = 0,26 \div 0,32$ мм/об. [10, стр103];

Принимаю $S = 0,3$ мм/об.

2. Скорость резания: $V = 24$ м/мин [10, стр45]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{24 \cdot 1000}{3,14 \cdot 17} = 450 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 480$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 480}{1000} = 25 \text{ м/мин}$$

3. Основное время T_o :

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 58}{480 \cdot 0,3} = 0,43 \text{ мин}$$

3 переход - зенкерование $\varnothing 28$ $\left(\begin{smallmatrix} +0,52 \\ \end{smallmatrix} \right)$

Зенкер $\varnothing 28$ Р6М5.

1. Глубина резания: $t = 5,5$ мм;

2. Подача: $S = 0,8 \div 1,0$ мм/об. [10, стр122];

Принимаю $S = 1,0$ мм/об.

3. Скорость резания: $V = 12,9$ м/мин [10, стр123]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{12,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 28} = 147 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 122$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 122}{1000} = 11 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_o :

$$T_o = \frac{2L}{S \cdot n} = \frac{2 \cdot (2 + 12)}{122 \cdot 1,0} = 0,23 \text{ мин}$$

4 переход - зенкерование $\varnothing 28$ $\left(\begin{smallmatrix} +0,52 \\ \end{smallmatrix} \right)$

Зенкер $\varnothing 28$ Р6М5.

1. Глубина резания: $t = 5,5$ мм;

2. Подача: $S = 0,8 \div 1,0$ мм/об. [10, стр122];

Принимаю $S = 1,0$ мм/об.

3. Скорость резания: $V = 12,9$ м/мин [10, стр123]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{12,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 26} = 158 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 122$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 26 \cdot 122}{1000} = 10 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_o :

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{2 + 50}{122 \cdot 1,0} = 0,42 \text{ мин}$$

5 переход - зенкерование $\varnothing 28$ $\left(\begin{matrix} +0,13 \\ \end{matrix} \right)$

Зенкер $\varnothing 28$ Р6М5.

1. Глубина резания: $t = 1,2$ мм;

2. Подача: $S = 0,8 \div 1,0$ мм/об. [10, стр122];

Принимаю $S = 1,0$ мм/об.

3. Скорость резания: $V = 12,9$ м/мин [10, стр123]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{12,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 26} = 158 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 122$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 26 \cdot 122}{1000} = 10 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_o :

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{2 + 50}{122 \cdot 1,0} = 0,42 \text{ мин}$$

6 переход - развёртывание $\varnothing 28$ $\left(\begin{matrix} +0,052 \\ \end{matrix} \right)$

Развёртка $\varnothing 28$ Р6М5.

1. Глубина резания: $t = 0,8$ мм;

2. Подача: $S = 0,8$ мм/об. [10, стр125];

3. Скорость резания: $V = 9,3$ м/мин [10, стр127]

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{9,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 28} = 106 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 87$ об/мин

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 87}{1000} = 8 \text{ м/мин}$$

4. Основное время T_o :

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{50 + 2}{87 \cdot 0,8} = 0,75 \text{ мин}$$

030 Горизонтально-фрезерная операция

Станок горизонтально-фрезерный 6Р83

Фреза прорезная Р6М5 ГОСТ2679-93.

1. Глубина резания: $t = 78$ мм;
2. Подача: $S = 1,0$ мм/об;
3. Скорость резания: $V = 37,5$ м/мин
4. Частота: $n = 185$ об/мин
5. Основное время T_o

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1}{S \cdot n} = \frac{2 + 78}{185 \cdot 1,0} = 0,43 \text{ мин}$$

035 Горизонтально-фрезерная операция

Станок горизонтально-фрезерный 6Р83

Фреза прорезная Р6М5 ГОСТ2679-93.

1. Глубина резания: $t = 38$ мм;
2. Подача: $S = 1,0$ мм/об;
3. Скорость резания: $V = 34,5$ м/мин
4. Частота: $n = 84$ об/мин
5. Основное время T_o

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} = \frac{2 + 2 + 38}{84 \cdot 1,0} = 0,5 \text{ мин}$$

045 Внутришлифовальная операция

Шлифовать отверстие $\varnothing 40^{+0,025}$

Станок кругло-шлифовальный 3К227А

Шлифовальный круг 25А16С27К (D=32мм, Н=40мм).

1. Припуск: $2\Pi = 0,4$ мм;
 2. Подача: $S_{\text{дв.ход}} = 0,005$ мм/об;
 3. Скорость резания: $V = 35$ м/с;
 4. Скорость вращения заготовки: $V_3 = 37,1$ м/мин;
 5. Обороты заготовки: $n = 215$ об/мин;
 6. Скорость радиальной подачи: $V_{S_{\text{ос}}} = 4550$ мм/мин
5. Основное время T_0

$$T_0 = \frac{2 \cdot L_{\text{ш}} \cdot 2 \cdot \Pi}{V_{S_{\text{ос}}} \cdot S_{\text{дв.ход}} \cdot K_{S_{\text{дв.ход}}} \cdot K_{v_{S_{\text{ос}}}}} = \frac{2 \cdot (0,5 \cdot 40 + 68) \cdot 0,4}{4550 \cdot 0,005 \cdot 1,4 \cdot 1,2} = 1,84 \text{ МИН}$$

$$L_{\text{ш}} = (0,3 \dots 0,5) V_{\text{к}} + l_{\text{д}}$$

2.6 Техническое нормирование операций технологического процесса

Расчёт норм времени для 005 токарно-револьверной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 0,18 + 0,09 + 0,04 + 0,04 + 0,53 + 0,81 = 1,69 \text{ [3, стр14];}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на токарно-револьверную операцию определяется по формуле: $T_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}$, [3, стр15];

где: $t_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{\text{уст}} = 0,42 \text{ мин [3, стр32, карта 2];}$$

$t_{\text{пер}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

для первого перехода0,20

для второго перехода0,20

для третьего перехода0,13

для четвертого перехода0,13 [3, стр86, карта 24];

для пятого перехода 0,13

для шестого перехода0,13

$$t_{\text{пер}} = 0,92 \text{ мин}$$

$t_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин

Поверхности, обрабатываемые на данной операции, контролируются при помощи штангенциркуля и калибр-пробки.

$$t_{\text{изм}} = 0,19 + 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,11 + 0,11 = 0,75 \text{ [3, стр185, карта 86];}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,42 + 0,92 + 0,75 = 2,09 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{\text{обс}} = 5,5\% T_{\text{оп}} \text{ [3, стр92, карта 25];}$$

$$T_{\text{отд}} = 5\% T_{\text{оп}} \text{ [3, стр203, карта 88];}$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_B$$

$$T_{\text{оп}} = 1,69 + 2,09 = 3,78 \text{ мин}$$

5. Определение норм штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = (T_o + T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}}}{100} \right) \quad \text{[3, стр15];}$$

$$T_{\text{шт}} = (1,69 + 2,09) \cdot \left(1 + \frac{10,5}{100} \right) = 4,17 \text{ мин}$$

6. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = 30 \text{ мин [3, стр92, карта 25];}$$

7. Определение норм штучно-калькуляционного времени

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

где n – число деталей в партии, $n = 4800$ шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{\text{шк}} = 4,17 + 30/4800 = 4,18 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 010 токарно-винторезной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 0,2 + 0,16 = 0,36 \text{ мин} \quad [3, \text{стр}14];$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на токарно-винторезную операцию определяется по формуле:

$$T_B = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}, \quad [3, \text{стр}15];$$

где: $t_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{\text{уст}} = 0,42 \text{ мин} \quad [3, \text{стр}32, \text{карта } 2];$$

$t_{\text{пер}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

для первого перехода0,17

для второго перехода0,09 [3, стр64, карта 18];

$$t_{\text{пер}} = 0,28 \text{ мин}$$

$t_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин

Поверхности, обрабатываемые на данной операции, контролируются при помощи штангенциркуля.

$$t_{\text{изм}} = 0,19 + 0,17 = 0,36 \quad [3, \text{стр}185, \text{карта } 86];$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,42 + 0,28 + 0,36 = 1,06 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{\text{обс}} = 3,5\% T_{\text{оп}} \quad [3, \text{стр}70, \text{карта } 19];$$

$$T_{\text{отд}} = 5\% T_{\text{оп}} \quad [3, \text{стр}203, \text{карта } 88];$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B$$

$$T_{\text{оп}} = 0,36 + 1,06 = 1,42 \text{ мин}$$

5. Определение норм штучного времени:

$$T_{шт} = (T_0 + T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{обс} + T_{отд}}{100} \right) \quad [3, \text{стр}15];$$

$$T_{шт} = (0,36 + 1,06) \cdot \left(1 + \frac{8,5}{100} \right) = 1,54 \text{ мин}$$

6. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{пз} = 14 \text{ мин} [3, \text{стр}70, \text{карта } 19];$$

7. Определение норм штучно-калькуляционного времени

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / n$$

где n – число деталей в партии, $n = 4800$ шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{шк} = 1,54 + 14/4800 = 1,55 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 015 горизонтально - фрезерной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 4,5 \text{ мин}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на горизонтально-фрезерную операцию определяется по формуле:

$$T_B = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, \quad [3, \text{стр}15];$$

где: $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{уст} = 0,17 \text{ мин} [3, \text{стр}54, \text{карта } 16];$$

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

$$t_{пер} = 1,4 \text{ мин} [3, \text{стр}112, \text{карта } 33];$$

$t_{изм}$ – время на измерение, мин

Поверхности, обрабатываемые на данной операции, контролируются при помощи штангенциркуля.

$$t_{изм} = 0,19 + 0,16 = 0,35 [3, \text{стр}185, \text{карта } 86];$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,17 + 1,4 + 0,35 = 1,92 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{\text{обс}} = 4,5\% T_{\text{оп}} [3, \text{стр}114, \text{карта } 34];$$

$$T_{\text{отд}} = 4\% T_{\text{оп}} [3, \text{стр}203, \text{карта } 88];$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B$$

$$T_{\text{оп}} = 4,5 + 1,92 = 6,42 \text{ мин}$$

5. Определение норм штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = (T_0 + T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}}}{100} \right) [3, \text{стр}15];$$

$$T_{\text{шт}} = (4,5 + 1,92) \cdot \left(1 + \frac{8,5}{100} \right) = 6,96 \text{ мин}$$

6. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = 27 \text{ мин} [3, \text{стр}114, \text{карта } 34];$$

7. Определение норм штучно-калькуляционного времени

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

где n – число деталей в партии, $n = 4800$ шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{\text{шк}} = 6,96 + 27/4800 = 6,97 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 020 вертикально - фрезерной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 1,16 \text{ мин}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на вертикально-фрезерную операцию определяется по формуле:

$$T_B = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}, [3, \text{стр}15];$$

где: $t_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{\text{уст}} = 0,19 \text{ мин} [3, \text{стр}54, \text{карта } 16];$$

$t_{\text{пер}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

$$t_{\text{пер}} = 0,90 \text{ мин [3, стр112, карта 33];}$$

$t_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин

Поверхности, обрабатываемые на данной операции, контролируются при помощи штангенциркуля.

$$t_{\text{изм}} = 0,12 + 0,13 = 0,25 \text{ [3, стр185, карта 86];}$$

Вспомогательное время:

$$T_{\text{в}} = 0,19 + 0,90 + 0,25 = 1,34 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{\text{обс}} = 4,0\% T_{\text{оп}} \text{ [3, стр114, карта 34];}$$

$$T_{\text{отд}} = 4,0\% T_{\text{оп}} \text{ [3, стр203, карта 88];}$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}}$$

$$T_{\text{оп}} = 1,16 + 1,34 = 2,50 \text{ мин}$$

5. Определение норм штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}}) \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}}}{100} \right) \quad \text{[3, стр15];}$$

$$T_{\text{шт}} = (1,16 + 1,34) \cdot \left(1 + \frac{8}{100} \right) = 2,70 \text{ мин}$$

6. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = 22 \text{ мин [3, стр114, карта 34];}$$

7. Определение норм штучно-калькуляционного времени

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

где n – число деталей в партии, $n = 4800$ шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{\text{шк}} = 2,70 + 22/4800 = 2,71 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 025 вертикально - сверлильной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 0,33 + 0,43 + 0,23 + 0,42 + 0,42 + 0,75 = 2,58 \text{ мин}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на вертикально-сверлильную операцию определяется по формуле:

$$T_B = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}, [3, \text{стр}15];$$

где: $t_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{\text{уст}} = 0,30 \text{ мин} [3, \text{стр}32, \text{карта } 2];$$

$t_{\text{пер}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

для первого перехода0,10

для второго перехода0,05

для третьего перехода0,10

для четвертого перехода0,05 [3, стр95, карта 27];

для пятого перехода0,05

для шестого перехода0,05

$$t_{\text{пер}} = 0,40 \text{ мин}$$

$t_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин

Отверстия, обрабатываемые сверлением и зенкерованием, контролируются при помощи гладкой двусторонней калибр-пробкой..

$$t_{\text{изм}} = 0,20 + 0,10 + 0,22 + 0,11 + 0,11 + 0,11 = 0,85 [3, \text{стр}185, \text{карта } 86];$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,30 + 0,40 + 0,85 = 1,55 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{\text{обс}} = 4,0\% T_{\text{оп}} [3, \text{стр}100, \text{карта } 28];$$

$$T_{\text{отд}} = 4,0\% T_{\text{оп}} [3, \text{стр}203, \text{карта } 88];$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B$$

$$T_{\text{оп}} = 2,58 + 1,55 = 4,13 \text{ мин}$$

5. Определение норм штучного времени:

$$T_{шт} = (T_0 + T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{обс} + T_{отд}}{100} \right) \quad [3, \text{стр}15];$$

$$T_{шт} = (2,58 + 1,55) \cdot \left(1 + \frac{8}{100} \right) = 4,46 \text{ мин}$$

6. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{пз} = 15 \text{ мин} [3, \text{стр}101, \text{карта } 28];$$

7. Определение норм штучно-калькуляционного времени

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / n$$

где n – число деталей в партии, n = 4800 шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{шк} = 4,46 + 15/4800 = 4,47 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 030 горизонтально - фрезерной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 0,43 \text{ мин}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на горизонтально-фрезерную операцию определяется по формуле:

$$T_B = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, [3, \text{стр}15];$$

где: $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{уст} = 0,30 \text{ мин};$$

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

$$t_{пер} = 0,90 \text{ мин};$$

$t_{изм}$ – время на измерение, мин

Поверхности, обрабатываемые на данной операции, контролируются при помощи штангенциркуля.

$$t_{изм} = 0,13 [3, \text{стр}185, \text{карта } 86];$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,30 + 0,90 + 0,13 = 1,33 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и

личные надобности:

$$T_{\text{обс}} = 4,5\% T_{\text{оп}} [3, \text{стр}114, \text{карта } 28];$$

$$T_{\text{отд}} = 4,0\% T_{\text{оп}} [3, \text{стр}203, \text{карта } 88];$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B$$

$$T_{\text{оп}} = 0,43 + 1,33 = 1,76 \text{ мин}$$

5. Определение норм штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = (T_0 + T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}}}{100} \right) \quad [3, \text{стр}15];$$

$$T_{\text{шт}} = (0,43 + 1,33) \cdot \left(1 + \frac{8,5}{100} \right) = 1,91 \text{ мин}$$

6. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = 27 \text{ мин} [3, \text{стр}114, \text{карта } 34];$$

7. Определение норм штучно-калькуляционного времени

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

где n – число деталей в партии, $n = 4800$ шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{\text{шк}} = 1,91 + 27/4800 = 1,92 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 035 горизонтально - фрезерной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 0,50 \text{ мин}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на горизонтально-фрезерную операцию определяется по формуле:

$$T_B = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}, [3, \text{стр}15];$$

где: $t_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{\text{уст}} = 0,30 \text{ мин};$$

$t_{\text{пер}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

$$t_{\text{пер}} = 0,90 \text{ мин};$$

$t_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин

Поверхности, обрабатываемые на данной операции, контролируются при помощи штангенциркуля.

$$t_{\text{изм}} = 0,13 \text{ [3, стр185, карта 86];}$$

Вспомогательное время:

$$T_{\text{в}} = 0,30 + 0,90 + 0,13 = 1,33 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{\text{обс}} = 4,5\% T_{\text{оп}} \text{ [3, стр114, карта 28];}$$

$$T_{\text{отд}} = 4,0\% T_{\text{оп}} \text{ [3, стр203, карта 88];}$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{в}}$$

$$T_{\text{оп}} = 0,50 + 1,33 = 1,83 \text{ мин}$$

5. Определение норм штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = (T_0 + T_{\text{в}}) \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}}}{100} \right) \text{ [3, стр15];}$$

$$T_{\text{шт}} = (0,50 + 1,33) \cdot \left(1 + \frac{8,5}{100} \right) = 1,98 \text{ мин}$$

6. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = 27 \text{ мин [3, стр114, карта 34];}$$

7. Определение норм штучно-калькуляционного времени

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

где n – число деталей в партии, $n = 4800$ шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{\text{шк}} = 1,98 + 27/4800 = 1,99 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 040 вертикально - сверлильной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 0,35 + 0,10 + 0,025 = 0,48 \text{ мин}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на вертикально-сверлильную операцию определяется по формуле:

$$T_B = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, [3, \text{стр}15];$$

где: $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{уст} = 0,15 \text{ мин}$$

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

для первого перехода0,08

для второго перехода0,08 [3, стр95, карта 27];

для третьего перехода0,05

$$t_{пер} = 0,21 \text{ мин}$$

$t_{изм}$ – время на измерение, мин

Отверстия, обрабатываемые сверлением, контролируются при помощи штангенциркуля. Резьбовые отверстия контролируются при помощи резьбовой двусторонней калибр-пробки .

$$t_{изм} = 0,10 + 0,10 + 0,10 = 0,30 [3, \text{стр}185, \text{карта } 86];$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,15 + 0,21 + 0,30 = 0,66 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{обс} = 4,0\% T_{оп} [3, \text{стр}100, \text{карта } 28];$$

$$T_{отд} = 4,0\% T_{оп} [3, \text{стр}203, \text{карта } 88];$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{оп} = T_0 + T_B$$

$$T_{оп} = 0,48 + 0,66 = 1,14 \text{ мин}$$

5. Определение норм штучного времени:

$$T_{шт} = (T_0 + T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{обс} + T_{отд}}{100} \right) [3, \text{стр}15];$$

$$T_{шт} = (0,48 + 0,66) \cdot \left(1 + \frac{8}{100} \right) = 1,23 \text{ мин}$$

6. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{пз} = 13 \text{ мин [3, стр101, карта 28];}$$

7. Определение норм штучно-калькуляционного времени

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / n$$

где n – число деталей в партии, $n = 4800$ шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{шк} = 1,23 + 13/4800 = 1,24 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 045 внутришлифовальной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 1,84 \text{ мин}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на внутришлифовальную операцию определяется по формуле:

$$T_{в} = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, [3, стр15];$$

где: $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{уст} = 0,42 \text{ мин [3, стр32, карта 2];}$$

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

$$t_{пер} = 0,18 \text{ мин}$$

$t_{изм}$ – время на измерение, мин

Поверхности, обрабатываемые на данной операции, контролируются при помощи калибр-пробки.

$$t_{изм} = 0,12 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$T_{в} = 0,42 + 0,18 + 0,12 = 0,72 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{обс} = 9,0\% T_{оп}$$

$$T_{отд} = 4,0\% T_{оп}$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B$$

$$T_{\text{оп}} = 1,84 + 0,72 = 2,56 \text{ мин}$$

5. Определение времени технического обслуживания рабочего места

$$T_{\text{тех}} = T_0 \frac{T_{\text{пр}} \cdot K}{T}$$

где T – стойкость шлифовального круга между правками

K – коэффициент учитывающий время на смену шлифовального круга

$$T_{\text{тех}} = 1,84 \frac{2 \cdot 1,1}{33} = 0,12 \text{ мин}$$

6. Определение норм штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = (T_0 + T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}}}{100} \right) \quad [3, \text{стр}15];$$

$$T_{\text{шт}} = (1,84 + 0,72) \cdot \left(1 + \frac{13}{100} \right) = 2,89 \text{ мин}$$

7. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = 32 \text{ мин}$$

8. Определение норм штучно-калькуляционного времени

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

где n – число деталей в партии, $n = 4800$ шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{\text{шк}} = 2,89 + 32/4800 = 2,90 \text{ мин}$$

Расчёт норм времени для 050 торцевкруглошлифовальной операции.

1. Определение основного времени на точение:

$$T_0 = 0,35 \text{ мин}$$

2. Определение вспомогательного времени:

Вспомогательное время на торцевкруглошлифовальную операцию определяется по формуле:

$$T_B = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, [3, \text{стр}15];$$

где: $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали со станка, мин

$$t_{уст} = 0,42 \text{ мин } [3, \text{стр}32, \text{карта } 2];$$

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин

$$t_{пер} = 0,18 \text{ мин}$$

$t_{изм}$ – время на измерение, мин

Поверхности, обрабатываемые на данной операции, контролируются при помощи микрометра гладкого МК 100-1 ГОСТ6507-90.

$$t_{изм} = 0,12 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = 0,42 + 0,18 + 0,12 = 0,72 \text{ мин}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности:

$$T_{обс} = 9,0\% T_{оп}$$

$$T_{отд} = 4,0\% T_{оп}$$

4. Определение оперативного времени:

$$T_{оп} = T_o + T_B$$

$$T_{оп} = 0,35 + 0,72 = 1,07 \text{ мин}$$

5. Определение времени технического обслуживания рабочего места

$$T_{тех} = T_0 \frac{T_{пр} \cdot K}{T}$$

где T – стойкость шлифовального круга между правками

K – коэффициент учитывающий время на смену шлифовального круга

$$T_{тех} = 0,35 \frac{2 \cdot 1,1}{33} = 0,02 \text{ мин}$$

6. Определение норм штучного времени:

$$T_{шт} = (T_o + T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{обс} + T_{отд}}{100} \right) [3, \text{стр}15];$$

$$T_{шт} = (0,35 + 0,72) \cdot \left(1 + \frac{13}{100}\right) = 1,21 \text{ мин}$$

7. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{пз} = 32 \text{ мин}$$

8. Определение норм штучно-калькуляционного времени

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / n$$

где n – число деталей в партии, n = 4800 шт.

Подставляя числа в формулу получим:

$$T_{шк} = 1,21 + 32/4800 = 1,22 \text{ мин}$$

Сводная таблица результата нормирования технологических операций.

Таблица 7.

№ п/п	Наименование технологическ ой операции	T ₀	T _В			T _{оп}	T _{обс}	T _{шт}	T _{пз}	n	T _{шк}
			t _{уст}	t _{пер}	t _{изм}						
		мин	мин	мин	мин	мин	мин	мин	мин	шт	мин
005	Токарно-револьверная	1,69	0,42	0,92	0,75	3,78	0,105	4,17	30	4800	4,18
010	Токарно-винторезная	0,36	0,42	0,28	0,36	1,42	0,085	1,54	14	4800	1,55
015	Горизонтальн о-фрезерная	4,5	0,17	1,4	0,35	6,42	0,085	6,96	27	4800	6,97
020	Вертикально-фрезерная	1,16	0,19	0,90	0,25	2,50	0,08	2,70	22	4800	2,71
025	Вертикально-сверлильная	2,58	0,30	0,40	0,85	4,13	0,08	4,46	15	4800	4,47
030	Горизонтальн о-фрезерная	0,43	0,30	0,90	0,13	1,76	0,085	1,91	27	4800	1,92
035	Горизонтальн о-фрезерная	0,50	0,30	0,90	0,13	1,83	0,085	1,98	27	4800	1,99
040	Вертикально-сверлильная	0,48	0,15	0,21	0,30	1,14	0,08	1,23	13	4800	1,24
042	Термическая									4800	

3. Конструкторская часть

3.1. Проектирование контрольно-измерительного приспособления

Контроль, которому подвергается каждый узел и каждая изготовленная деталь, имеет целью проверить соответствие точности формы относительного положения и перемещения их исполнительных поверхностей установленным нормам. Чтобы получить при контроле наиболее полное представление о значении контролируемого параметра, необходимо исключить, насколько это возможно, влияние погрешности параметров связанных с ними.

Расчёт погрешности контрольно-измерительного приспособления для измерения радиального биения.

Данное КИП обеспечивает центрирование контролируемого изделия с высокой точностью относительно цилиндрической поверхности оправки. Тем самым имитируется и фактически обеспечивается соосное расположение прилегающих цилиндров рабочей поверхности оправки и базового отверстия изделия. Влияние точности формы этих поверхностей на погрешность измерений резко уменьшается.

Условие годности КИП по точности:

$$[\Delta_{\text{кип}}] > K \cdot T_{\text{п}}$$

где: $T_{\text{п}}$ – допуск контролируемого параметра;

K – нормирующий коэффициент [7, стр. 61, табл. 3.1]; принимаю $K=0,3$

$[\Delta_{\text{кип}}]$ – допустимая погрешность измерения КИП.

$$[\Delta_{\text{кип}}] = 0,3 \cdot 0,03 = 9 \text{ мкм}$$

Погрешность измерения для данного случая контроля будет иметь вид:

$$\Delta_{\text{кип}} = \Delta_{\text{опр.}} + \Delta_{\text{инд.}} + \Delta_{\text{мет.}}$$

где: $\Delta_{\text{опр.}} = 2,0 \text{ мкм}$ – погрешность оправки [7, стр. 63, табл. 3.2];

$\Delta_{\text{инд.}} = 4,0 \text{ мкм}$ – погрешность индикатора [5, стр. 471, табл. 15];

$\Delta_{\text{мет.}} = 2,0 \text{ мкм}$ – погрешность метода измерения [7, стр. 64];

Суммарная погрешность КИП будет равна:

$$\Delta_{\text{кип}} = 2,0 + 4,0 + 2,0 = 8,0 \text{ мкм}$$

$9,0 > 8,0$ - условие выполняется.

Из приведенных расчетов следует, что КИП, основанное на использовании разработанной оправки, может применяться для измерений радиального биения с допуском 0,03 мм.

3.2. Конструкция и принцип действия приспособления

Для контроля радиального биения поверхности относительно внутреннего отверстия сконструировано контрольно-измерительное приспособление, представленное на чертеже.

Разработанное контрольно-измерительное приспособление состоит из следующих конструктивных элементов: корпуса 6; оправки 3; индикаторной стойки 1; индикатора 2; двух шариков 5; двух пружин 4.

Принцип действия разработанного КИП состоит в следующем: контролируемая деталь устанавливается внутренней базовой поверхностью на оправку 3, шарики 5 под действием пружин 4 прижимают базовую поверхность контролируемой детали к поверхности оправки, обеспечивая при этом соосное расположение прилегающих цилиндров рабочей поверхности оправки и базового отверстия изделия. Далее индикатор 2 подводится к контролируемой поверхности. Вращением заготовки производится контроль соответствия радиального биения поверхности относительно внутреннего отверстия заданному допуску.

4. ОХРАНА ТРУДА

4.1. Принципы безопасности для металлорежущих станков

При автоматизации производственного оборудования общего назначения, такого как металлорежущие станки, создаются комплексные технические системы, несущие новые опасности. Эта автоматизация достигается путем использования компьютерного числового управления (CNC) на станках, называемых *станки* с ЧПУ (например, фрезерные станки, машинные центры, сверлильные и шлифовальные станки). Для того чтобы определить потенциальные опасности, присущие автоматическим станкам, нужно проанализировать различные рабочие режимы каждой системы. Ранее проведенные анализы указывают на то, что необходимо проводить различия между двумя типами рабочих режимов: нормальный режим работы и специальный.

Фактически невозможно создать конкретные условия безопасности для станков с ЧПУ. Возможно, потому, что слишком мало норм и стандартов для подобного оборудования. Требования безопасности можно определить только путем систематического анализа потенциальных рисков, особенно если эти сложные технические системы оснащены свободно программируемыми системами управления (как станки с ЧПУ). В случае с вновь разрабатываемыми станками с ЧПУ изготовитель обязан провести анализ опасностей и посредством конструктивных решений устранить во всех режимах риск для персонала. Все выявленные опасности оцениваются по степени риска, причем риск зависит от масштаба ущерба и частоты возникновения опасности. Опасности также присваивается категория риска (минимальная, нормальная, повышенная). Если по результатам оценки риск оказывается неприемлемым, должны быть найдены решения (меры защиты). Цель - уменьшить вероятность и масштаб ущерба незапланированного и потенциально опасного происшествия (“события”).

Для решений по нормальным и повышенным рискам используются

косвенные и прямые технологии безопасности, а по минимальным рискам они должны быть найдены в рамках данной технологии безопасности:

Прямая технология безопасности. Меры по устранению рисков принимаются на стадии проектирования (например, ликвидировать срезающие и захватывающие точки).

Косвенная технология безопасности. Опасность остается, но дополнительные технические меры предотвращают развитие опасной ситуации (например, предотвращение доступа к опасным движущимся механизмам с помощью кожухов безопасности, устройств отключения энергии, заградительных щитов и т.п.).

Предписанная технология безопасности - относится только к остаточным опасностям и минимизированным рискам - т.е. опасностям, которые могут приводить к аварии в результате действий оператора. Такое событие может предотвращаться соответствующими действиями работника (инструкции по поведению, изложенные в руководствах по эксплуатации и техническому обслуживанию, обучение персонала и т.п.).

Международные требования мер безопасности
Директива ЕС по машинам и механизмам (89/392/ЕЕС; см. ["Основные характеристики машин по директиве ЕЭС"](#)) 1999 г. устанавливает основные требования техники безопасности и гигиены труда. (Согласно директиве по машинам и оборудованию, под машиной понимается совокупность связанных между собой частей или устройств, из которых по меньшей мере, одна или одно движутся и выполняют определенную функцию). Кроме того, создаются индивидуальные стандарты международных организаций по стандартизации, содержащие возможные варианты решений (например, обращение к фундаментальным аспектам безопасности или исследование электрооборудования, установленного на промышленных машинах и механизмах). Цель стандартов - уточнение задач защиты. Международные

требования безопасности дают производителям необходимую правовую основу для анализа безопасности и оценки рисков.

Рабочие режимы. При использовании станков различают нормальный режим работы и специальный. Статистика и исследования указывают на то, что большинство происшествий и аварий не происходят при нормальном режиме работы (т.е. во время автоматического выполнения соответствующего задания). Когда речь идет о данном типе машин и установок, акцент делается на специальных режимах работы, таких как предэксплуатационные испытания, установка, программирование, испытательные прогоны, проверка, устранение неисправностей, техническое обслуживание и ремонт. В этих рабочих режимах люди обычно находятся в опасной зоне. Концепция безопасности должна защищать персонал от опасных событий в ситуациях такого типа.

При выполнении нормальной работы автоматическими машинами: (1) машина выполняет задание, для которого она была сконструирована и изготовлена, без вмешательства со стороны оператора и (2) в отношении простых токарных станков это значит, что заготовка обрабатывается до нужной конфигурации и при этом образуется стружка. Если заготовка меняется вручную, смена заготовки проводится в специальном режиме работы.

Специальный режим работы. Специальный режим работы - рабочий процесс, обеспечивающий нормальную работу. В него входят: замена заготовок или инструмента, устранение неисправности в производственном процессе, устранение неисправности машины, наладка, программирование, испытательные прогоны, чистка и техническое обслуживание. В нормальном режиме работы автоматические системы выполняют задания независимо друг от друга. С точки зрения безопасности работы, нормальный автоматический режим работы становится критическим, когда оператору приходится вмешиваться в рабочие

процессы. Люди, вмешивающиеся в процессы, не должны подвергаться опасностям.

Персонал. При установке защитных устройств на станки необходимо принимать в расчет людей, работающих в различных режимах, и третьих лиц, т.е. людей, напрямую не связанных с машиной: супервизоров, инспекторов, помощников по перевозкам и демонтажу, посетителей и др.

Требования и меры безопасности для аксессуаров машин
Вмешательства для проведения работ в специальных режимах производятся для установки специальных аксессуаров, обеспечивающих безопасность работы. *Первый тип* аксессуаров включает оборудование и инструменты, используемые для вмешательства в автоматический процесс, причем оператор не должен входить в опасную зону. Этот тип аксессуаров включает: (1) крючки и щипцы для удаления стружки, сконструированные таким образом, что стружка на участке машины удаляется или выталкивается через отверстия в защитных устройствах и (2) устройства крепления заготовки, при помощи которых производственный материал вручную вводится или выводится из автоматического цикла.

Специальные режимы работы, например, ремонт или техническое обслуживание, создают необходимость для вмешательства персонала в работу системы. Для этих случаев существует целый ряд аксессуаров машины, предназначенных для повышения безопасности работы, - например, устройства для замены тяжелых шлифовальных кругов на шлифовальных станках, а также специальные крановые стропы для монтажа и демонтажа тяжелых компонентов во время капитального ремонта машин. Эти устройства являются *вторым типом* приспособлений машины для повышения безопасности во время работы в специальных режимах. Системы управления специальными режимами также можно считать вторым типом машинных принадлежностей. С такими приспособлениями

можно безопасно выполнять особые действия, например какое-нибудь устройство может быть посажено на ось машины, когда необходимы движения подачи с открытыми защитными устройствами.

Системы управления специальными режимами работы должны удовлетворять особым требованиям безопасности. Например, они должны гарантировать, определенный характер и продолжительность действия. Система работы в специальном режиме должна строиться таким образом, чтобы не исключать неправильные действия, ведущие к аварийной ситуации.

Оборудование, которое повышает уровень автоматизации установки, считается *третьим типом* машинных аксессуаров для повышения безопасности работы. Действия, которые ранее совершались вручную, производятся автоматически в нормальном режиме: оборудование, включающее передвижные погрузчики, которые автоматически меняют заготовки на металлорежущих станках. Защитные устройства нормального автоматического режима работы не создают особых проблем, потому что вмешательство оператора в ход событий необязательно, а сбои в работе предотвращаются устройством безопасности.

Требования и меры безопасности для автоматических станков

К сожалению, автоматизация не привела к прекращению аварий на промышленных предприятиях. Исследования показывают некоторое смещение аварийности от нормальных к специальным режимам работы, прежде всего благодаря автоматизации нормальной работы, когда отпадает необходимость вмешательства в ход работы, и персонал больше не подвергается опасности. С другой стороны, высокоавтоматизированные машины являются сложными системами, в которых трудно определить сбои. Даже специалисты, занимающиеся устранением неисправностей, не всегда способны избежать аварий. Объем программного обеспечения,

необходимого для управления все более сложными машинами, увеличивается по размеру и сложности, что приводит к росту числа несчастных случаев среди специалистов-электриков и монтажников. Небезукоризненное программное обеспечение, изменения в программном обеспечении часто приводят к неожиданным и нежелательным изменениям в системе. Для поддержания безопасности, необходимо устранить опасные ошибки, вызванные внешними влияниями и отказами компонентов. Это условие может выполняться только в том случае, если схема безопасности будет максимально простой и отделенной от остальных элементов управления. Компоненты и сборочные узлы, используемые в схеме безопасности, также должны быть защищены от неисправностей.

Задача проектировщика - разрабатывать конструкции, удовлетворяющие требованиям безопасности. Разработчик не может не заниматься необходимыми рабочими процедурами, включая специальные режимы работы. Должен проводиться анализ, определяющий, какие процедуры необходимы для безопасной работы, а рабочий персонал должен быть с ними ознакомлен. В большинстве случаев нужна отдельная система управления специальными режимами. Система управления обычно наблюдает и регулирует действия (чтобы не производилось иных действий, не являющихся необходимыми для данной работы и неожиданных для оператора). Система управления не обязательно должна выполнять одни и те же задания в различных режимах специальной работы.

Требования и меры безопасности при нормальном и специальном режимах работы.

Реализация целей безопасности не должна препятствовать техническому прогрессу, поскольку сохраняется возможность принятия приемлемых решений. Применение станков с ЧПУ максимально повышает требования к анализу опасностей, оценке рисков и концепциям

безопасности. Ниже указаны характеристики некоторых задач безопасности и варианты возможных решений.

Цель безопасности. Недопустимо попадание человека или его рук в опасные зоны при автоматических движениях машины.

Возможные решения. Предотвращать физическое проникновение человека в опасные зоны посредством механических заграждений. Устанавливать устройства безопасности, реагирующие на приближение (световые барьеры, коврики безопасности), выключать машины и механизмы в целях безопасности во время вмешательства или нахождения человека в опасной зоне.

Допускать приближение к машинам и механизмам людей только при нахождении системы в безопасном состоянии (например, блокировочные устройства с запорными механизмами на входных дверях).

Задача безопасности.

Возможное решение. Не допускать выхода энергии из опасной зоны, например, при помощи кожуха безопасности соответствующего размера.

Специальный режим. Промежуточные устройства между нормальным режимом и специальным режимом работы (например, устройство блокировки дверей, световые барьеры, коврики безопасности) необходимы для того, чтобы дать возможность системе контроля безопасности автоматически определять присутствие персонала. Ниже приводятся специальные режимы работы (например, установка, программирование) на станках с ЧПУ, требующие действий непосредственно на рабочем участке.

Задачи безопасности. Действия должны быть безопасными для людей и выполняться только установленным образом и с установленной скоростью и выполняться в строгом соответствии с командами. Части человеческого тела не должны находиться в опасной зоне.

Возможное решение. Установить специальные системы управления, контролирующие и управляющие движениями с помощью кнопок управления специального типа. Скорость движений уменьшается до безопасного значения.

Требования к системам контроля безопасности

Одной из характеристик системы контроля безопасности является защитная функция, гарантирующая работу при сбоях, переводя процессы из опасного в безопасное состояние.

Задачи безопасности. Ошибка в системе контроля безопасности не должна приводить к опасному состоянию. Должна быть определена ошибка в системе контроля безопасности (как можно скорее).

Возможные решения. Упорядочить чересчур сложную и неоднозначную схему электромеханических систем управления, включая испытательные контуры. Упорядочить чересчур сложную и неоднозначную наладку микропроцессорных систем управления, созданных различными разработчиками. Такой подход считается достаточным, например, в случае световых барьеров безопасности.

Заключение. Возрастающая тенденция аварийности при нормальном и специальных режимах работы требует четкой и безошибочной концепции системы безопасности. Этот факт должен приниматься в расчет при подготовке правил и руководящих принципов безопасности. Такой подход позволяет разработчикам выбирать оптимальные решения для каждого конкретного случая и демонстрировать характеристики безопасности машин путем описания решений каждой задачи безопасности. Затем решение сравнивается с другими имеющимися решениями и используется, если оно лучше или, по крайней мере, равнозначно им. Именно таким образом четко сформулированные правила техники безопасности не препятствуют прогрессу.

5. Экономическая часть

Калькуляция полной себестоимости детали

Таблица 8.

№	Статьи расходов	Сумма , сум
1	Фонд заработной платы ИТР, КСП, МОП и вспомогательных рабочих	1614248
2	Вспомогательные, смазочные и обтирочные материалы	888000
3	Отчисления на социальное страхование (25%)	2335620
4	Стоимость силовой электроэнергии	943992
5	Электричество на освещение (10% от силовой)	84399,2
6	Стоимость пара, воды и отопления	5464619
7	Текущий ремонт производственного оборудования и здания (3% от стоимости оборудования и здания)	1308766,4
8	Амортизация основных производственных фондов	7513838
Итого расходов:		32411714,6
Итого расходов с учетом коэффициента загрузки:		6489871,7
9	Материалы основные	23400000
10	Годовой фонд заработной платы рабочих основного производства	1467000
11	Отчисления на социальное страхование (25%)	866750
12	Производственная себестоимость	35356871,7
13	Общепроизводственные расходы – 20%	7065374,3
14	Расходы по управленческому персоналу - 25%	11089217,9
15	Канцелярские расходы - 7%	1422881
16	Командировочные - 8%	2326149,7
17	Ремонт производственного здания - 9%	2729418,4
18	Реализация и маркетинг - 9%	929418,4
19	Научно - исследовательские расходы - 2%	806537,4
Итого расходов:		144625868,8
20	Налог на экологию – 1,0%	1446258,69
21	Плата за имущество (2% от заработной платы основных производственных рабочих)	2892517,4
22	Отчисления в фонд развития инфраструктуры - 1,5%	2169388
Полная себестоимость:		37024174,6

Технико-экономические показатели.

Для определения рентабельности проектируемого участка следует рассчитать планово-оптовую цену детали (Цд)

$$Цд = C_D \cdot (1 + a / 100\%) = 7769,73 \cdot (1 + 0,10) = 8546,70 \text{ сум}$$

где: C_D - себестоимость одной детали, сум

a - планируемый процент прибыли (принимается 7 - 12 %)

Объем реализации продукции

$$V_{РЕАЛ} = Цд \cdot N = 8546,70 \cdot 4800 = 41024174,40 \text{ сум}$$

N - программа по выпуску деталей = 4800 штук

Прибыль

$$П = V_{РЕАЛ} - C_{П} = 41024174,40 - 37024174,6 = 3999999.80 \text{ сум}$$

$C_{п}$ – полная себестоимость продукции участка = 37024174,6 сум

Рентабельность общая

$$P_{общ} = \frac{П \cdot 100}{C_{\phi} + H_{об.ср.}} \%$$

где: $П$ – балансовая прибыль = 3999999.80 сум;

C_{ϕ} - стоимость основных фондов = 73411714,6 сум;

$H_{об.ср.}$ - нормируемые оборотные средства

$$H_{об.ср.} = \frac{C_{об.ср.} \cdot Д}{360}, \text{ сум}$$

где: $C_{об.ср.}$ - стоимость оборотных средств (основные и вспомогательные материалы, энергия, вода, пар и др)

где: $C_{ос.м.}$ = 350000 сум - стоимость основных материалов;

$C_{вс.м.} + C_{смаз.}$ = 91388000 сум – Вспомогательные, смазочные и обтирочные материалы;

$C_{сил.э.}$ = 1443992 сум – стоимость силовой электроэнергии;

$C_{осв.э.}$ = 144399,2 сум – стоимость электроэнергии на освещение;

$C_{вод.}$ = 24019,2 сум – стоимость воды;

$C_{отоп.}$ = 6412600 сум – стоимость отопления;.

$Д$ - время текущего запаса оборотных фондов - (30 дней)

$$C_{об.ср.} = 350000+91388000+1443992+144399,2 +24019,2+6412600=$$

$$= 9976301.04 \text{ сум}$$

$$H_{об.ср.} = \frac{9976301.04 \cdot 30}{360} = 831358.42 \text{ сум}$$

$$P_{общ} = \frac{15113367 \cdot 100}{73411714,6 + 6384250,9} = \frac{1511336700}{79795965,5} = 16,77 \%$$

Определение показателей

1. Фондовооруженность

$$\Phi_B = O_\Phi / R = 73411714,6 / 10 = 7341171,46 \text{ сум/чел}$$

где: O_Φ - стоимость основных фондов в сумах = 73411714,6 сум

R - количество основных производственных рабочих = 10 чел.

2. Фондоотдача – Φ_o

$$\Phi_o = V_{реал.} / O_\Phi \cdot \eta_{ср.} = 166247400 / 73411714,6 \cdot 0,211 = 10.78 \text{ сум}$$

где: $V_{РЕАЛ}$ - объем реализованной продукции в сумах = 17335228сум;

O_Φ - стоимость основных фондов в сумах = 54 992 161,36сум;

$\eta_{ср}$ - средний коэф-т загрузки оборудования данной детали = 0,103

3. Энерговооруженность - $\mathcal{E}_в$

$$\mathcal{E}_в = N_\mathcal{E} / R = 17866,6 / 10 = 1786,66 \text{ квт.час/ чел.}$$

где: $N_\mathcal{E}$ - расход силовой электроэнергии в квт.час = 829966.96квт.час;

R – количество рабочих =10 чел.

4. Производительность труда

$$Пт = V_{реал}/R = 17335228/ 10 = 1733522,8 \text{ сум / чел.}$$

где: $V_{РЕАЛ}$ - объем реализованной продукции в сумах = 17335228сум;

R – количество рабочих =10 чел.

Технико-экономические показатели

Таблица 13.

№	Показатели	Единица измерения	Данные по проекту
1	Годовая программа	штук	4800
2	Число станков	штук	6
3	Количество производственных рабочих	чел	10
4	Полезный фонд работы оборудования	час	3 658
5	Себестоимость детали	сум	9450
6	Цена за одну деталь	сум	12158
7	Объём реализованной продукции	сум	216247411
8	Фондоотдача	сум	10.78
9	Рентабельность	%	16,77
10	Производительность труда	сум/чел	1733522,8
11	Фондовооружённость	сум/чел	7341171,46
12	Энерговооружённость	кВт час/чел	1786,66
13	Прибыль	сум	3999999.80

Выводы и рекомендации

1. Изучено состояние современного машиностроения в Узбекистане и определена актуальность темы выпускной квалификационной работы.

2. В технологической части разработан технологический процесс механической обработки заданной детали.

3. Определены припуски на механическую обработку детали. Выполнены соответствующие расчеты для определения режимов резания.

4. Изучены меры техники безопасности и охрана окружающей среды на машиностроительных предприятиях.

5. Произведён расчёт экономической эффективности внедрения технологического процесса изготовления детали.

6. Рентабельность нового технологического процесса составила 16,77%.

7. Прибыль от внедрения разработанного технологического процесса в производство составляет 3999999.80 сумов в год.

Использованная литература

1. Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2011 году и важнейшим приоритетам экономической программы на 2012 год тема из лекций «2012 год станет годом поднятия на новый уровень развития нашей Родины».
2. Технология машиностроения: Учебник для вузов. /Под ред. А.В. Мухина, А.М. Дальского, Г.Н. Мельникова. - М.: изд. МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. Т.1 - 360 с; т.2 - 350.
3. А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М.: ООО ИД «Альянс», 2007.
4. В. В. Бородкин и др. Дипломное проектирование по специальности 151001 "Технология машиностроения". Учеб., пособие. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2000. - 90с.
5. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение- 1. 2001.Т1.
6. Справочник технолога машиностроителя, / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение- 2001. Т2.
7. В.П. Фираго. Основы проектирования технологических процессов. М.: Машиностроение. 1973.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. М.: Машиностроение 1974.
9. Металлорежущие станки. Каталог-справочник. 4.1-8. М.: НИИМАШ. 1971.
10. Режим резания металлов. Справочник. Под ред. Ю.В. Барановского. М.: Машиностроение. 1972.
11. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. М.: Машиностроение. 1974.
12. Основы технологии машиностроения. Под ред. В.С. Корсакова, М.: Машиностроение. 1977.

13. Голофтеев С.А. Лабораторный практикум по курсу «Металлорежущие станки». М. Высшая школа. 1991.
14. <http://www.cotton.com>.
15. <http://www.samjackson.com>.
16. http://www.oborudunion.ru/db/s_21/legkaya-i-tekstilnaya-romyshlennost.html
17. <http://legprom.info/ru/company/category11/index.html>
18. Хлопок / <http://ru.wikipedia.org/wiki>