

ВВЕДЕНИЕ

Главная цель технологии машиностроения – изготовление машин, которые будут как можно дольше выполнять свои функции, отличаться надежностью и экономичностью, как в процессе изготовления, так и в процессе эксплуатации. От состояния технологии зависят эффективность труда, расходование материальных и энергетических ресурсов, качество продукции. Важную роль в развитии машиностроительных отраслей производства играет подготовка квалифицированных инженерных кадров, освоение ими современных методов проектирования и совершенствования технологических процессов изготовления деталей и сборки машин, готовность к системному анализу быстро и непредсказуемо изменяющийся производственной и рыночной ситуации, к поиску нетрадиционных решений.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут должен учитывать также с расчётом максимально полного использования возможностей оборудования.

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенных технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться. Экономичность производства напрямую зависит от качества технологических процессов, разрабатываемых на нём.

ВКР является «Совершенствование технологического процесса изготовления Вала».

ВКР состоит из четырех частей: технологическая, конструкторская, экономическая, производственно и экологической безопасности

В технологической части работы произведен: анализ технологичности детали, выбор заготовки, разработка маршрутной технологии изготовления станины, расчет припусков, расчет диаметральных технологических размеров, расчет технологических размеров в осевом направлении, расчет режимов резания, расчет основного времени.

В конструкторской части разработано приспособление для сверлильной операции, произведен расчет сил зажима заготовки.

В экономической части на основании результатов нормирования технологического процесса произведен расчет себестоимости изготовления детали типа «Вал»

В разделе производственная и экологическая безопасность проанализированы возможные опасные и вредные факторы воздействия на человека на участке производства по изготовлению детали «Вал». Также рассмотрены разделы пожарной безопасности, охраны окружающей среды.

1.1 Назначение и конструкция детали

Данный технологический процесс разработан для изготовления вала.

Вал — это деталь машин. Находящаяся в узле механизмов, где совершает передачу крутящего момента вдоль осевой линии.

Обычно на валах устанавливают детали (подшипники, муфты, шестерни и др.) которые вращаются вместе с валом. Валы работают на кручение и изгиб, эти нагрузки передаются вместе с установленными деталями на вал.

Также они работают на сжатие и растяжение при осевых нагрузках.

Коренными называют валы машин на которых устанавливаются не только детали передач, но и несут рабочие части машин (шпиндель).

Различают валы передач по установленным на них деталям муфты, звездочки, зубчики.

Также валы изготавливают вместе с конической или цилиндрической шестерней.

Жесткие требования, предъявляемые к следующим размерам:

- $\varnothing 50_{+0,002}^{+0,018}$ - для посадки подшипника;
- $\varnothing 40_{-0,025}$ - для посадки (установки) фланца;
- $\varnothing 42_{-0,062}$ - для шлицевого соединения.
- $\varnothing 50_{-0,016}$ - для посадки крышки.

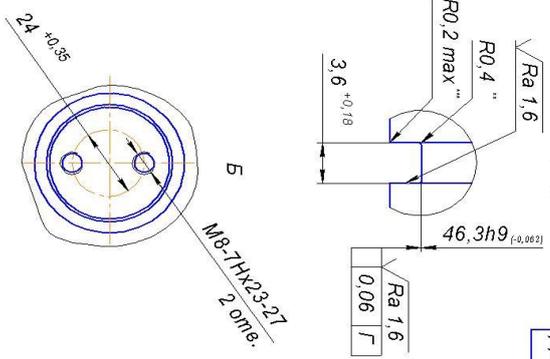
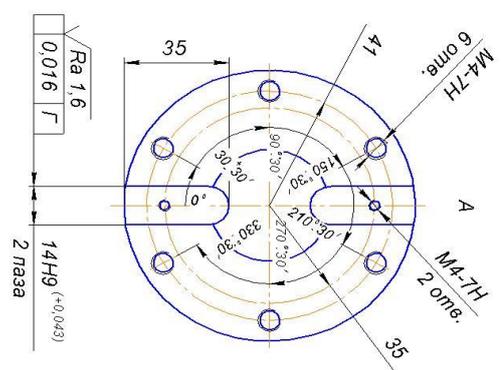
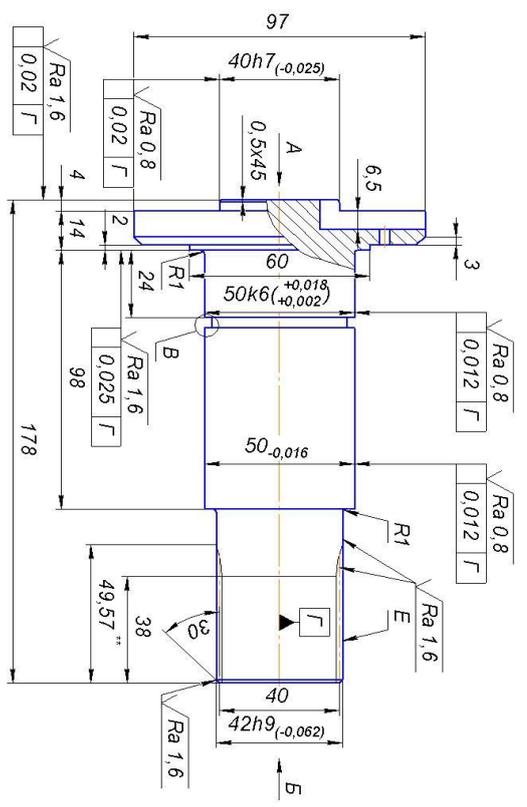
Материал, из которого изготовлен вал- 30ХГСА ГОСТ4543-71.

Химический состав в % материала 30ХГСА

Таблица 1.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.28 - 0.34	0.9 - 1.2	0.8 - 1.1	до 0.3	до 0.025	до 0.025	0.8 - 1.1	до 0.3

Назначение данной детали неизвестно, поступает заказ на его изготовление в количестве 1000 шт. в год.



√ Ra 6,3 (√)

Условное обозначение по ГОСТ 6033-80	-	42x2x9h
Модуль, мм	m	2
Число зубьев	z	20
Нормальный исходный контур по ГОСТ 6033-80		30°
Диаметр ролика, мм	d_p	4
Размер по роликам, мм	M_B	46,195 ^{+0,040} _{0,108}
Толщина зуба по хорде делительной окружности, мм	S	3,026 ^{-0,028} _{0,071}
Длина общей нормали, мм	W	20,807 ^{-0,022} _{0,067}
Число зубьев, охватываемых при измерении	z_n	4
Диаметр делительной окружности, мм	d	40

1. Нормализовать 210...245 НВ.
2. Размер для справок.
3. Размеры обеспечиваются инструментом.
4. Скругления допускаются выгнать любой кривой линией, не выходящей за пределы указанного радиуса.
5. Н14; н14; t; t/2.
6. Размер припущения острых кромок 0,3 мм.
7. Угловое положение шлицев E; отверстий Ж относительно лезв 3 произвольное.

Исполн.	М. Д. Д. Д.	Провер.	М. Д. Д. Д.
Разработчик	М. Д. Д. Д.	Лист	2,85
Лист	1	Листов	1
Копия			
Н. контро.			
Удв.			
Вал			
В2-100 ГОСТ 2590-2006			
Крив. 30УСА ГОСТ 4543-71			
Копировал			
Формат А2			

1.2 Анализ технологичности детали и технологический контроль чертежа

Анализируя данную деталь с точки зрения технологичности ее изготовления можно отметить ряд положительных факторов:

Большая часть размеров и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков и инструментом, а также оборудования для выполнения технологического процесса изготовления.

Конструкция детали позволяет выполнять основную обработку на станках с ЧПУ; это позволяет уменьшить переустановы заготовки тем самым повышается точность изготовления. Обеспечивается нормальный вход и выход режущего инструмента.

Технологичность конструкции – это соотношение изделия детали обусловленным правилом производства, которое обеспечивают правильное изготовление детали конструкции с трудоемкостью и издержкой их производства и изготовления.

В наше время есть несколько видов признаков технологичности: качественные и количественные.

Количественная оценка технологичности детали указывается показателем, величина которого показывает степень возмещения требований к технологичности изделия.

Качественная оценка при сопоставлении различных вариантов конструкций изделия последней количественной и подсчитывают рациональность затрат на численные данные технологичности разновидности.

Количественная оценка рассчитывается по следующим показателям:

Коэффициент точности обработки определяется по формуле:

$$E = 1 - \frac{1}{A_{cp}}$$

Где: A_{cp} – средний квалитет точности обработки определяется по формуле:

$$A_{cp} = \frac{\sum A n_1}{\sum A n_2} = \frac{5 * n_5 + 6 * n_7 + \dots 10 * n_{10} + 14 * n_n}{n_1 + n_2 + \dots n_{10} + n_{11} + n_n}$$

Где: n_i - число размеров чертежа соответствующих квалитетов точности

Если значение коэффициента точности больше 0.5 деталь считается технологичной, и нетехнологичной если меньше.

$$A_{cp} = \frac{\sum An_1}{\sum An_2} = \frac{1 * 7 + 2 * 6 + 1 * 9 + 13 * 14}{1 + 2 + 1 + 13} = 29,35$$

- один размер по 7 кв.(D40h7)
- два размера по 6 кв.(D50k6, D50h6)
- один размер по 9 кв.(D42h9)
- тринадцать размеров по свободным размерам примерно 14 квалитет (9 габаритных размера и 4 диаметральных размеров)

Определяем коэффициент точности обработки:

$$E = 1 - \frac{1}{29,35} = 0,966$$

Отсюда следует что коэффициент точности обработки $0,966 > 0,5$ **деталь считается технологичной.**

Коэффициент унификации конструктивных элементов определяется по формуле:

$$E_y = \frac{Q_{y.э}}{Q_э}$$

где, $Q_{y.э}$ –число унифицированных конструктивных элементов детали (фаски, пазы, радиуса сопряжения, отверстия, шаги резьб).

$Q_э$ –общее число конструктивных элементов

Если значение коэффициента унификации больше 0.6 деталь считается технологичной.

1. **одна** фаска 0,5*45 град., **одна** фаска 30 град.– все фаски унифицированы
2. R7 – 2 радиуса, R1 – 2 радиуса, R0,5 – радиус, все радиуса на корпусе детали - все унифицированы

Итого 5 конструктивных элементов на чертеже детали

Определяем коэффициент унификации конструктивных элементов:

$$E_y = \frac{Q_{y.э}}{Q_э} = \frac{2 + 5}{5} = 1,4$$

Отсюда следует, что коэффициент унификации конструктивных элементов $1,4 > 0,6$ деталь считается технологичной.

1.3 Определения типа производства.

Проведем расчет типа производства по формуле:

$$K_{3.0} = \frac{t_э}{T_{cp}},$$

где T_{cp} – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин

$t_э$ – такт выпуска детали, мин.;

Определим по формуле такт выпуска детали:

$$t_э = \frac{F_г}{N_г},$$

где $N_г$ – программа выпуска за год.

$F_г$ – фонд работы оборудования за год, мин.;

Фонд работы оборудования при двухсменном режиме за год: $F_г = 4029$

ч.

Тогда

$$t_э = \frac{F_г}{N_г} = \frac{4029 \cdot 60}{1000} = 141,74 \text{ мин};$$

Выполнение операций технологического процесса. Среднее штучно калькуляционное время:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n},$$

где $T_{ш.к i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 5-ть операций ($n=5$).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, с.147]:

$$T_{ш.к i} = \varphi_{кi} \cdot T_{oi}$$

где $\varphi_{кi}$ – коэффициент i - ой основной операции, зависящий от предполагаемого производства и вида станка;

T_{oi} – основное время i - ой операции, мин.

В качестве основных операций выберем 4 операции ($n=4$): три токарные с ЧПУ и круглошлифовальную (см. операционную карту).

Для операции (токарной) $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = \varphi_{к.3} = 2,14$;

для шлифовальной: $\varphi_{к.3} = 2,10$.

Технологическое время определим по рекомендациям приложения 1 [1, с.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции определяем продолжительных по времени переходов (точение поверхности начерно подрезка торца начерно).

$$T_{o,1} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рисунку 1.

Тогда

$$T_{o,1} = (0,037(100^2 - 96^2) + 0,17 \cdot 96 \cdot 93) \cdot 10^{-3} = 1,5 \text{ мин.}$$

По формуле определяем штучно – калькуляционное время данной операции:

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к1} \cdot T_{o,1} = 2,14 \cdot 1,5 = 3,21 \text{ мин.}$$

Время второй токарной операции определяем для следующих переходов: подрезка торца, точение поверхности начисто, точение поверхности начерно :

$$T_{o,2} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,52 \cdot d \cdot l + (0,037(D^2 - d^2) + 0,31 \cdot d \cdot l + 0,4 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

тогда

$$T_{o,2} = (0,037(97^2 - 40,5^2) + 0,52 \cdot 97 \cdot 93 + (0,037(97^2 - 40,5^2) + 0,31 \cdot 40,5 \cdot 3,95) \cdot 10^{-3} = 5$$

мин.

Штучно – калькуляционное время данной операции:

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к2} \cdot T_{o,2} = 2,14 \cdot 5 = 10,7 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время третьей токарной операции определяем для следующих переходов: точение трех поверхностей начисто:

$$T_{o,3} = (0,52 \cdot d \cdot l + 0,31 \cdot d \cdot l + 0,15 \cdot d \cdot l) 10^{-3},$$

тогда

$$T_{o,3} = (0,52 \cdot 60 \cdot 162 + 0,31 \cdot 50,6 \cdot 160 + 0,15 \cdot 42,6 \cdot 60) 10^{-3} = 8 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции:

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к3} \cdot T_{o,3} = 2,14 \cdot 8 = 17,12 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для четвертой операции:

$$T_{o,4} = (0,15 \cdot d \cdot l + 0,15 \cdot d \cdot l + 0,15 \cdot d \cdot l) 10^{-3},$$

тогда

$$T_{o,4} = (0,15 \cdot 40 \cdot 4 + 0,15 \cdot 50 \cdot 98 + 0,15 \cdot 42 \cdot 98) 10^{-3} = 1,4 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции:

$$T_{ш.к4} = \varphi_{к4} \cdot T_{o,4} = 2,10 \cdot 1,4 = 2,94 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций тех процесса определяем по формуле:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3} + T_{ш.к4}}{4} = \frac{3,21 + 10,7 + 17,12 + 2,94}{4} = 8,5$$

МИН.

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_s}{T_{cp}} = \frac{141,74}{8,5} = 16,7$$

Так как $K_{з.о} = 16,7 > 20$, то тип производства **среднесерийный**.

1.4 Способ получения заготовки.

Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

Проанализировав метода получения заготовок таких ,как 1) заготовки, полученные из сортового проката; 2) заготовки, полученные давлением (поковки, штамповки); 3) заготовки, полученные литьем (отливки); 4) заготовки, получаемые сваркой частей, получаемых из проката, отлитых или штампованных.

Так как вал изготавливается из стали 30ХГСА ГОСТ4543-71. С учетом технологических свойств материала детали , ее габаритов и массы, требованиям к механическим свойствам, а также типом производства (серийное) выбираем заготовку- сортовой прокат $\varnothing 100$ мм.

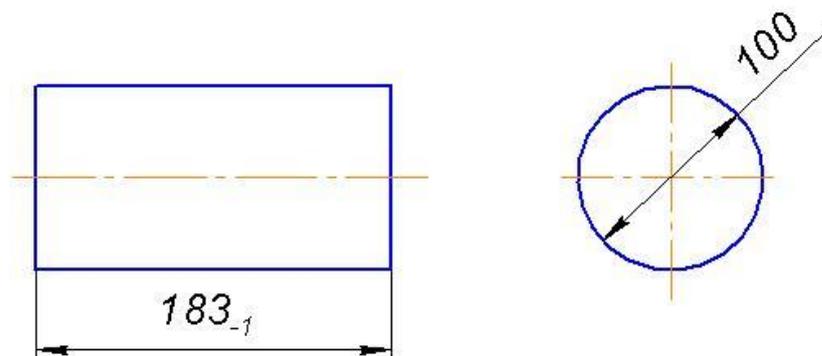


Рис.1 Заготовка

1.5 Обоснование технологического процесса.

Выбор методов и последовательность механической обработки детали зависит от основных требований предъявляемых к технологическому процессу.

Суть их состоит в том, чтобы процесс обработки протекал в рациональной организационной форме, с полным использованием всех технологических возможностей оборудования, инструмента и приспособления, с оптимальными режимами резания, наименьшими затратами времени и наименьшей себестоимостью обработки.

При составлении последовательности операций будем руководствоваться следующими соображениями:

В первую очередь обрабатываем те поверхности детали, которые будут являться базами для дальнейшей обработки. Затем обрабатываем те поверхности, с которых снимается наибольший припуск, так как при этом легче обнаружить внутренние дефекты заготовки.

Точение других поверхностей ведется противоположно степени их точности, чем ниже точность обработки, тем быстрее она обрабатывается.

Исходя из этих соображений обсудим последовательность обработки детали.

Обработку будем вести в большинстве на токарных станках с ЧПУ тип СKE6180Z.

Фрезерный станок с ЧПУ Finetech SMV-850. На данном станке обработка ведётся без изменения базовой поверхности, что позволяет получить наиболее точные размеры. Далее в таблице №2 представлен тех процесс изготовления вала на заводе.

В таблице №3 представлен техпроцесс с изменением сверлильной операции с помощью накладного кондуктора изготавливаются отверстия $\varnothing 6,8$ и $\varnothing 3,3$. с использованием сверлильного станка 2Н125.

Также изменена фрезерная операция, выбран вертикально фрезерный станок 6М12П.

Такие изменения позволяют снизить затраты по времени на изготовления детали, также замена сложного оборудования на более простое.

1.6 Проектирование маршрутной и операционной технологии изготовления детали.

Маршрут изготовления детали принятый на заводе.

Таблица 1

Наименование и содержание операций	Операционный эскиз
<p style="text-align: center;"><i>1 Токарная с ЧПУ</i></p> <p>1. Подрезать торец выдерживая размер 1,2.</p> <p>2. Точить диаметр выдерживая размер 3,4.</p> <p>3. Снять фаску 1.</p> <p>4. Центровать отверстие выдерживая размер 5,6.</p>	
<p style="text-align: center;"><i>2 Токарная с ЧПУ</i></p> <p>1. Подрезать торец выдерживая размер 1,2.</p> <p>2. Точить диаметр выдерживая размер 3,4.</p> <p>3. Точить диаметр выдерживая размер 5,6.</p> <p>4. Снять фаску 1 и 2.</p>	

3 Токарная с ЧПУ

1. Точить диаметр
выдерживая размер 1,2.

2. Точить диаметр
выдерживая размер 3,4.

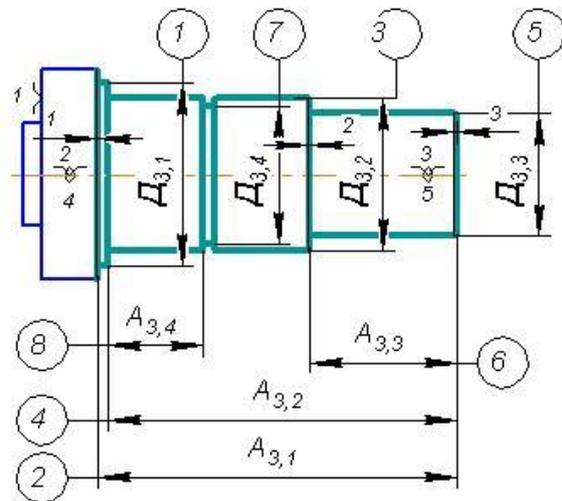
3. Точить диаметр
выдерживая размер 5,6.

4. Точить канавку
выдерживая размер 7,8.

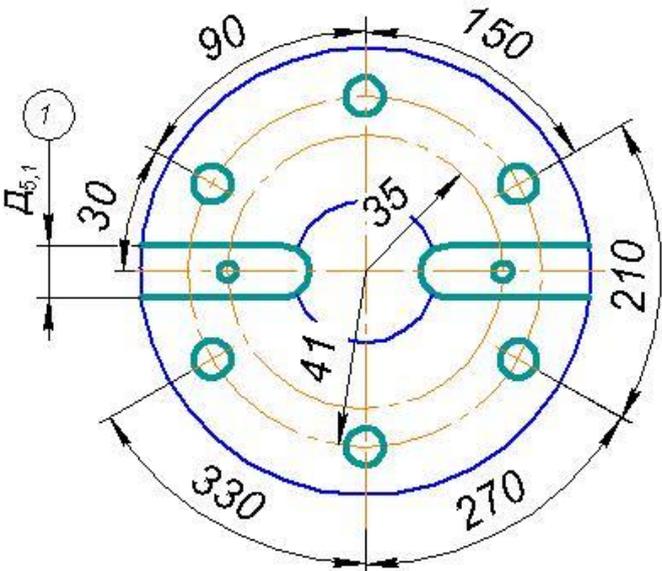
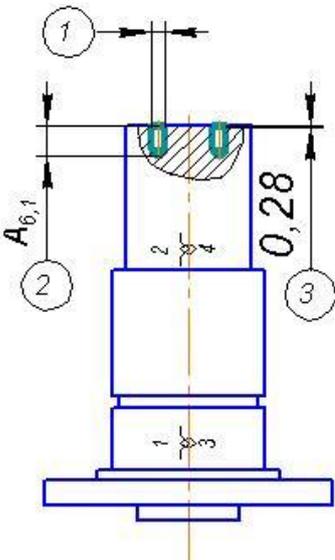
5. Снять фаску 1.

6. Снять фаску 2.

7. Снять фаску 3.



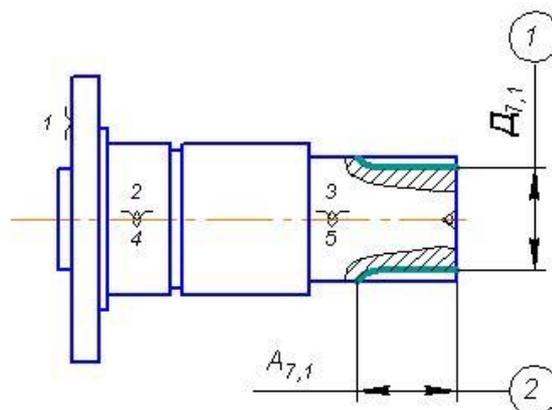
<p><i>4 Круглошлифовальная</i></p> <p>1. Шлифовать диаметр выдерживая размер 1,2. с подшлифовкой торца "а".</p> <p>2. Шлифовать диаметр выдерживая размер 3,4. с подшлифовкой торца "б".</p> <p>3. Шлифовать диаметр на проход выдерживая размер 5.</p> <p>4. Шлифовать диаметр выдерживая размер 6,7. с подшлифовкой торца "с".</p>	
<p><i>5 Фрезерная с ЧПУ</i></p> <p>1. Фрезеровать два паза выдерживая размер 1,2.</p> <p>2. Центровать, сверлить два отверстия выдерживая размер 3.</p> <p>2. Центровать, сверлить шесть отверстий выдерживая размер 4.</p>	

	
<p>6 Коорд. Сверильная</p> <p>1. Сверлить два отверстия выдерживая размер 1,2.</p> <p>2. Снять фаску 3.</p>	

продолжение табл. 2.

7 Зубофрезерная

1. Фрезеровать эвольвентные шлицы
выдерживая размер 1,2.



1.7 Проектирование маршрутной и операционной улучшенной технологии изготовления детали.

Таблица 3

Наименование и содержание операций	Операционный эскиз
<p style="text-align: center;">1 Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Подрезать торец выдерживая размер 1,2.</p> <p>2. Точить диаметр выдерживая размер 3,4.</p> <p>3. Снять фаску 1.</p> <p>4. Центровать отверстие выдерживая размер 5,6.</p>	
<p style="text-align: center;">2 Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Подрезать торец выдерживая размер 1,2.</p> <p>2. Точить диаметр выдерживая размер 3,4.</p> <p>3. Точить диаметр выдерживая размер 5,6.</p> <p>4. Снять фаску 1 и 2.</p>	

3 Токарная с ЧПУ

1. Точить диаметр
выдерживая размер 1,2.

2. Точить диаметр
выдерживая размер 3,4.

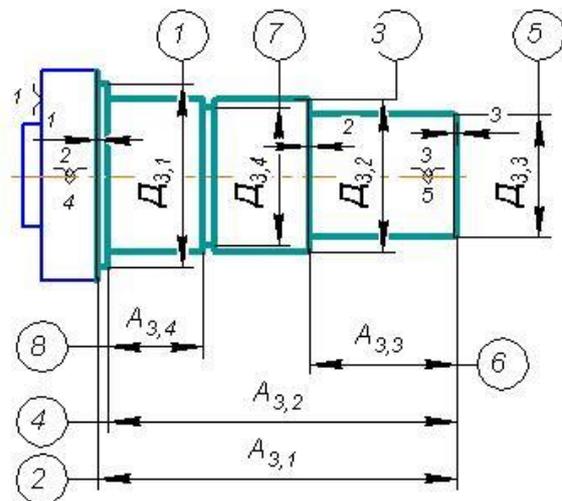
3. Точить диаметр
выдерживая размер 5,6.

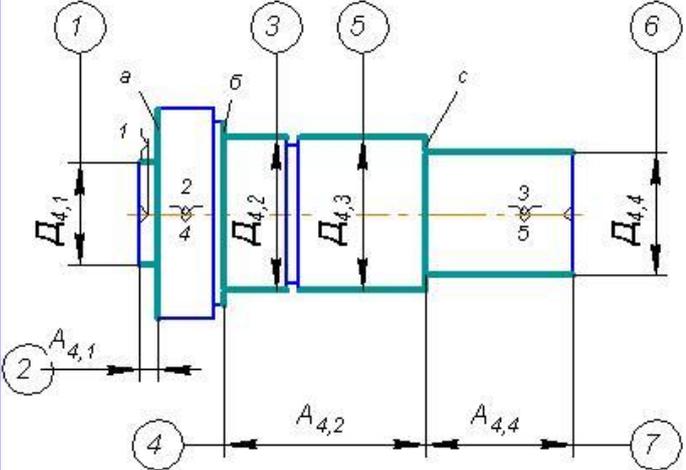
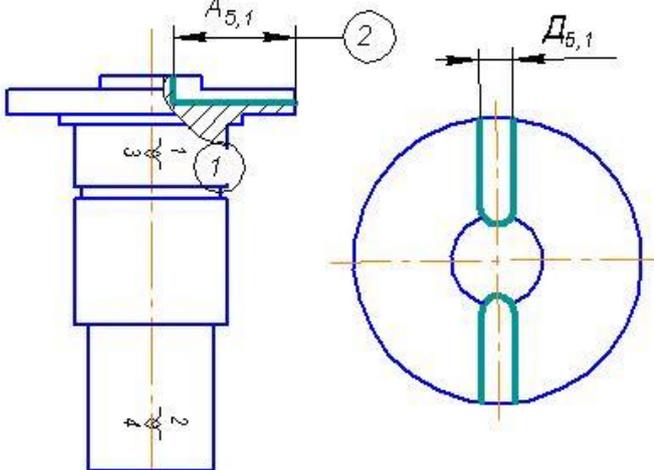
4. Точить канавку
выдерживая размер 7,8.

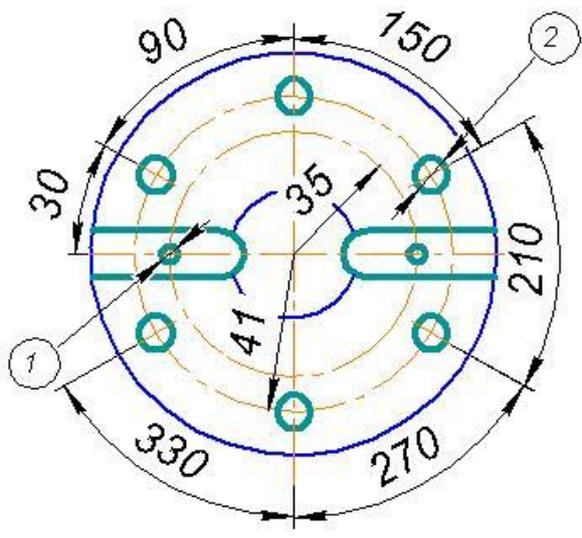
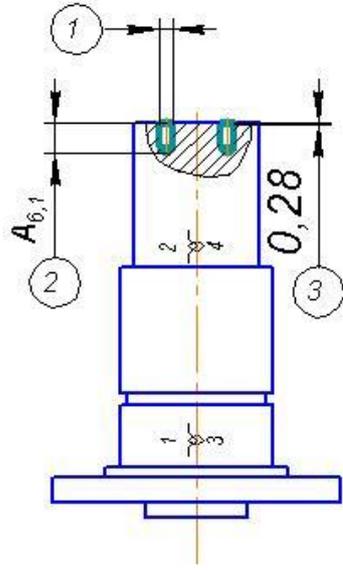
5. Снять фаску 1.

6. Снять фаску 2.

7. Снять фаску 3.

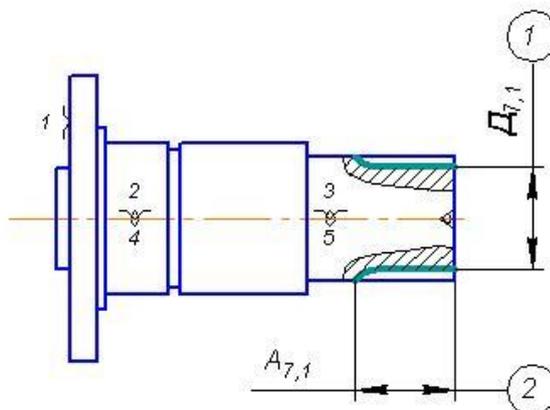


<p><i>4 Круглошлифовальная</i></p> <p>1. Шлифовать диаметр выдерживая размер 1,2. с подшлифовкой торца "а".</p> <p>2. Шлифовать диаметр выдерживая размер 3,4. с подшлифовкой торца "б".</p> <p>3. Шлифовать диаметр на проход выдерживая размер 5.</p> <p>4. Шлифовать диаметр выдерживая размер 6,7. с подшлифовкой торца "с".</p>	
<p><i>5 Фрезерная</i></p> <p>1. Фрезеровать два паза выдерживая размер 1,2.</p>	

<p>6 Сверлильная</p> <p>1. Сверлить два отверстия выдерживая размер 1.</p> <p>2. Сверлить шесть отверстий выдерживая размер 2.</p>	 <p>The drawing shows a circular part with a diameter of 330. It features two horizontal slots, each 41 units wide and 35 units deep. There are two small holes, each 30 units from the left edge, and six larger holes arranged in a circle with a diameter of 210. The distance between the centers of the two slots is 150 units. Callout 1 points to the slots, and callout 2 points to the larger holes.</p>
<p>7 Коорд. Сверлильная</p> <p>1. Сверлить два отверстия выдерживая размер 1,2.</p> <p>2. Снять фаску 3.</p>	 <p>The drawing shows a cylindrical part with a diameter of 0,28. It has two holes, each 1 unit apart from the center. The distance from the center to the edge of the holes is A_{6,1}. Callout 1 points to the holes, callout 2 points to the diameter, and callout 3 points to a chamfered edge.</p>

8 Зубофрезерная

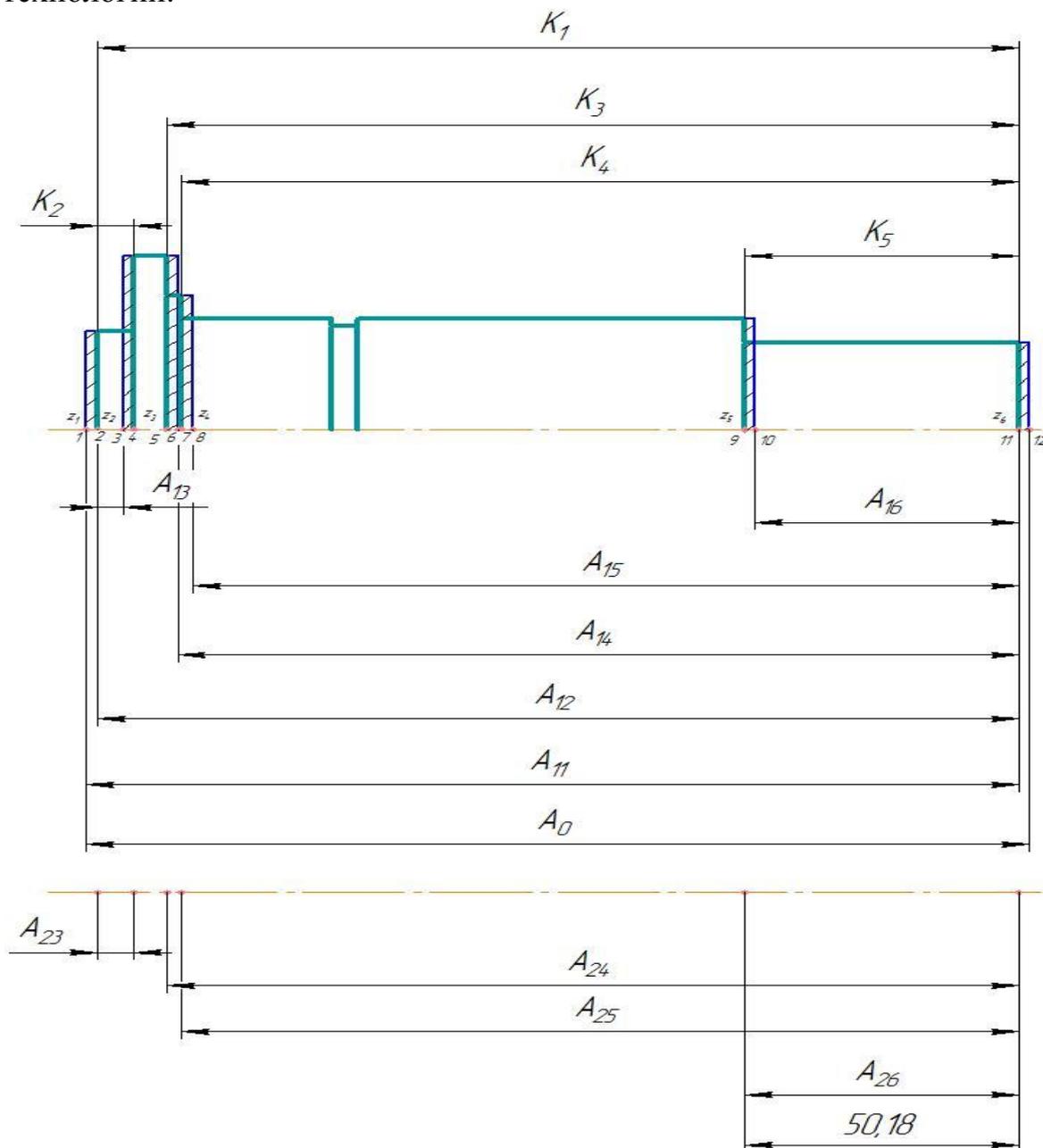
1. Фрезеровать эвольвентные шлицы выдерживая размер 1,2.



1.8 Размерный анализ техпроцесса.

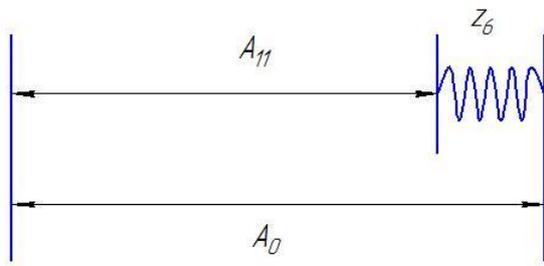
Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологического процесса. Таким способом проверяется обеспечение качества и точности поверхности изделия.

Для расчета минимальных припусков используется размерный анализ. Также определяется выдерживаются ли конструкторские размеры в данной технологии.

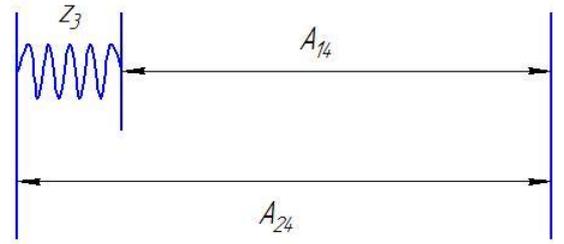


$$\begin{aligned}
 A_{11} &= K_1 + z_6 = 178_{-1} + 3_{-0,3} = 181_{-1,3} \\
 A_{12} &= K_1 = 178_{-1} \\
 A_{13} &= K_2 - z_2 = 12_{-0,4} - 2_{-0,25} = 10_{-0,65} \\
 A_{14} &= K_3 - z_3 = 162_{-1} - 3_{-0,25} = 159_{-1,25} \\
 A_{15} &= K_4 - z_4 = 160_{-1} - 2_{-0,25} = 158_{-1,25} \\
 A_{16} &= K_5 - z_5 = 98_{-0,87} - 2_{-0,25} = 96_{-1,12}
 \end{aligned}$$

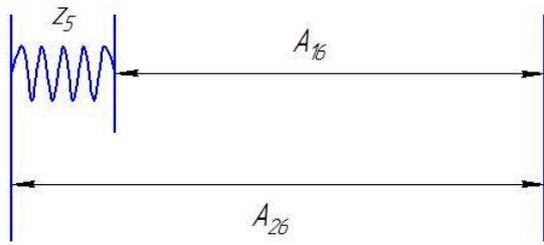
$$\begin{aligned}
 A_{23} &= K_2 = 12_{-0,4} \\
 A_{24} &= K_3 = 162_{-0,25} \\
 A_{25} &= K_4 = 160_{-1} \\
 A_{26} &= K_5 = 98_{-0,87}
 \end{aligned}$$



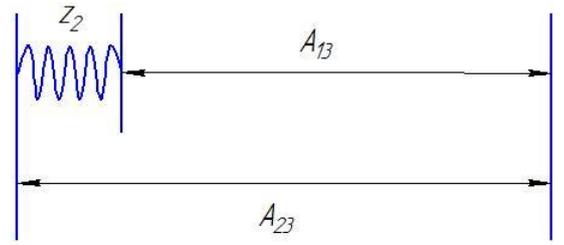
$$Z_6 = A_0 - A_{11} = 183_{-1} - 181_{-13} = 2_{-23}$$



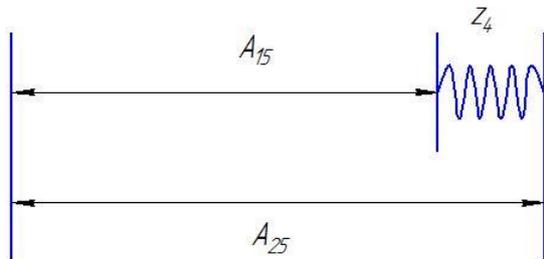
$$Z_3 = A_{24} - A_{14} = 162_{-0.25} - 159_{-1.25} = 3_{-1.5}$$



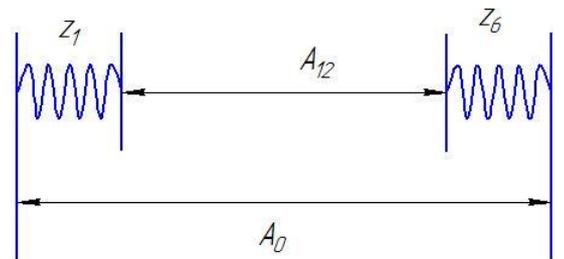
$$Z_5 = A_{26} - A_{16} = 98_{-0.87} - 96_{-1.12} = 2_{-1.99}$$



$$Z_2 = A_{23} - A_{13} = 12_{-0.4} - 10_{-0.65} = 2_{-1.05}$$

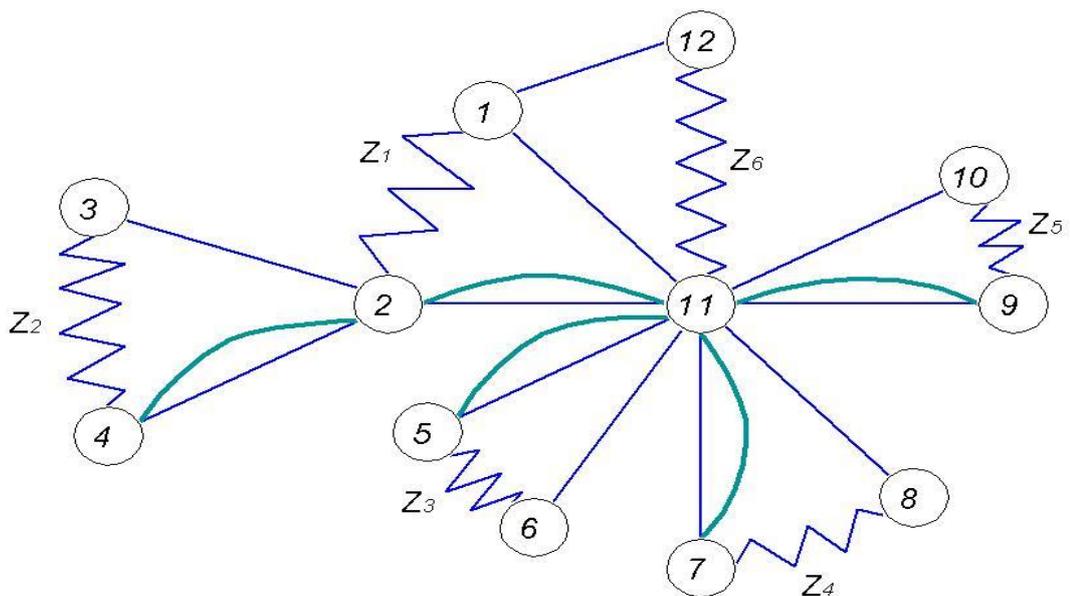


$$Z_4 = A_{25} - A_{15} = 160_{-0.1} - 158_{-0.35} = 2_{-0.45}$$

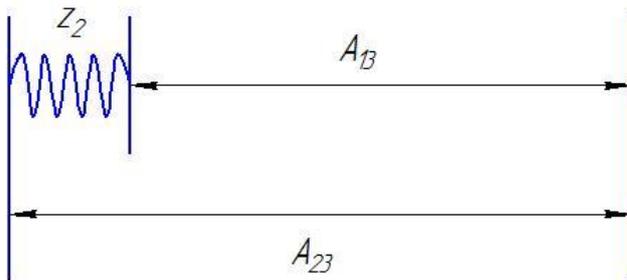


$$Z_1 = A_0 - A_{12} - Z_6 = 183_{-1} - 178_{-1} - 2_{-2.3} = 3_{-4.3}$$

Граф технологических размерных цепей:



1.9 Решение обратной задачи методом максимума-минимума. Расчет значений припусков и конструкторских размеров.



$$Z_2 = A_{23} - A_{13} = 12_{-0,4} - 10_{-0,65} = 2_{-1,05}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

1. По формуле определяем допуск замыкающего звена

$$T_{Z_2} = T_{A_{23}} + T_{A_{13}} = 0,4 + 0,65 = 1,05 \text{ (мм)}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

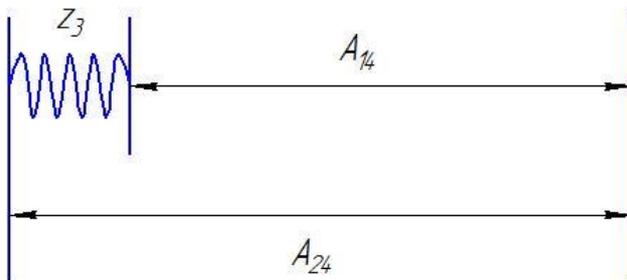
$$\Delta_0 Z_2 = \Delta_0 A_{23} - \Delta_0 A_{13} = 0,525 \text{ (мм)}$$

По соотношениям находим предельные отклонения замыкающего звена

$$BO_{Z_2} = \Delta_0 Z_2 + \frac{T_{Z_2}}{2} = 0,525 + \frac{1,05}{2} = 1,05 \text{ (мм)}$$

$$HO_{Z_2} = \Delta_0 Z_2 - \frac{T_{Z_2}}{2} = 0,525 - \frac{1,05}{2} = 0 \text{ (мм)}$$

Таким образом окончательно получим $Z_2 = 2_{-1,05}$



$$Z_3 = A_{24} - A_{14} = 162_{-0,25} - 159_{-1,25} = 3_{-1,5}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

1. По формуле определяем допуск замыкающего звена

$$T_{Z_3} = T_{A_{24}} + T_{A_{14}} = 0,25 + 1,25 = 1,5 \text{ (мм)}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

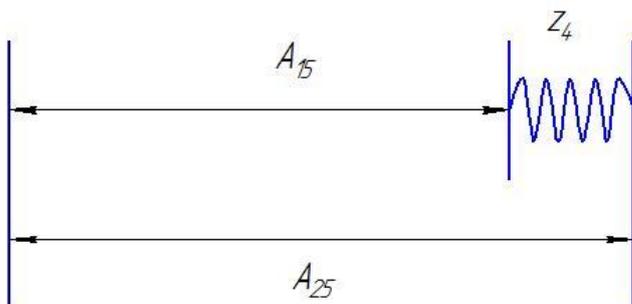
$$\Delta_0 Z_3 = \Delta_0 A_{24} - \Delta_0 A_{14} = 0,75 \text{ (мм)}$$

По соотношениям находим предельные отклонения замыкающего звена

$$BO_{Z_3} = \Delta_0 Z_3 + \frac{T_{Z_3}}{2} = 0,75 + \frac{1,5}{2} = 1,5 \text{ (мм)}$$

$$HO_{Z_3} = \Delta_0 Z_3 - \frac{T_{Z_3}}{2} = 0,75 - \frac{1,5}{2} = 0 \text{ (мм)}$$

Таким образом окончательно получим $Z_3 = 3_{-1,5}$ прямая задача решена верно.



$$Z_4 = A_{25} - A_{15} = 160_{-0,1} - 158_{-0,35} = 2_{-0,45}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена
1. По формуле определяем допуск замыкающего звена

$$T_{Z_4} = T_{A_{25}} + T_{A_{15}} = 0,1 + 0,35 = 0,45 \text{ (мм)}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

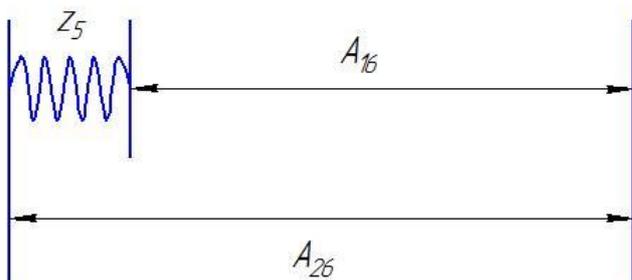
$$\Delta_0 Z_4 = \Delta_0 A_{25} - \Delta_0 A_{15} = 0,225 \text{ (мм)}$$

По соотношениям находим предельные отклонения замыкающего звена

$$BOZ_4 = \Delta_0 Z_4 + \frac{T_{Z_4}}{2} = 0,225 + \frac{0,45}{2} = 0,45 \text{ (мм)}$$

$$HOZ_4 = \Delta_0 Z_4 - \frac{T_{Z_4}}{2} = 0,225 - \frac{0,45}{2} = 0 \text{ (мм)}$$

Таким образом окончательно получим $Z_4 = 2_{-0,45}$ прямая задача решена верно.



$$Z_5 = A_{26} - A_{16} = 98_{-0,87} - 96_{-1,12} = 2_{-1,99}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена
1. По формуле определяем допуск замыкающего звена

$$T_{Z_5} = T_{A_{26}} + T_{A_{16}} = 0,87 + 1,12 = 1,99 \text{ (мм)}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

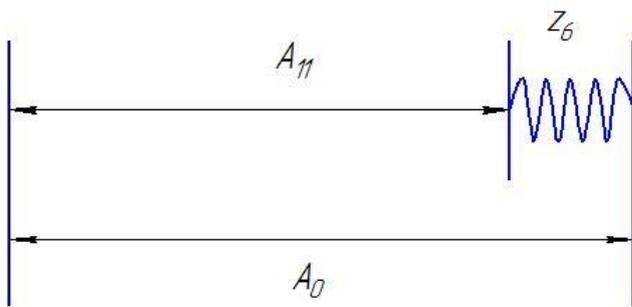
$$\Delta_0 Z_5 = \Delta_0 A_{26} - \Delta_0 A_{16} = 0,995 \text{ (мм)}$$

По соотношениям находим предельные отклонения замыкающего звена

$$BOZ_5 = \Delta_0 Z_5 + \frac{T_{Z_5}}{2} = 0,995 + \frac{1,99}{2} = 1,99 \text{ (мм)}$$

$$HOZ_5 = \Delta_0 Z_5 - \frac{T_{Z_5}}{2} = 0,995 - \frac{1,99}{2} = 0 \text{ (мм)}$$

Таким образом окончательно получим $Z_5 = 2_{-1,99}$ прямая задача решена верно.



$$z_6 = A_0 - A_{11} = 183_{-1} - 181_{-1,3} = 2_{-2,3}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена
1. По формуле определяем допуск замыкающего звена

$$Tz_6 = TA_0 + TA_{11} = 1 + 1,3 = 2,3 \text{ (мм)}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

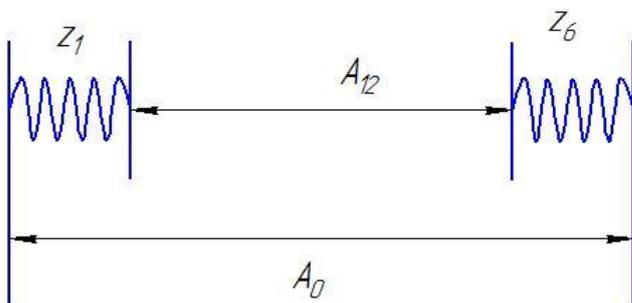
$$\Delta_0 z_6 = \Delta_0 A_0 - \Delta_0 A_{11} = 1,15 \text{ (мм)}$$

По соотношениям находим предельные отклонения замыкающего звена

$$BOz_6 = \Delta_0 z_6 + \frac{Tz_6}{2} = 1,15 + \frac{2,3}{2} = 2,3 \text{ (мм)}$$

$$HOz_6 = \Delta_0 z_6 - \frac{Tz_6}{2} = 1,15 - \frac{2,3}{2} = 0 \text{ (мм)}$$

Таким образом окончательно получим $z_6 = 2_{-2,3}$ прямая задача решена верно.



$$z_1 = A_0 - A_{12} - z_6 = 183_{-1} - 178_{-1} - 2_{-2,3} = 3_{-4,3}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

1. По формуле определяем допуск замыкающего звена

$$Tz_1 = TA_0 + TA_{12} + Tz_6 = 1 + 1 + 2,3 = 4,3 \text{ (мм)}$$

С помощью зависимости вычисляем координаты середины поля допуска замыкающего звена

$$\Delta_0 z_1 = \Delta_0 A_0 - \Delta_0 A_{11} - \Delta_0 z_6 = 2,15 \text{ (мм)}$$

По соотношениям находим предельные отклонения замыкающего звена

$$BOz_1 = \Delta_0 z_1 + \frac{Tz_1}{2} = 2,15 + \frac{4,3}{2} = 4,3 \text{ (мм)}$$

$$HOz_1 = \Delta_0 z_1 - \frac{Tz_1}{2} = 2,15 - \frac{4,3}{2} = 0 \text{ (мм)}$$

Таким образом окончательно получим $z_1 = 3_{-4,3}$ прямая задача решена верно.

Для этого по размерной схеме технологического процесса и графу технологических размерных цепей находится соответствующая размерная цепь. Записывается уравнение размерной цепи и рассчитывается значение замыкающего звена.

Проверяемые значения:

$$K_1 = 178_{-1}$$

$$K_2 = 12_{-0,4}$$

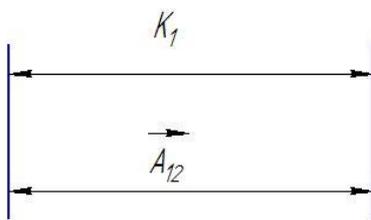
$$K_3 = 162_{-1}$$

$$K_4 = 160_{-0,1}$$

$$K_5 = 98_{-0,87}$$

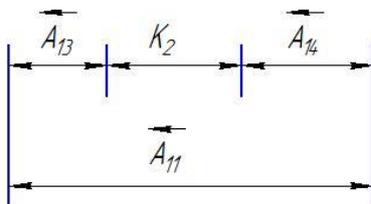
Расчет выполним методом максимума-минимума, при этом будем использовать схему вычисления номинального значения и предельных отклонений замыкающего звена.

1. Конструкторский размер K_1 выдерживается при изготовлении вала непосредственно, совпадая с технологическим размером A_{12} .



$$K_1 = 178_{-1} = A_{12}$$

2. Конструкторский размер $K_2 = A_{11} - A_{14} - A_{13} = 181_{-1,3} + 159_{-1,25} - 10_{-0,65} = 12_{-3,2}$



Тех процесс изготовления вала не обеспечивает получение конструкторского размера $K_2 = 12_{-0,4}$.

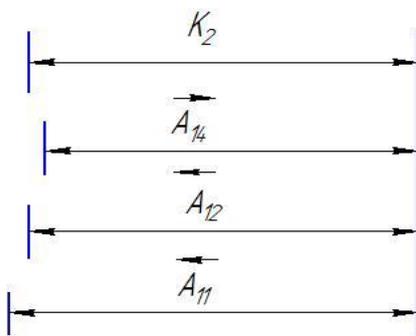
Для обеспечения заданных по чертежу предельных отклонений размера K_2 необходимо лишь откорректировать допуски технологических размеров.

Примем:

$$A_{11} = 181_{-0,13}; A_{14} = 159_{-0,17}; A_{13} = 10_{-0,1}, \text{ тогда получим:}$$

$$\text{Конструкторский размер } K_2 = A_{11} - A_{14} - A_{13} = 181_{-0,13} - 159_{-0,17} - 10_{-0,1} = 12_{-0,4} \text{ получается в соответствии требованиями чертежа.}$$

$$3. \text{ Конструкторский размер } K_3 = A_{11} - A_{12} + A_{14} = 181_{-1,3} - 178_{-1} + 159_{-1,25} = 162_{-3,55}$$



Тех процесс изготовления вала не обеспечивает получение конструкторского размера $K_3 = 162_{-0,25}$

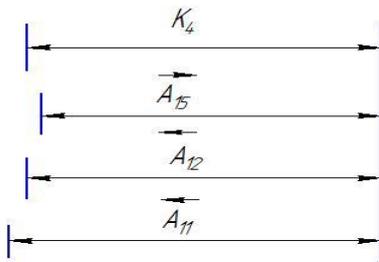
Для обеспечения заданных по чертежу предельных отклонений размера K_3 необходимо лишь откорректировать допуски технологических размеров.

Примем:

$$A_{11} = 181_{-0,13}; A_{12} = 178_{-0,07}; A_{14} = 159_{-0,05}, \text{ тогда получим:}$$

$$\text{Конструкторский размер } K_3 = A_{11} - A_{12} + A_{14} = 181_{-0,13} - 178_{-0,07} + 159_{-0,05} = 162_{-0,25} \text{ получается в соответствии требованиями чертежа.}$$

$$4. \text{ Конструкторский размер } K_4 = A_{11} - A_{12} + A_{15} = 181_{-1,3} - 178_{-1} + 158_{-1,25} = 160_{-3,55}$$



Тех процесс изготовления вала не обеспечивает получение конструкторского размера $K_4 = 160_{-1}$

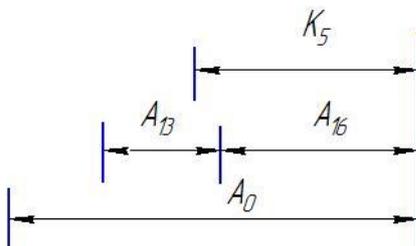
Для обеспечения заданных по чертежу предельных отклонений размера K_4 необходимо лишь откорректировать допуски технологических размеров.

Примем:

$A_{11} = 181_{-0,13}$; $A_{12} = 178_{-0,07}$; $A_{15} = 158_{-0,8}$, тогда получим:

Конструкторский размер $K_3 = A_{11} - A_{12} + A_{14} = 181_{-0,13} - 178_{-0,07} + 158_{-0,8} = 160_{-1}$ получается в соответствии требованием чертежа.

5. Конструкторский размер $K_5 = A_0 - A_{16} + A_{13} = 183_{-1} - 96_{-1,12} + 10_{-0,65} = 98_{-2,77}$



Тех процесс изготовления вала не обеспечивает получение конструкторского размера $K_5 = 98_{-0,87}$

Для обеспечения заданных по чертежу предельных отклонений размера K_4 необходимо лишь откорректировать допуски технологических размеров.

Примем:

$A_0 = 183_{-0,5}$; $A_{16} = 96_{-0,27}$; $A_{13} = 10_{-0,1}$, тогда получим:

Конструкторский размер $K_5 = A_0 - A_{16} + A_{13} = 183_{-0,5} - 96_{-0,27} + 10_{-0,1} = 98_{-0,87}$ получается в соответствии требованием чертежа.

Минимальные значения припусков достаточны для обеспечения требуемого качества поверхностей. Значение этих припусков невелико, что обеспечит достаточно стабильные условия обработки.

Таким образом, рассмотренный технологический процесс в целом должен быть признан удовлетворительным с внесенным в него соответствующих корректировки.

1.10 Расчет режимов резания и расчет основного времени

Токарная операция с ЧПУ:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – T15K6.

Геометрические элементы лезвия трёхгранной пластинки:

$$\varphi = 93; \varphi_1 = 27.$$

1. Глубина резания: $t = Z^C = 2$ мм.

2. Подача по таблице 11 [4, с.266]

для данной глубины резания: $s = 0,8$ мм/об

3. Скорость резания:

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

Принимаем период стойкости инструмента: $T=45$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены [4, с.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

[4, с.261]:

$$K_{MV} = K_{\bar{r}} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}.$$

Значение коэффициента $K_{\bar{r}}$ и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 30ХГСА ГОСТ 4543-71(Хромокремнемарганцевая сталь) берем из таблицы [4, с.262]:

$$K_{\bar{r}} = 0,8, n_V = 1,0;$$

$$K_{MV} = K_{\bar{A}} \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{n_v} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^1 = 1.$$

$$K_{MV} = 1; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,9.$$

Скорость резания, формула :

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,9 = 145 \text{ м/мин}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 145}{3,14 \cdot 96} = 481 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 500 \text{ об/мин}.$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 96 \cdot 500}{1000} = 154 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

Глубина резания в формуле: $t = Z^C = 2 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 0,85.$$

$$K_{MP} = 0,85; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{TP} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 154^{-0,15} \cdot 0,7 = 1677 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1677 \cdot 154}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,2}{0,75} = 5,6 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$5,6 < 11$$

где $N_{\text{ст}}$ – мощность электродвигателя главного привода станка

Шлифовальная операция

Выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда белого:

ПП 200×10×32 22А 40 СМ2 К5 6 ГОСТ 2424-83.

1. По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$V_K = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_K}{1000 \cdot 60},$$

где D_K - диаметр круга; n_K - частота вращения шпинделя.

Тогда:

$$V_K = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 3900}{1000 \cdot 60} = 40,82 \text{ м/с.}$$

3. Скорость детали принимаем в соответствии с рекомендациями приведенными в таблице 55 [4, с. 301]: $V_{\text{заг}} = 30 \text{ м/мин.}$

$$n_{\zeta 1} = \frac{1000 \cdot v_{\zeta}}{\pi D_{\zeta 1}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 50} = 191 \text{ об/мин.}$$

$$n_{\zeta 2} = \frac{1000 \cdot v_{\zeta}}{\pi D_{\zeta 2}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 40} = 238,8 \text{ об/мин.}$$

$$n_{\zeta 3} = \frac{1000 \cdot v_{\zeta}}{\pi D_{\zeta 3}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 42} = 227,5 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_{31} = 200$ об/мин, тогда:

$$n_{32} = 250 \text{ об/мин,}$$

$$n_{33} = 230 \text{ об/мин, тогда}$$

$$v_{\zeta 1} = \frac{\pi D_{\zeta 1} n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 200}{1000} = 31,4 \text{ м/мин.}$$

$$v_{\zeta 2} = \frac{\pi D_{\zeta 2} n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 250}{1000} = 31,4 \text{ м/мин.}$$

$$v_{\zeta 3} = \frac{\pi D_{\zeta 3} n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 230}{1000} = 30,3 \text{ м/мин.}$$

3. Глубину резания выбираем по таблице 55 [4, с. 301]: $t = 0,01$

3. Продольную подачу выбираем по таблице 55 [4, с. 301]: $s = 3$ мм/об.

4. Эффективная мощность, кВт, при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y,$$

где d – диаметр шлифования; значения коэффициента C_N и показателей степени по таблице 56 [4, стр. 303].

$$C_N = 2,2; r = 0,5; x = 0,5; y = 0,55.$$

Тогда:

$$N_1 = C_N \cdot V_{31}^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,2 \cdot 31,4^{0,5} \cdot 0,008^{0,5} \cdot 50^{0,55} = 0,9 \text{ кВт}$$

$$N_2 = C_N \cdot V_{32}^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,2 \cdot 31,4^{0,5} \cdot 0,008^{0,5} \cdot 40^{0,55} = 0,8 \text{ кВт}$$

$$N_3 = C_N \cdot V_{33}^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,2 \cdot 30,3^{0,5} \cdot 0,008^{0,5} \cdot 42^{0,55} = 0,8 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta$$

где $N_{ст} = 11,5$ кВт – мощность главного электродвигателя в кВт;

$$\eta = 0,9 \text{ – КПД привода.}$$

$$0,9 < 10,35.$$

Фрезерная операция

Характеристика режущего инструмента:

Дисковая фреза $D_{\phi}=14$ мм, $z = 2$, $L = 25$ мм.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 6,5 \text{ мм.}$$

$$B = 14 \text{ мм.}$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,14 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T=120 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 46,7$; $q = 0,45$; $x = 0,5$; $m = 0,33$; $y = 0,5$;
 $u = 0,1$;

$p = 0,1$ – определены по таблице 39 [4, с.286].

Коэффициент K_v определяется по формуле :

$$K_{MV} = 1; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,9.$$

Скорость резания, формула :

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{46,7 \cdot 12^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 6,5^{0,5} \cdot 0,14^{0,5} \cdot 14^1 \cdot 2^1} = 64,4 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 64,4}{3,14 \cdot 12} = 1709 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 1500}{1000} = 56,52 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_M = S_Z \cdot z \cdot n_{\text{ст}} = 0,14 \cdot 2 \cdot 1500 = 420 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$S_{\text{Мст}} = 400$ мм/мин.

$$S_{Z \text{ факт}} = \frac{S_{\text{Мст}}}{z \cdot n_{\text{ст}}} = \frac{400}{2 \cdot 1500} = 0,133 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$$

7. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мп}}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 82$; $x = 0,75$; $y = 0,6$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$ – определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,94.$$

Окружная сила, формула

$$P_Z = \frac{10 \cdot \tilde{N}_\delta \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot \hat{E}_{i\delta} = \frac{10 \cdot 82 \cdot 6,5^{0,75} \cdot 0,14^{0,6} \cdot 0,25^1 \cdot 2}{12^{0,86} \cdot 1500^0} \cdot 0,94 = 56,65 \text{ Н}.$$

8. Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{56,65 \cdot 12}{2 \cdot 100} = 3,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{56,65 \cdot 56,52}{1020 \cdot 60} = 0,05 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 11 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Сверлильная операция: отверстие Ø6,8 мм

Материал сверла – быстрорежущая сталь P6M5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 6,8 = 3,4$ мм.

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,15$ мм/об. Принимаем по паспорту $S=0,15$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:
 $T=25$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_{\bar{A}} \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{n_v} = 0,7 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{0,9} = 0,85$$

Значение коэффициента $K_{\bar{A}}$ и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 30ХГСА ГОСТ 4543-71(Хромокремнемарганцевая сталь) берем из таблицы 2 [4, с.262]:
 $K_{\bar{A}} = 0,7$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{ИV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,85.$$

Скорость резания, формула :

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 6,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,85 = 25,5 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 25,5}{3,14 \cdot 6,8} = 1194,3 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 1000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,8 \cdot 1000}{1000} = 21,35 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_p = K_{MP} = 0,85$

Крутящий момент, формула :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,8^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,85 = 3 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле :

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6,8^{1,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,85 = 587 \text{ Н}.$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{3 \cdot 1000}{9750} = 0,307 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Сверлильная операция: отверстие Ø3,3 мм

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 3,3 = 1,65$ мм.

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,09$ мм/об. Принимаем по паспорту $S=0,1$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:
 $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 30ХГСА ГОСТ 4543-71 (Хромокремнемарганцевая сталь) берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_r = 1,0, \quad n_v = 0,9.$$

По таблице 6 [4, с.263] $K_{IIV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула :

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 3^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,22 = 36,64 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36,64}{3,14 \cdot 3} = 3890 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 2000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 2000}{1000} = 18,84 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_P = K_{MP} = 0,85$

Крутящий момент, формула :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 0,42 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 346 \text{ Н}.$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{0,42 \cdot 2000}{9750} = 0,086 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Зубофрезерная операция

Характеристика режущего инструмента:

Фреза червячная $D_{\phi} = 27 \text{ мм}$, $z = 20$.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 4 \text{ мм}.$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,14 \text{ мм/зуб}.$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T = 120 \text{ мин}.$$

Значения коэффициентов: $C_V = 68,5$; $q = 0,25$; $x = 0,3$; $m = 0,2$; $y = 0,2$; $u = 0,1$;

$p = 0,1$ – определены по таблице 39 [4, с.286].

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_{MV} = 1,25; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,9.$$

Скорость резания, формула (20):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{68,5 \cdot 27^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 4^{0,3} \cdot 0,14^{0,2} \cdot 5^{0,1} \cdot 20^{0,1}} \cdot 0,9 = 36,7 \text{ м/мин}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36,7}{3,14 \cdot 27} = 432,88 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 450 \text{ об/мин}.$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 450}{1000} = 38,15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{\text{ст}} = 0,14 \cdot 20 \cdot 450 = 1260 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}.$$

$$S_{M\text{ст}} = 1200 \text{ мм/мин}.$$

$$S_{z \text{ факт}} = \frac{S_{M\text{ст}}}{z \cdot n_{\text{ст}}} = \frac{1200}{20 \cdot 450} = 0,133 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}.$$

7. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$ – определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,94.$$

Окружная сила, формула :

$$P_z = \frac{10 \cdot \tilde{N}_d \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot \hat{E}_{i\delta} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4^{0,86} \cdot 0,14^{0,72} \cdot 5^1 \cdot 20}{27^{0,86} \cdot 432,88^0} \cdot 0,94 = 300 \text{ Вт}.$$

8. Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{300 \cdot 27}{2 \cdot 100} = 40,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{300 \cdot 38,15}{1020 \cdot 60} = 0,187 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 11 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Общее основное время всех операций

При обработке детали на станках с ЧПУ основное время определяется как сумма времени на все не совмещаемые технологические переходы и время на вспомогательные ходы станка

$$T_0 = \frac{L_1}{S_{M01}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_2}{S_{M02}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_i}{n_i S_{0i}} + T_{\text{вспом}}$$

Где $T_{\text{вспом}}$ = время на смену инструмента и подвод инструмента = 0,04 мин

Основное время первой операции: токарная

$$\begin{aligned} T_{01} &= \frac{L_1}{S_{M01}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_2}{S_{M02}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_i}{n_i S_{0i}} + T_{\text{вспом}} = \\ &= \frac{93}{150} + 0,04 + \frac{12}{1200} + 0,04 = 0,71 \text{ мин} \end{aligned}$$

Основное время второй операции: токарная

$$T_{02} = \frac{L_1}{S_{M01}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_2}{S_{M02}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_i}{n_i S_{0i}} + T_{\text{вспом}} = \frac{93}{150} + \frac{3,95}{150} = 0,68 \text{ мин}$$

Основное время третьей операции: токарная

$$\begin{aligned} T_{03} &= \frac{L_1}{S_{M01}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_2}{S_{M02}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_i}{n_i S_{0i}} + T_{\text{вспом}} = \\ &= \frac{162}{150} + \frac{160}{150} + \frac{60}{150} + 0,04 + \frac{134}{150} = 3,47 \text{ мин} \end{aligned}$$

Основное время четвертой операции: шлифовальная

$$T_{04} = \frac{L_1}{S_{M1} \cdot n_1} \cdot K + \frac{L_2}{S_{M2} \cdot n_2} \cdot K + \frac{L_i}{S_{Mi} \cdot n_i} \cdot K$$

$$= \frac{4}{200 \cdot 3,4} \cdot 1,4 + \frac{98}{250 \cdot 3,4} \cdot 1,4 + \frac{62}{230 \cdot 3,3} \cdot 1,4 = 3 \text{ мин}$$

Где K=коэффициент учитывающий время на вывод искры = 1,4 мин

Основное время пятой операции: фрезерная

$$T_{05} = \frac{L_1}{S_{M01}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_2}{S_{M02}} + T_{\text{вспом}} + \frac{L_i}{n_i S_{0i}} + T_{\text{вспом}} =$$

$$= \frac{35}{420} + 0,04 + \frac{14}{25,5 \cdot 0,15} \cdot 6 + 0,04 + \frac{14}{36,64 \cdot 0,1} \cdot 2 = 15,28 \text{ мин}$$

Основное время шестой операции: координатноверлильная

$$T_{06} = \frac{L}{S_M} \cdot 2 = \frac{27}{36,64 \cdot 0,1} \cdot 2 = 14,7 \text{ мин}$$

Основное время седьмой операции: зубофрезерная

$$T_{07} = \frac{L}{S_M} = \frac{49,57}{1260} 20 = 7,8 \text{ мин}$$

$$T_{01} = 0,71 \text{ мин};$$

$$T_{02} = 0,68 \text{ мин};$$

$$T_{03} = 3,47 \text{ мин};$$

$$T_{04} = 3 \text{ мин};$$

$$T_{05} = 15,28 \text{ мин};$$

$$T_{06} = 14,7 \text{ мин};$$

$$T_{07} = 7,8 \text{ мин}$$

1.11 Расчет режимов резания и расчет основного времени для измененных операций.

Фрезерная операция

Характеристика режущего инструмента:

Дисковая фреза $D_{\phi}=14$ мм, $z = 3$, $L = 25$ мм.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 6,5 \text{ мм.}$$

$$B = 14 \text{ мм.}$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,15 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T=120 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 46,7$; $q = 0,45$; $x = 0,5$; $m = 0,33$; $y = 0,5$;

$u = 0,1$;

$p = 0,1$ – определены по таблице 39 [4, с.286].

Коэффициент K_v определяется по формуле :

$$K_{MV} = 1; K_{PIV} = 0,9; K_{IIV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,9.$$

Скорость резания, формула :

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{46,7 \cdot 12^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 6,5^{0,5} \cdot 0,15^{0,5} \cdot 14^1 \cdot 2^1} = 11,1 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 11,1}{3,14 \cdot 14} = 252 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 250 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 250}{1000} = 11 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_M = S_Z \cdot z \cdot n_{\text{ст}} = 0,15 \cdot 3 \cdot 250 = 112,5 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$S_{\text{Мст}} = 400 \text{ мм/мин.}$

$$S_{Z \text{ факт}} = \frac{S_{\text{Мст}}}{z \cdot n_{\text{ст}}} = \frac{120}{2 \cdot 250} = 0,24 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$$

7. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мп}}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 82$; $x = 0,75$; $y = 0,6$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$ – определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,94.$$

Окружная сила, формула

$$P_Z = \frac{10 \cdot \tilde{N}_\delta \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot \hat{E}_{i\delta} = \frac{10 \cdot 82 \cdot 6,5^{0,75} \cdot 0,15^{0,6} \cdot 14^1 \cdot 2}{14^{0,86} \cdot 250^0} \cdot 0,94 = 28,2 \text{ Н}.$$

8. Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{28,2 \cdot 14}{2 \cdot 100} = 1,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{28,2 \cdot 11}{1020 \cdot 60} = 0,05 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 7 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Сверлильная операция: отверстие Ø6,8 мм

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 6,8 = 3,4 \text{ мм}.$

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,15$ мм/об. Принимаем по паспорту $S=0,15$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]: $T=25$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_{\bar{A}} \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{n_V} = 0,7 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{0,9} = 0,85$$

Значение коэффициента $K_{\bar{A}}$ и показатель степени n_V для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 30ХГСА ГОСТ 4543-71 (Хромокремнемарганцевая сталь) берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_{\bar{A}} = 0,7, \quad n_V = 0,9.$$

По таблице 6 [4, с.263] $K_{ИV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,85.$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 6,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,85 = 25,5 \text{ м/мин}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 25,5}{3,14 \cdot 6,8} = 1194,3 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 1500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,8 \cdot 1500}{1000} = 32,02 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_p = K_{MP} = 0,85$

Крутящий момент, формула :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,8^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,85 = 3 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле :

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6,8^{1,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,85 = 587 \text{ Н}.$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{3 \cdot 1500}{9750} = 0,461 \text{ кВт}.$$

Сверлильная операция: отверстие Ø3,3 мм

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 3,3 = 1,65$ мм.

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,09$ мм/об. Принимаем по паспорту $S=0,1$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:
 $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_G \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{n_V} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_G и показатель степени n_V для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 30ХГСА ГОСТ 4543-71 (Хромокремнемарганцевая сталь) берем из таблицы 2 [4, с.262]:
 $K_G = 1,0$, $n_V = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{IIV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула :

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 3^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,22 = 36,64 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36,64}{3,14 \cdot 3} = 3890 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1750 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 1750}{1000} = 16,4 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_P = K_{MP} = 0,85$

Крутящий момент, формула :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 0,42 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 346 \text{ Н}.$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{0,42 \cdot 1750}{9750} = 0,075 \text{ кВт}.$$

Основное время пятой операции: фрезерная

$$T_{05} = \frac{L_1}{S_{M01}} \cdot 2 = \frac{35}{11} \cdot 2 = 6,36 \text{ мин}$$

Основное время шестой операции: сверлильная

$$T_{06} = \frac{L_1}{S_{M01}} \cdot 2 + \frac{L_2}{S_{M02}} \cdot 6 = \frac{5,5}{18,84 \cdot 0,1} \cdot 2 + \frac{12}{21,35 \cdot 0,15} \cdot 6 = 2,5 \text{ мин}$$

1.12 Нормирование технологического процесса

Техническое нормирование устанавливает технически обоснованную норму расхода производственных ресурсов - рабочего времени, энергии, сырья, материалов, инструментов и т.п. Основы технологического нормирования устанавливает ГОСТ 3.1109-82. Главными целями нормирования являются:

- грамотно разработанный технологический процесс;
- себестоимость изготовления детали должна быть минимальна;
- трудоемкость изготовления детали должна быть минимальна.

Нормирование осуществляется методами технического нормирования и опытно-статического нормирования.

Норма времени, которое дается на обработку детали или каких-то поверхностей детали на данной технологической операции называется нормой штучного времени и складывается из:

- 1.основного (машинного) времени;
- 2.уход рабочего места;
- 3.вспомогательного времени;
- 4.остановов на отдых и другие потребности.

Технологическое время, в процессе которого происходит поверхностные деформации (удаление стружки) т.е. меняется форма детали, ее вид и размер. Машинно-автоматическим – называют процесс обработки изделия без участия человека(оператора).

Машинно-ручным – называется процесс изготовления изделия с участием человека(оператором) т.е. отвод, подвод инструмента или перемещение изделия руками рабочего.

В время обработки входит время, потраченное на подвод и вывод инструмента, на холостые ходы.

При расчете времени обработки все это учитывается.

Вспомогательное время:

- 1.Пуск, останов, переключение скоростей и подач.
- 2.Установка заготовок, деталей, приспособлений.
- 3.Смена и подвод инструмента.
- 4.Контроль размеров детали вовремя обработки.

Вспомогательное время бывает, машинно-ручным, машинным, ручным.

Техническое и организационное время на обслуживание рабочим своего места работы в процессе данной работы и включает в себя:

1. время на наладку и использование станка (подбор режимов резания);
2. время на заточку и правку изношенного инструмента;
3. время на уборку станка от стружки;
4. время на упорядочность сложенного инструмента до и после работы.
5. время на обслуживание станка (смазка);
6. время на пробный запуск оборудования;

Время перерывов на отдых и физиологические потребности берется в процентах от операционного времени (операционное время это сумма основного и вспомогательного времени).

Методика расчета изложена в литературе [1 .стр 101].

Расчёт вспомогательного времени, для первой операции. Токарная.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст}=0,35$ мин.

Прил.1 [8 .стр 40].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{з.о} =0,4$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{вкл}=0,01$ мин ; - выключить $t_{выкл}=0,01$ мин

$T_{см.ин.}$ - время смены инструмента, мин; $T_{см.ин.}=0,04$ мин.

В операции задействовано 2 инструмента $=0,08$ мин $T_{уп} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{из} =0,18$ мин;

штангель 0,18

Прил.2 [8 .стр 56].

$$T_B = T_{уст} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_B = (0,35 + 0,4 + 0,4 + 0,18)1,85 = 2,5 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = T_o + T_B$$

$$T_{оп} = 0,71 + 2,5 = 3,21 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$T_{обсл} = T_{отдых} = 6-8\%$ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot P_{об.от}/100$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot P_{об.от}/100 = 3,21 \cdot 7/100 = 0,22 \text{ мин.}$$

$$T_{об.от} = 0,22 \text{ мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{п.з} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з}}{100} + T_B + T_{об.от}$$

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з}}{100} + T_B + T_{об.от} = \frac{27}{100} + 0,71 + 2,5 + 0,22 = 3,7 \text{ мин.}$$

Расчёт вспомогательного времени, для второй операции. Токарная.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст}=0,35$ мин.

Прил.1 [8 .стр 40].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{з.о} =0,4$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{вкл}=0,01$ мин ; - выключить $t_{выкл}=0,01$ мин

В операции задействовано 1 инструмента $=0,04$ мин $T_{уп} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{из} = 0,18$ мин;

штангель 0,18

Прил.2 [8 .стр 56].

$$T_B = T_{уст} + T_{уп} + T_{из}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_B = (0,35 + 0,4 + 0,18)1,85 = 1,7 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = T_o + T_B$$

$$T_{оп} = 0,68 + 1,7 = 2,38 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$T_{обсл} = T_{отдых} = 6-8\%$ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot P_{об.от}/100$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot P_{об.от}/100 = 2,38 \cdot 7/100 = 0,16 \text{ мин.}$$

$$T_{об.от} = 0,16 \text{ мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{п.з} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з}}{100} + T_B + T_{об.от}$$

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з}}{100} + T_B + T_{об.от} = \frac{27}{100} + 0,68 + 1,7 + 0,16 = 2,81 \text{ мин.}$$

Расчёт вспомогательного времени, для третьей операции. Токарная.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст}=2,6$ мин.

Прил.1 [8 .стр 40].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{з.о} = 0,4$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{вкл}=0,01$ мин ; - выключить $t_{выкл}=0,01$ мин

В операции задействовано 1 инструмента $=0,04$ мин $T_{уп} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{из} = 0,4$ мин;

штангель 0,18, микрометр 0,22

Прил.2 [8 .стр 56].

$$T_B = T_{уст} + T_{уп} + T_{из}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_B = (2,6 + 0,4 + 0,4)1,85 = 3,4 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = T_o + T_B$$

$$T_{оп} = 3,47 + 3,4 = 6,87 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$$T_{обсл} = T_{отдых} = 6-8\% \text{ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].}$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot P_{об.от}/100$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot P_{об.от}/100 = 6,87 \cdot 7/100 = 0,48 \text{ мин.}$$

$$T_{об.от} = 0,48 \text{ мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{п.з} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з}}{100} + T_B + T_{об.от}$$

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з}}{100} + T_B + T_{об.от} = \frac{27}{100} + 3,47 + 3,4 + 0,48 = 7,62 \text{ мин.}$$

Расчёт вспомогательного времени, для четвертой операции. Шлифование.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст}=0,41$ мин.

Прил.1 [8 .стр 91].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{з.о} = 0,44$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{вкл}=0,01$ мин ; - выключить $t_{выкл}=0,01$ мин

В операции задействовано 1 инструмента $=0,04$ мин $T_{уп} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{из} = 0,28$ мин;

микрометр 0,22; скоба 0,06

Прил.1 [8 .стр 91].

$$T_B = T_{уст} + T_{уп} + T_{из}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_B = (0,41 + 0,4 + 0,28)1,85 = 1,03 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = T_o + T_B$$

$$T_{оп} = 3 + 1,03 = 4,03 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$$T_{обсл} = T_{отдых} = 6-8\% \text{ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].}$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot P_{об.от}/100$$

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot P_{об.от}/100 = 4,03 \cdot 7/100 = 0,28 \text{ мин.}$$

$$T_{об.от} = 0,28 \text{ мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{п.з} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}} = \frac{27}{100} + 3 + 1,03 + 0,28 = 4,58 \text{ мин.}$$

Расчёт вспомогательного времени, для пятой операции. Фрезерная.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{\text{уст}}=0,35$ мин.

Прил.1 [8 .стр 40].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{\text{з.о}} =0,4$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{\text{вкл}}=0,01$ мин ; - выключить $t_{\text{выкл}}=0,01$ мин

В операции задействовано 3 инструмента $=0,12$ мин $T_{\text{уп}} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{\text{из}} =0,3$ мин;

набор концевых мер 0,08, микрометр 0,22

Прил.2 [8 .стр 56].

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_{\text{в}} = (0,35 + 0,4 + 0,3)1,85 = 1,9 \text{ мин.}$$

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

$$T_{\text{оп}} = 15,28 + 1,9 = 17,18 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$T_{\text{обсл}} = T_{\text{отдых}} = 6-8\%$ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100$$

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100 = 17,18 \cdot 7/100 = 1,2 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об.от}} = 1,2 \text{ мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{\text{п.з}} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}}$$

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}} = \frac{27}{100} + 15,28 + 1,05 + 1,2 = 17,8 \text{ мин.}$$

Расчёт вспомогательного времени, для шестой операции. Сверильная.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{\text{уст}}=0,35$ мин.

Прил.1 [8 .стр 40].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{\text{з.о}} =0,4$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{\text{вкл}}=0,01$ мин ; - выключить $t_{\text{выкл}}=0,01$ мин

В операции задействовано 1 инструмента $=0,04$ мин $T_{\text{уп}} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{\text{из}} =0,18$ мин;

штангель 0,18,

Прил.2 [8 .стр 56].

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_{\text{в}} = (0,35 + 0,4 + 0,18)1,85 = 1,7\text{мин.}$$

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

$$T_{\text{оп}} = 14,7 + 1,7 = 16,4\text{мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$T_{\text{обсл}} = T_{\text{отдых}} = 6-8\%$ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100$$

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100 = 16,4 \cdot 7/100 = 1,14\text{мин.}$$

$$T_{\text{об.от}} = 1,14\text{мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{\text{п.з}} = 14 + 6 + 7 = 27\text{мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}}$$

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}} = \frac{27}{100} + 14,7 + 1,7 + 1,14 = 17,81\text{мин.}$$

Расчёт вспомогательного времени, для седьмой операции. Зубофрезерная.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{\text{уст}}=0,28$ мин.

Прил.1 [8 .стр 40].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{\text{з.о}} =0,4$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{\text{вкл}}=0,01$ мин ; - выключить $t_{\text{выкл}}=0,01$ мин

В операции задействовано 1 инструмента $=0,04$ мин $T_{\text{уп}} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{\text{из}} =0,7$ мин;

ролик 0,4, микрометр 0,22, кольцо 0,08

Прил.2 [8 .стр 56].

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_{\text{в}} = (0,28 + 0,4 + 0,7)1,85 = 2,55\text{мин.}$$

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

$$T_{\text{оп}} = 7,8 + 2,55 = 10,35\text{мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{отдых}} = 6-8\% \text{ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].}$$

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100$$

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100 = 10,35 \cdot 7/100 = 0,72 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об.от}} = 0,72 \text{ мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{\text{п.з}} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}}$$

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}} = \frac{27}{100} + 7,8 + 2,55 + 0,72 = 11,34 \text{ мин.}$$

1.13 Нормирование технологического процесса измененных операций.

Расчёт вспомогательного времени, для пятой операции. Фрезерная.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{\text{уст}}=0,35$ мин.

Прил.1 [8 .стр 40].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{\text{з.о}}=0,4$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{\text{вкл}}=0,01$ мин ; - выключить $t_{\text{выкл}}=0,01$ мин

В операции задействовано 3 инструмента $=0,12$ мин $T_{\text{уп}} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{\text{из}}=0,18$ мин;

штангель 0,18

Прил.2 [8 .стр 56].

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_{\text{в}} = (0,35 + 0,4 + 0,18)1,85 = 1,7 \text{ мин.}$$

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

$$T_{\text{оп}} = 6,36 + 1,7 = 8,2 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{отдых}} = 6-8\% \text{ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].}$$

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100$$

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100 = 8,2 \cdot 7/100 = 0,2 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об.от}} = 0,2 \text{ мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{\text{п.з}} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}} = \frac{27}{100} + 1,27 + 1,7 + 0,2 = 3,44 \text{ мин.}$$

Расчёт вспомогательного времени, для шестой операции. Сверильная.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{\text{уст}}=2,5$ мин.

Прил.1 [8 .стр 40].

Вспомогательное время закрепление детали, $T_{\text{з.о}}=0,8$ мин

Прил.1 [8 .стр 48].

Вспомогательное время на приемы управления станками,

Прил.1. [8 .стр 50].

- включить $t_{\text{вкл}}=0,01$ мин ; - выключить $t_{\text{выкл}}=0,01$ мин

В операции задействовано 2 инструмента $=0,08$ мин $T_{\text{уп}} = 0,4$ мин

Время на контрольные измерения $T_{\text{из}} = 0,18$ мин;

штангель 0,18,

Прил.2 [8 .стр 56].

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$$

Коэффициент для среднесерийного производства $R=1,85$

$$T_{\text{в}} = (2,5 + 0,4 + 0,18)1,85 = 5,6 \text{ мин.}$$

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

$$T_{\text{оп}} = 2,5 + 5,6 = 8,1 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$T_{\text{обсл}} = T_{\text{отдых}} = 6-8\%$ от оперативного времени Прил.6,1 [1 .стр 214].

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100$$

$$T_{\text{об.от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}/100 = 8,1 \cdot 7/100 = 0,56 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{об.от}} = 0,56 \text{ мин.}$$

Состав подготовительно - заключительного времени Прил.6,5 [1 .стр 217].

$$T_{\text{п.з}} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ мин}$$

Штучное - калькуляционное время

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}}$$

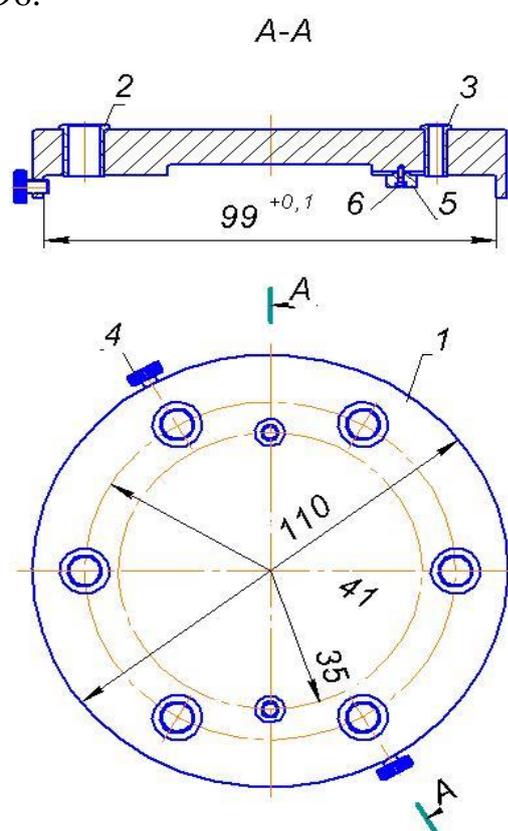
$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{100} + T_{\text{в}} + T_{\text{об.от}} = \frac{27}{100} + 2,5 + 5,6 + 0,56 = 8,93 \text{ мин}$$

2.1. Описание конструкции приспособления

Приспособление предназначено для крепления заготовок и обеспечения правильного положения инструмента относительно оси обрабатываемого отверстия на сверлильных станках.

Приспособление состоит корпуса (1), к которому жёстко прикреплены кондукторные втулки (2-3) для сверления 6-отв $\varnothing 6,8$ и 2-отв $\varnothing 3,3$. В качестве направляющих и точного положения накладного кондуктора, к корпусу привинчиваются двумя болтами М4 (6) ГОСТ1491-80 две установочные шпонки (5). Для закрепления и устойчивого положения приспособления к детали с торцов корпуса накладного кондуктора ввинчиваются два винта (4).

Закрепление детали осуществляется с помощью тисов с призматическими губками ГОСТ 16518-96.



2.2 Расчет усилия зажима.

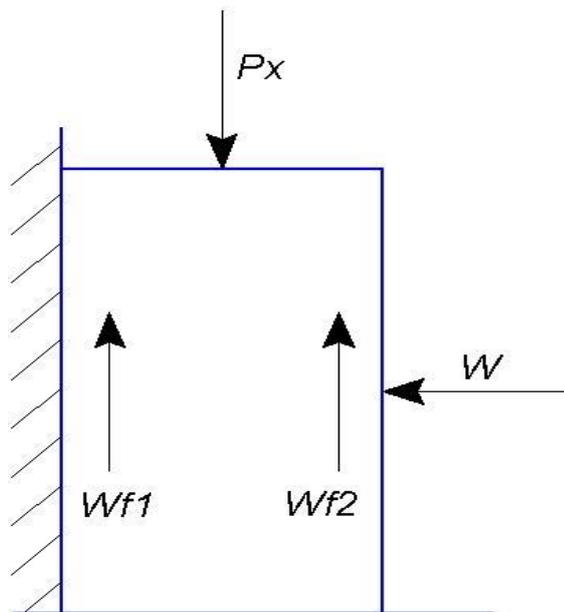


Схема взаимодействий сил резанья и зажима.

P_x – сила резания = 587Н; 346Н

W – сила зажима;

$Wf_1; Wf_2$ – сила трения;

$f_1; f_2$ – коэффициент трения = 0,3;

Силы зажима W и резания P_x , направлены взаимно перпендикулярно, и силе резания противодействуют силы трения на опоре Wf_1 и в точке зажима Wf_2 . В этом случае.

$$Wf_1 + Wf_2 = KP_x,$$

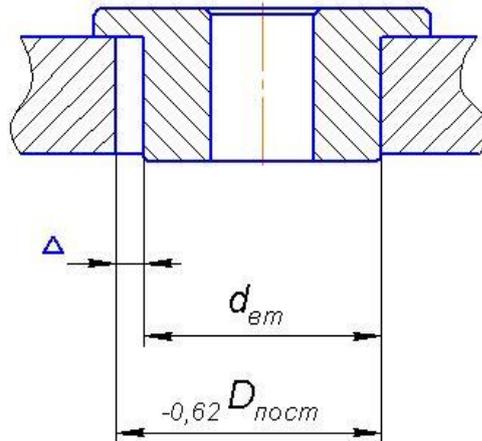
где K - коэффициент запаса. $K=2$

При $f_1 = f_2 = 0,3$

$$W = 0,6KP_x = 0,6 \cdot 2 \cdot 587 = 704Н \text{ (для сверла } \varnothing 6,80)$$

$$W = 0,6KP_x = 0,6 \cdot 2 \cdot 346 = 415Н \text{ (для сверла } \varnothing 3,3)$$

2.3 Погрешность кондукторной втулки.



Погрешность расположения отверстия под рабочую втулку в кондукторной плите.

$$\omega = F \cdot \delta,$$

где δ - допуск на межцентровое расстояние между осями постоянных кондукторных втулок в кондукторной плите $\delta=0,18$;

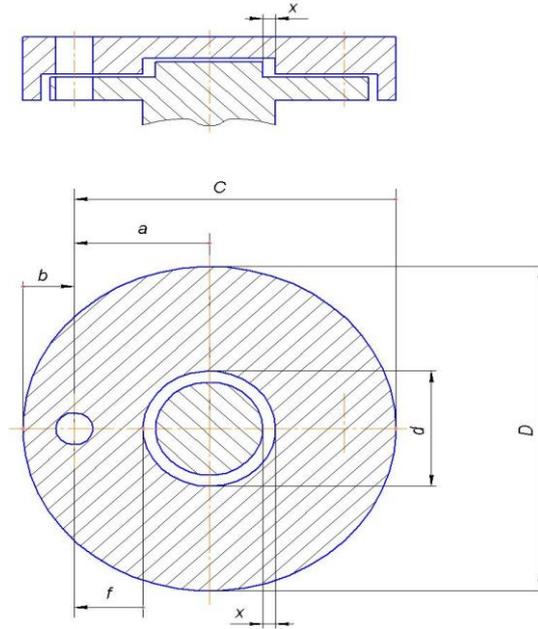
F-коэффициент, учитывающий вероятность изготовления кондуктора с максимальной погрешностью, равной допуску δ , $F=0,8$;

$\Delta=0,05$ -для кондукторной втулки нормальной точности.

Тогда:

$$\omega = F \cdot \delta = 0,14$$

2.4 Погрешность базирования накладного кондуктора.



$$\varepsilon_a = \varepsilon_f = \delta d,$$

где δd - допуск размеров;

f, b, c, x - величины смещения.

Расчет произведем для крайнего левого смещения b

$$\varepsilon_b = \varepsilon_c = \delta d + \delta D/2 + x = 0,62 \cdot 40 + 0,87 \cdot 110/2 + 0,31 = 60,56 \text{ мм},$$

Погрешность базирования накладного кондуктора относительно заготовки

$$\omega = K \cdot \varepsilon_{\text{баз}},$$

где K - коэффициент, учитывающий вероятность возникновения смещения.

$K=0,5$ - кондуктор нормальной точности

$$\varepsilon_{\text{баз}} = \frac{D_{\text{изд.}} - d_{\text{конд.}}}{2},$$

где $D_{\text{изд.}}$ - наибольший предельный диаметр изделия, по которому базируется кондуктор. $D_{\text{изд.}} = 40,025 \text{ мм}$;

$d_{\text{конд.}}$ - наименьший предельный диаметр базирования кондуктора. $d_{\text{конд.}} = 40 \text{ мм}$

$$\varepsilon_{\text{баз}} = \frac{D_{\text{изд.}} - d_{\text{конд.}}}{2} = \frac{40,025 - 40}{2} = 0,125 \text{ мм}$$

2.5 Точностной расчёт приспособления.

Точность изготовления детали зависит от множества технологических факторов, которые выводят общую погрешность изготовления детали. Общая погрешность не должна быть больше значения допуска δ используемого размера при обработке заготовок, т.е. $\varepsilon \leq \delta$

Погрешность изготовления приспособления

$$\varepsilon_{IP} = K_T \sqrt{((K_1 \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_n^2 + (K_2 \omega)^2)}$$

K_T – коэффициент учитывающий отклонения составляющей равен 1,1;

K_1 – коэффициент проверяющий убывание погрешности базирования при работе на настроенном станке; $K_1=0,8-0,85$ станок настроенный;

ε_δ – погрешность базирования 0,125 мм;

ε_z – погрешность закрепления учитывается только в условиях прецизионной обработки 0;

ε_y – погрешность приспособления при установке на станке

$$\varepsilon_{y1} = \frac{m1S}{L} = \frac{6,8 \cdot 0,03}{55} = 0,0036 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{y2} = \frac{m2S}{L} = \frac{3,3 \cdot 0,03}{55} = 0,0017 \text{ мм}$$

S – зазор между шпонкой и пазом детали 0,03мм;

L – расстояние между шпонками 55 мм;

m – обрабатываемый размер $\varnothing 6,8$; $\varnothing 3,3$ мм;

ε_u – износ установочных элементов приспособления 0;

ε_n – погрешность связанная с перекосом инструмента (кондуктор) 0;

K_2 – коэффициент учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемая факторами независимыми от приспособления 0,6-0,8;

ω – экономическая точность обработки, точность затрат для обеспечения которой для данного способа обработки будут меньше чем при других 0,16.

$$\varepsilon_{i\delta} = 1,1 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0,125)^2 + 0 + 0,0036^2 + 0 + 0 + (0,8 \cdot 0,16)^2} = 0,133 = 0,15 \text{ мм}$$

Допуск на заданный диаметр $6,8^{+0,2}$ составляет 0,15 мм, т.е. выполняется требование $\delta \geq \varepsilon_{np}$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
З- 4302/06	Фартушный Г.В.

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Специалист(инженер)	Направление/специальность	151001 «Технология машиностроения»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Цена научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость ресурсов научного исследования (НИ) включает в себя: 1. Расчет оплаты труда работников; 2. Расчет стоимости специального оборудования
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Расчет затрат на исследование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	При расчете заработной платы труда учитывать отчисления во внебюджетные страховые фонды, которые составляют 30%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	
2. Разработка устава научно – технического проекта	
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя результатов	
2. Сегментирование рынка	
3. Оценка конкурентоспособности технических решений	
4. График проведения и бюджет НТИ	
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	
6. Потенциальные риски	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З- 4302/06	Фартушный Г.В.		

3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

Вводная часть.

Целью является анализ эффективности и изменение технологического процесса обработки вала- с помощью разработанным сверлильным приспособлением (накладной кондуктор). Разработка приспособления требует денежных вложений. Значит, улучшенный технологический процесс должен оправдать финансовые затраты на изготовление и внедрение приспособления.

Таблица №1

Технологический процесс							
Заводской				Улучшенный			
№	операция	Разряд рабочего	T_o мин	№	операция	Разряд рабочего	T_o мин
005	Заготовительная	2	4,6	005	Отрезная	2	4,6
015	Токарная с ЧПУ	5	3,7	015	Токарная с ЧПУ	5	3,7
020	Токарная с ЧПУ	5	2,81	020	Токарная с ЧПУ	5	2,81
025	Токарная с ЧПУ	5	7,62	025	Токарная с ЧПУ	5	7,62
030	Контрольная		1,72	030	Контрольная		1,72
035	<u>Круглошлифовальная</u>	4	4,58	035	<u>Круглошлифовальная</u>	4	4,58
040	Контрольная		1,49	040	Контрольная		1,49
045	<u>Фрезерная с ЧПУ</u>	4	17,8	045	Фрезерная	3	3,44
050	<u>Коорд. Сверлильная</u>	2	17,81	050	Сверлильная	2	8,93
055	Слесарная	2	1,72	055	<u>Коорд. Сверлильная</u>	3	17,81
060	Контрольная		1,27	060	<u>Зубофрезерная</u>	4	11,34
065	<u>Зубофрезерная</u>	4	11,34	065	Слесарная	2	1,72
070	Промывочная		1,19	070	Промывочная		1,19
075	Слесарная	2	1,29		Контрольная		1,27
080	Контрольная		1,82				
ИТОГО			80,76	ИТОГО			67,25

Затраты на выплаты дополнительную зарплату, отчисления социальные, основную зарплату. Наименьшие затраты являются лучшим вариантом для выбора технологического процесса.

3.1. Калькуляция на существующий тех. процесс.

1. Стоимость металла.

Цена металла одной детали составляет:

$$C_m = g_n \cdot C_M \text{ руб.};$$

где g_n – норма расхода металла, кг;

C_M – стоимость металла, руб/кг.

$$\tilde{N}_i = 0,7 \cdot 35 = 24,5 \text{ руб.}$$

Отходы которые можно продать определяются:

$$C_{отхQ} = (g_n - g) \cdot C_{отх};$$

где, g – вес детали;

$C_{отх}$ – цена отходов;

Цена отходов на одну деталь:

$$\tilde{N}_{i\partial\partial} = (g_i - g) \cdot \ddot{O}_{i\partial\partial} \cdot Q = (0,7 - 2,85) \cdot 5,32 = 11,5 \text{ руб.}$$

Финансовые затраты на металл без учета отходов на одну деталь:

$$\tilde{N}_i^l = C_i - C_{i\partial\partial} = 24,5 - 11,5 = 13 \text{ руб.}$$

2. Зарботная плата рабочим за обработку одной детали.

Зарботная плата рабочим за обработку одной детали определится зависимостью:

$$C_3 = \sum_{i=1}^m \frac{t_{ni} \cdot C_ч}{60} \cdot K_{TK} \cdot K_{np} \cdot K_p;$$

где, m – количество операций;

$C_ч$ – часовая ставка для первого разряда;

K_{TK} – тарифный коэффициент соответствующего разряда, показывающий во сколько раз оплата труда соответствующего разряда, превосходит оплату труда первого разряда;

K_{np} – коэффициент, учитывающий доплаты ($K_{np}=1,4$);

K_p – коэффициент, учитывающий районные выплаты ($K_p=1,3$);

$$\tilde{N}_c = \frac{80,76 \times 8,75}{60} \times 8,62 \cdot 1,4 \cdot 1,3 = 101,5 \text{ руб.}$$

Заработная плата рабочим за обработку на весь объем выпуска составит:

$$\tilde{N}_{cQ} = Q \cdot C_c = 1000 \times 101,5 = 101500 \text{ тыс. руб.}$$

3. Дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством.

- оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 9% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит:

$$\tilde{N}_{\hat{a}i} = \tilde{N}_c \cdot \hat{E}_{\hat{a}i} = 101,5 \cdot 0,09 = 9,1 \text{ руб.}$$

4. Отчисления на социальные цели.

Отчисления на социальные цели за одно изделие определяются следующей зависимостью:

$$C_{соц} = (C_z + C_{доп}) \cdot K_{соц};$$

где, $K_{соц}$ – коэффициент единого социального налога ($K_{соц}=28,5\%$);

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

$$\tilde{N}_{\hat{m}o} = (\tilde{N}_c + \tilde{N}_{\hat{a}i}) \cdot \hat{E}_{\hat{m}o} = (101,5 + 9,1) \cdot 0,285 = 31,5 \text{ руб.}$$

5. Прямые затраты.

Прямые затраты составят:

$$C_{п} = C_{м} + C_z + C_{доп} + C_{соц} = 24,5 + 101,5 + 9,1 + 31,5 = 166,6 \text{ руб.}$$

6. Общие затраты.

Общие затраты составляют 300% от основной заработной платы:

$$C_{пр} = C_z \cdot 300\% = 101,5 \cdot 3 = 304,5 \text{ руб.}$$

7. Общая заводская себестоимость.

Заводская себестоимость включает в себя прямые затраты и общепроизводственные расходы:

$$C_{о.пр.} = C_{п} + C_{пр} = 166,6 + 304,5 = 471,1 \text{ руб.}$$

8. Общезаводские расходы.

Общезаводские расходы составляют 200% от основной зарплаты:

$$C_{o.z.} = C_z \cdot 200\% = 101,5 \cdot 2 = 203 \text{руб.}$$

9. Непланируемые расходы.

Расходы составляют 0,9% от производственной себестоимости:

$$C_{вн} = C_{o.пр} \cdot 0,9\% = 471,1 \cdot 0,009 = 4,24 \text{руб.}$$

10. Расходы на продажу.

Расходы на продажу составляют 1% от общей производственной себестоимости и общезаводских расходов.

$$C_{прод} = (C_{o.пр.} + C_{o.z.}) \cdot 1\% = (471,1 + 203) \cdot 0,01 = 6,7 \text{руб.}$$

11. Полная себестоимость.

$$C_{полн} = C_{o.пр.} + C_{o.z.} + C_{вн} + C_{прод} = 471,1 + 203 + 4,24 + 6,7 = 685 \text{руб.}$$

12. Рентабельность.

Рентабельность составляет 10% от полной себестоимости:

$$P = C_{полн} \cdot 10\% = 685 \cdot 0,1 = 68,5 \text{руб.}$$

13. Оптовая цена.

Оптовая стоимость включает в себя полную себестоимость и прибыль:

$$Ц = C_{полн} + Пр = 685 + 68,5 = 753,5 \text{руб.}$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 2.

Таблица 2

Наименование статей затрат	Сумма руб. за 1 шт.
1. Основные материалы	13
2. Основная зарплата производственных рабочих	101,5
3. Дополнительная зарплата	9,1
4. Единый социальный налог	31,5
5. Прямые затраты	166,6
6. Общепроизводственные расходы	304,5
7. Общая производственная себестоимость	471,1
8. Общезаводские расходы	20,3
9. Внеплановые расходы	4,24
10. Расходы на продажу	6,7
11. Полная себестоимость	685
12. Рентабельность	68,5
13. Оптовая цена	753,5
14. Покупные полуфабрикаты	0,00

3.2. Калькуляция на измененный тех. процесс.

1. Стоимость металла.

Цена металла одной детали составляет:

$$C_m = g_n \cdot C_M \text{ руб.};$$

где, g_n – норма расхода металла, кг;

C_M – стоимость металла, руб/кг.

$$\tilde{N}_i = 0,7 \cdot 35 = 24,5 \text{ руб.}$$

Отходы которые можно продать определяются:

$$C_{отхQ} = (g_n - g) \cdot C_{отх};$$

где, g – вес детали;

$C_{отх}$ – цена отходов;

Цена отходов на одно изделие:

$$\tilde{N}_{i\dot{o}\delta} = (g_i - g) \cdot \ddot{O}_{i\dot{o}\delta} \cdot Q = (0,7 - 2,85) \cdot 5,32 = 11,5 \text{ руб.}$$

Финансовые затраты на металл без учета отходов на одну деталь:

$$\tilde{N}_i^l = C_i - C_{i\dot{o}\delta} = 24,5 - 11,5 = 13 \text{ руб.}$$

2. Заработная плата рабочим за обработку одной детали.

Заработная плата рабочим за обработку одной детали определится зависимостью:

$$C_z = \sum_{i=1}^m \frac{t_{ni} \cdot C_{ч}}{60} \cdot K_{TK} \cdot K_{np} \cdot K_p;$$

где, m – количество операций;

$C_{ч}$ – часовая ставка для первого разряда;

K_{TK} – тарифный коэффициент соответствующего разряда, показывающий во сколько раз оплата труда соответствующего разряда, превосходит оплату труда первого разряда;

K_{np} – коэффициент, учитывающий доплаты ($K_{np}=1,4$);

K_p – коэффициент, учитывающий районные выплаты ($K_p=1,3$);

$$\tilde{N}_{\zeta} = \frac{67,25 \times 8,75}{60} \times 8,62 \cdot 1,4 \cdot 1,3 = 79,5 \text{ дóá.}$$

Основная заработная плата производственных рабочих на весь объем выпуска составит:

$$\tilde{N}_{\zeta Q} = Q \cdot C_{\zeta} = 1000 \cdot 79,5 = 79500 \text{ тыс. руб.}$$

3. Дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством.

- оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 9% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит:

$$\tilde{N}_{\text{дóá}} = \tilde{N}_{\zeta} \cdot \hat{E}_{\text{дóá}} = 79,5 \cdot 0,09 = 7,155 \text{ руб.}$$

4. Отчисления на социальные цели.

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяются следующей зависимостью:

$$C_{\text{соц}} = (C_{\zeta} + C_{\text{доп}}) \cdot K_{\text{соц}};$$

где

$K_{\text{соц}}$ – коэффициент единого социального налога ($K_{\text{соц}}=28,5\%$);

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

$$\tilde{N}_{\text{сò}} = (\tilde{N}_{\zeta} + \tilde{N}_{\text{дóá}}) \cdot \hat{E}_{\text{сò}} = (79,5 + 7,155) \cdot 0,285 = 24,7 \text{ руб.}$$

5. Прямые затраты.

Прямые затраты составят:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{м}} + C_{\zeta} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}} = 13 + 79,5 + 7,155 + 24,7 = 124,35 \text{ руб.}$$

6. Общепроизводственные расходы.

Общепроизводственные расходы составляют 300% от основной заработной платы:

$$C_{\text{пр}} = C_{\zeta} \cdot 300\% = 79,5 \cdot 3 = 238,5 \text{ руб.}$$

7. Общая заводская себестоимость.

Заводская себестоимость включает в себя прямые затраты и общепроизводственные расходы:

$$C_{o.пр.} = C_{п} + C_{пр} = 124,35 + 238,5 = 362,85 \text{ руб.}$$

8. Заводские расходы.

Заводские расходы составляют 200% от основной зарплаты:

$$C_{o.з.} = C_3 \cdot 200\% = 79,5 \cdot 2 = 159 \text{ руб.}$$

9. Внеплановые расходы.

Внеплановые расходы составляют 0,9% от производственной себестоимости:

$$C_{вн} = C_{o.пр.} \cdot 0,9\% = 362,85 \cdot 0,009 = 3,26 \text{ руб.}$$

10. Расходы на продажу.

Расходы на продажу составляют 1% от общей производственной себестоимости и общезаводских расходов:

$$C_{прод} = (C_{o.пр.} + C_{o.з.}) \cdot 1\% = (362,85 + 159) \cdot 0,01 = 5,21 \text{ руб.}$$

11. Полная себестоимость.

$$C_{полн} = C_{o.пр.} + C_{o.з.} + C_{вн} + C_{прод} = 362,85 + 159 + 3,26 + 5,21 = 530,32 \text{ руб.}$$

12. Рентабельность.

Рентабельность составляет 10% от полной себестоимости:

$$P = C_{полн} \cdot 10\% = 530,32 \cdot 0,1 = 53 \text{ руб.}$$

13. Оптовая цена.

Оптовая стоимость включает в себя полную себестоимость и прибыль:

$$Ц = C_{полн} + Пр = 530,2 + 53 = 583,2 \text{ руб.}$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 3.

Таблица 3

Наименование статей затрат	Сумма руб. за 1 шт.
1. Основные материалы	13
2. Основная зарплата производственных рабочих	79,5
3. Дополнительная зарплата	7,155
4. Единый социальный налог	24,7
5. Прямые затраты	124,35
6. Общепроизводственные расходы	238,5
7. Общая производственная себестоимость	362,85
8. Общезаводские расходы	159
9. Внеплановые расходы	3,26
10. Расходы на продажу	5,21
11. Полная себестоимость	530,32
12. Рентабельность	53
13. Оптовая цена	583,2
14. Покупные полуфабрикаты	0,00

Расчитаем экономическую выгоду улучшенного технологического процесса относительно заводского :

Годовая программа выпуска 1000 шт.

$$\mathcal{E} = (C_c - C_n) \times N = (753,5 - 582,2) \times 1000 = 171300 \text{ тыс. руб/год.}$$

$$\dot{Y}_{\tilde{n}} = \left(\frac{\tilde{N}_{\tilde{n}} - \tilde{N}_i}{\tilde{N}_{\tilde{n}}} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{753,5 - 582,2}{753,5} \right) \cdot 100\% = 22\%$$

Вывод:

Используя улучшенный технологический процесс изготовления «Вала промежуточного» получаем финансовую экономию на всю партию изделий в размере 22% либо 171300 рублей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3- 4302/06	Фартушный Г.В.

Институт	ИНЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Технология машиностроения

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Рабочее место расположено в цеху, цех центрального централизованного ремонта ОАО «Хакасские коммунальные системы» (далее ОАО«ХКС»). Завод расположен вне черты города, вдали от жилого района.</p> <p>Возможные негативные факторы производственной среды: Психофизиологические (СОЖ, Физические перегрузки: статические и динамические; Нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда эмоциональные перегрузки); Шумы; Острые кромки; Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</p> <p>Машиностроение оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды. Это связано с тем, что на различных этапах данного производства выделяется целый комплекс веществ, которые при попадании во внешнюю среду приводят к загрязнению атмосферного воздуха, водных объектов и почвы.</p> <p>Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации технологии механообработки детали «Вал»</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации технологии механообработки детали «Вал»</p>	<p>1.1. Вредные факторы ОАО«ХКС»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. повышенный уровень шума на рабочем месте; 3. повышенный уровень вибрации; 4. повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; <p>(по ГОСТ 12.0.003-74)</p> <p>1.2. Опасные факторы на ОАО «ХКС»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования; 2. поражение электрическим током;
<p>2. Экологическая безопасность</p>	<p>ОАО«ХКС» расположено вне черты города, вдали от жилого района.</p> <p>Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.</p> <p>ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Основные причины ЧС заключаются в следующем:</p> <ul style="list-style-type: none"> -возрастание сложности производств, часто это связано с применением новых технологий, требующих высоких концентраций энергии, опасных для жизни человека веществ и оказывающих сильное воздействие на компоненты окружающей среды;

	<p>-уменьшение надежности производственного оборудования и транспортных средств в связи с высокой степенью износа; нарушение технологической и трудовой дисциплины, -низкий уровень подготовки работников в области безопасности. Возможные чрезвычайные ситуации на ЗАО «ТПЗ» могут возникнуть из-за низкой квалификации работающего персонала, невнимательности, физического и умственного перенапряжения. Для повышения уровня устойчивости объекта к данной ЧС рекомендуется направлять работников на повышение квалификации, проводить повторный, внеочередные и целевые инструктажи.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p>	<p>ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы». ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность». ГОСТ 14.004-83Машиностроительное производство по ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ(ред. от 10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» -Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний" -Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" -Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности" -ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» -ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения» ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-4302/06	Фартушный Г.В.		

4. Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность.

4.1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации технологии механообработки детали «Вал промежуточный»

Вредные факторы цеха централизованного ремонта «ОАО ХКС»:

- машины, механизмы и другие движущие элементы;
- шумно в цеху;
- повышенное напряжение тока;
- плохой свет на рабочем месте;
- много пыли и газов в воздухе;
- завышена вибрация оборудования;

В металлообработке существует множество опасных и вредных факторов, они очень плохо влияют на состояние здоровья рабочего, уменьшают работоспособность и соответственно качество продукции.

4.1.1.1. Исследование освещенности рабочей зоны необходимо для обеспечения нормативных условий в цехах. Освещенность на рабочем месте взята из паспорта цехов и производственных помещениях, определены при помощи приборов. Измеренные и требуемые значения естественного и искусственного освещения заносятся в таблицу №1.

Параметры систем естественного и искусственного освещения

Таблица № 1

Наименование рабочего места	Тип светильника и источника света	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		Фактически	Норм. значение	Фактически	Норм. значение
Кабинеты и рабочие комнаты	Светильники общего назначения	3,1	3,0	310	300
Отдел главного конструктора (ОГК)	Светильники общего назначения	3,6	3,5	310	300
Отдел главного технолога (ОГТ)	Светильники общего назначения	3,6	3,5	310	300
Технологическое бюро (ТБ)	Светильники общего назначения	3,6	3,5	310	300
Отдел главного механика (ОГМех)	Светильники общего назначения	4,2	4,0	310	300
Отдел технического контроля (ОТК)	Светильники общего назначения	4,2	4,0	310	300
Отдел главного энергетика (ОГЭ)	Светильники общего назначения	4,2	4,0	310	300
Инструментальный цех	Универсальные светодиодные светильники	2,6	3	430	500
Коридор	Светильники общего назначения	-	-	20	75

КЕО – коэффициент естественной освещенности при верхнем или комбинированном освещении.

По результатам анализа табличных данных можно сделать **вывод**, что освещение в отделах ОАО «ХКС» выше нормы. Это обусловлено положением больших окон и правильном расположением цехов и зданий. В цехе централизованного ремонта освещение ниже нормы из-за отсутствия естественного освещения. Требуется установить дополнительные приборы освещения, или установить оконные проемы.

4.1.1.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Источники возникновения шума при работе станков:

- вращение и подача механизмов станков;
- взаимодействие механизмов станков;

- двигатели станков;
- подшипники;

Во время обработки при вращении детали или заготовки и врезание в нее инструментом происходят различные шумы. Также при работе гидравлики и ее насосов возникают дополнительные шумы. Шумы создаются и системой вентилирования воздуха в помещении. Эти все признаки в последствии очень вредят рабочему, приводит к большому количеству ошибок при работе и могут возникнуть впоследствии травмы.

Шум вредит и оказывает негативное влияние на слух и нервную систему рабочего.

Допустимый уровень шума приводится в «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. № 3223-85».

На предприятии, в цехах, на рабочих местах допустимый уровень шума составляет 80 дБА [ГОСТ 12.1.003-83].

При внедрении на предприятие производственного оборудования производится планировка и работы к удалению лишних шумов, возникающих при работе данного оборудования.

Уменьшение шума достигается следующим образом:

- замена клиноременными передачами цепных и зубчатых;
- замена подшипников качения подшипниками скольжения;
- замена железных деталей станка на шумопоглощающие материалы (капралан, пластмасса и др.);
- шумоизоляция;
- установка глушилок, щитков, кожухов;
- установка экранов, звукоизолирующих кожухов, ограждений и звукоизолирующих покрытий;
- применение охлаждающей жидкости при обработке металла резанием;
- выдача наушников, беруш и тд..

Прибор для измерения шумов ВЧП-2 по ГОСТ 17187.

4.1.1.3. Повышенный уровень вибрации

Приделы уровня звука, напрямую связанные от затруднительного и натужного труда, которые безопасны для работы в цехах. Занесены в таблицу по номером 2.

В помещениях работников ИТР уровень шума должен быть равен 60 дБА.

Для офисных помещений уровень шума должен быть 75 дБА.

Офисные помещения могут быть шумоизолированными, для этого можно нанести на стены шумоизолирующие материалы с максимальными

коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц. Также занавесить окна плотными шторами.

Уровень вибрации в помещениях с ПЭВМ может быть снижен путем установки оборудования на специальные виброизоляторы.

Таблица №2

Сложность труда	Категория тяжести труда			
	I. Легкая	II. Средняя	III. Тяжелая	IV. <u>Очень</u> тяжелая
I. Мало сложный	80	80	75	75
II. Средне сложный	70	70	65	65
III. Сложный	60	60	-	-
IV. Очень сложный	50	50	-	-

4.1.1.4. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Для стабильной работы и выполнения плана производства является чистота воздуха и нормальных условий проветривания. Очень важен микроклимат в помещениях.

Вышеперечисленные факторы определяются следующими нормами [СанПиН 2.2.4.548-96]:

1. Движение воздуха 0,2 м/с.
2. Относительная влажность – не более 73%.
3. Температура +16⁰ - +23⁰ С.

Основные источники выделения тепла в цехе:

- нагрев оборудования в ходе эксплуатационной работы;
- обработка металла (нагрев инструмента, стружки);

Воздух в цехах загрязняется различными факторами. Образив с шлифовальных станков или заточных кругов, запыленность помещения, сожжение и нагар при термических обработках и т.д.

Значения микроклимата и состава компонентов воздуха можно определить по «Санитарными нормами микроклимата производственных

помещений № 4088-86» и СНИП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Требуется проводить мероприятия по очистке воздуха в помещениях, а также создание благоприятного микроклимата в цехах и на рабочих местах. Допустимые вредные вещества должны быть в пределах ПДК [ГОСТ 12.1.007-76].

Самое простое и доступное мероприятие для поддержки свежего воздуха - это проветривание помещения, а также вентилируемая система, которая удаляет загазованность и избыток температурного режима.

Для нормальной температуры (16 - 23 °С) воздуха в холодное время года предусмотрено центральное отопление. Для комфортного микроклимата в летний период времени используется вытяжная вентиляция. При этом, что она установлена забором свежего воздуха вдали от мест загрязнения и с ветренной стороны.

На рабочих местах контролируется:

- температура воздуха;
- вредные вещества в воздухе рабочей зоны.

Для контроля вредных веществ берутся пробы воздуха в местах при характерных условиях производства.

Температуру в помещениях контролируют приборы термометры.

4.1.2 Движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования

Части оборудования которые движутся:

- ходовые винты;
- барабаны, патроны, сверла, фрезы;
- суппорта станков;
- ременные передачи находящиеся снаружи корпусов станков.

Транспортные устройства (эл. кары, кран балки, лебедки и т.д.) являются движущимися. Чем больше скорость движения этих устройств, тем опаснее они являются. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 скорость перемещения которая может травмировать человека является скорость более 0,15 м/с.

Станки могут травмировать рабочего в последствии их эксплуатации в виде: переломов, порезов.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Обеспечить безопасность труда, можно ограничением доступа рабочего к движущим частям оборудования в процессе технологической обработки изделия.

Для этого устанавливают различные защитные устройства:

1. Защитные рамки устанавливают вокруг токарных, фрезерных и др. станков.
2. Опасные габаритные части станков окрашивают полосами черного и желтых красок.
3. На противоположной стороне защитных кожухов наносят предупреждающий знак по ГОСТ 12.4.026-76.
4. Используются ограничители ходов узлов станка, которые помогают избежать поломки оборудования и травмирования оператора.
5. На шпинделях станков стоят тормоза, разных вариаций. Также установлены включатели реверса.
6. Для загрузки деталей в шпиндель или стол станка используются мехрукова или роботы. Также оснащают станки с автоматической загрузкой и выгрузкой заготовок и готовых деталей.
7. Измерение деталей в процессе ее изготовления производится, только при выключенном станке.

4.1.2.1. Поражение электрическим током

На предприятии «ОАО ХКС» цех централизованного ремонта относится к помещениям с повышенной опасностью, так как у этих цехов железобетонные полы. Железобетонные полы являются токопроводящими. Поэтому цеха или места перед установленным оборудованием оснащаются деревянными поддонами. Для предотвращения несчастных случаев поражением током следует применить ряд мер.

Поражение электрическим током приводит к различным получением травм (ожоги, остановку сердца, судороги и возможно даже летальный исход)

Причины, при которых может ударить током:

При обрыве проводов напряжения и их замыкания на корпусах станков или на пол. Также повреждение изоляции механическим путем;

касание поврежденной проводки, в целях ее починки или случайным образом;

близкий подход к высоковольтному сложному оборудованию с напряжением выше 1500;

ошибки электриков приведшие к замыканию оборудования;

Что бы защитить рабочих от токо-поражения, нужно установить недоступность к электропроводке, трансформаторов, щитов управления станков использовать заземление, рубильники экстренного отключения должны быть доступны.

4.1.3. Разработка мероприятий по снижению уровней воздействия и устранению влияния опасных и вредных производственных факторов на работающих (техника безопасности).

4.1.3.1.Механизация и автоматизация производства.

Целью механизации всегда было замена человека от тяжелой и опасной работы. Автоматизация производства широко распространяется в современном мире.

Развитие технологических процессов способствует внедрению автоматизации, различное оборудование оснащается роботами, датчиками и тп. лучшей формой развития современного машиностроения является автоматизация при которой осуществляется контроль за процессом изготовления изделий и автоматическими устройствами.

есть комплексная, частичная и полная автоматизация.

1) Комплексная автоматизация акцентирует внимание на улучшение технологических процессов с применением усовершенствованных и надежных средств.

2) Полная автоматизация подразумевает исключение рабочего (оператора) от управления оборудованием. Это происходит с помощью компьютеров или числовым программным управлением.

Роботы- это программируемая машина, которая выполняет действия указанные человеком с помощью языка общения последнего с рабочей машиной. Промышленные роботы имеют манипуляторы, чем собственно и отличаются.

Роботы на производстве представляют, непосредственную опасность для человека та опасность связана с автоматичностью действий робота. Высокие скорости перемещений линии конвейера автоматически оборудованной системой работы слаженной роботами. т.п. при наладке робота есть опасность получения травм.

Для защиты человека от перемещения рабочих механизмов робота сужествует дистанционное управление и наладка. Такие дистанционные управления применяются в основном там где присутствие человека затруднено или слишком опасно (радиация и тп.).

Наблюдение при дистанционном наблюдении осуществляется при помощи взоров, экранов телесигнализации или в пределах прямой видимости.

Для того, что бы наблюдать за работой автоматизированной линией используется телевиденье. Такое телевидение позволяет везти контроль работы на недоступные и труднодоступные участки предприятия.

Телесигнализация - передача информации с контрольных пунктов на пункт управления.

4.1.3.2 Оградительные средства защиты, препятствующие попаданию человека в опасную зону и распространению опасных и вредных факторов

Ограждения бываю переносные, передвижные, не передвижные(стационарные).

Доступ в опасное место или зону можно перекрывать передвижными ограждениями.

Непередвижные ограждения ставятся при неподвижном и постоянным опасном участке.

4.1.3.3. Предохранительные устройства защиты от возникновения аварийных режимов

При аварии срабатывают предохранители, которые отключают оборудование.

Блокировочные устройства исключают возможность проникновения человека в опасную зону.

Предохранительные устройства делятся на электрические, фотоэлементные и механические.

В виде рычагов и стопорных кулачков выполняются механические предохранители. Электрическая блокировка применяется в электроустановках или стендах. Фотоэлементная блокировка применяется в прессовом оборудовании и не позволяет включить пресс при нахождении руки работающего в опасной зоне.

4.1.3.4. Устройства сигнализации, сообщающие персоналу о возникающих аварийных ситуациях.

Для сообщения аварийной ситуации используют сигнализацию. Сигнализация может быть звуковая, светозвуковая.

Измерительные приборы используются при световой сигнализации.

Для звуковой - звонки и сирены.

Опасные детали оборудования и других агрегатов окрашивается в красный цвет. В желтый цвет окрашивается оборудование, неосторожное обращение с которым представляет опасность для работающих, транспортное и подъемно-транспортное оборудование, элементы грузозахватных приспособлений. Зеленый цвет применяется для сигнальных ламп, дверей, световых табло, запасных или эвакуационных выходов.

4.1.3.5. Знаки безопасности. Средства коллективной защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов.

Знаки разделяются на, предупреждающие, запрещающие указательные и предписывающие.

Отличием среди них является: надписи, форма, цвет.

Средства коллективной защиты подразделяют на классы в зависимости от назначения:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест (от повышенного или пониженного барометрического давления и его резкого изменения, повышенной или пониженной влажности воздуха, повышенной или пониженной ионизации воздуха, повышенной или пониженной концентрации кислорода в воздухе, повышенной концентрации вредных аэрозолей в воздухе);
- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест (пониженной яркости, отсутствия или недостатка естественного света, пониженной видимости, дискомфортной или слепящей блескости, повышенной пульсации светового потока, пониженного индекса цветопередачи);
- средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений;
- средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений;
- средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений;
- средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений;
- средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;
- средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения;
- средства защиты от повышенного уровня шума;
- средства защиты от повышенного уровня вибрации (общей и локальной);
- средства защиты от повышенного уровня ультразвука;
- средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний;
- средства защиты от поражения электрическим током;
- средства защиты от повышенного уровня статического электричества;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов, заготовок;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов;
- средства защиты от воздействия механических факторов (движущихся машин и механизмов; подвижных частей производственного

оборудования и инструментов; перемещающихся изделий, заготовок, материалов; нарушения целостности конструкций; обрушивающихся горных пород; сыпучих материалов; падающих с высоты предметов; острых кромок и шероховатостей поверхностей заготовок, инструментов и оборудования; острых углов);

- средства защиты от воздействия химических факторов
- средства защиты от воздействия биологических факторов;
- средства защиты от падения с высоты.

4.1.3.6 Профилактика для уменьшения негативного воздействия вредных веществ на здоровье человека.

При воздействии на человека вредных веществ используют различные способы защиты:

1. Обезопасить рабочего от вредных контактов с различными веществами. Можно достичь разными способами.
2. Использование средств защиты, очки, дыхательные маски, наушники и пр.
3. Соблюдение гигиены в цехах и зданиях , вентиляция.

Выбросы газообразования удаляют следующими способами: поглощением твёрдыми пористыми материалами (абсорбция), химическим превращением вредных веществ в менее вредные, нейтрализацией в химических нейтрализаторах.

Для очистки воздуха, используют фильтра

.

Техника безопасности

Для рабочих необходимо провести инструкцию о безопасности.

С опасностью получить травмы при использовании кран-балки нужно проводить ежегодную аттестацию на право работы на таких механизмах. После аттестации выдается документ подтверждавший право работы на кран-балке аттестуемого работника. Нельзя допускать работать тех людей, кто не имеет допуска на такие виды работ. Кран-балка ежегодно проверяется на работоспособность и безопасность при ее использовании. Сведения заносятся в специальный журнал. При транспортировки грузов электрокаром водители должны при начале движения оповещать сигналом, скорость движения по территории завода не должно превышать пяти километров в

час. Проходы и проезды должны соответствовать размерам ширины с запасом и не должны быть заставленными различными вещами.

Токарь обязан при работе одевать очки, чтоб предотвратить попадания стружки в зрительные органы, а также должны быть установлены на станках так называемые «защитные экраны».

Головной убор должен присутствовать на голове токаря , что его волосы не попали в вращающие части станка.

Работник обязан носить спец обувь «берцы» с металлическим вставшем на носке.

При заточке инструмента рабочий должен одевать очки.

Чтоб не порезаться об стружку надо использовать специальный крючок и перчатки.

4.2. Экологическая безопасность.

Экология машиностроительных предприятий предусматривает защиту населения от газов, пыли, копоти, шума и вредного воздействия сточных вод.

В зависимости от количества и состава выделяемых производственных вредностей и условий технологического процесса производства промышленные предприятия делятся в соответствии с санитарными нормами СН-245-71 на пять классов по видам производств. К 1,2,3 классам относят предприятия черной и цветной металлургии, выплавляющие чугун в доменных печах, производящие сталь мартеновским и конвекторным способами, занятые вторичной переработкой цветных металлов и другие предприятия. К 4 классу относят предприятия, производящие металлические электроды, а также предприятия металлообрабатывающей промышленности, имеющие производства чугунного, стального, цветного литья и др. В класс входят предприятия без литейных, но с термическими и другими цехами, где производится обработка металлов в горячем или расплавленном состоянии. Машиностроение в основном относят к 4 и 5 классам.

Класс предприятия определяет защитные мероприятия, которые необходимо учитывать при его строительстве и эксплуатации.

Предприятия располагают преимущественно за чертой населенных пунктов и лишь в исключительных случаях на территории населенных пунктов в специально выделенных промышленных районах.

Площадка промышленного предприятия должна быть расположена на ровном, возвышенном месте с небольшим углом, обеспечивающем отвод поверхностных вод, с низким уровнем подпочвенных вод. Обеспечение дождевых, талых, а так же грунтовых вод имеет большое значение для благоустройства территории предприятия и снижения уровня подпочвенных вод. Уровень грунтовых вод должен быть ниже глубины устройства подвалов, туннелей и т.д. Высокий уровень подпочвенных вод недопустим, так как на предприятиях имеются подземные сооружения – туннели для электрических кабелей, трубопроводы, устройства для удаления стружки и т.д., проникновение в которые грунтовых вод может быть причиной аварии.

Ровная поверхность территории предприятия обеспечивает удобство и повышает безопасность движения людей и транспортных средств.

площадка, намеченная для строительства промышленного предприятия, должна удовлетворить санитарным требованиям в отношении прямого солнечного освещения, естественного проветривания и располагаться как можно ближе к энергетическим коммуникациям (газопроводу, электролинии и т.д.).

Предприятия, выделяющие производственные вредности (дым, пыль, газ, неприятные запахи), необходимо располагать по отношению к ближайшему жилому району с подветренной стороны для господствующих ветров и отделять от них санитарно-защитными зонами. Господствующее направление ветров принимают по средней розе ветров теплого периода года на основе многолетних направлений и наблюдений.

Производственные здания и сооружения обычно располагают на территории по ходу производственного процесса. При этом их следует группировать с учетом направления электроэнергии, общности санитарных и противопожарных требований, а так же с учетом движения транспортных и людских потоков. Все здания, сооружения и склады располагают по зонам в соответствии с производственными признаками.

золы; осадков и пыли (отходы системы очистки воздуха). Отходы в основном образуются при: производстве проката (обдирочная стружка, опилки, окалина); механической обработке (высечки, обрезки). В соответствии с ГОСТ1639 - 78 на предприятиях организуется сбор лома цветных металлов.

Основными источниками вибраций в окружающей среде служат: технологическое оборудование (молоты, штампы и прессы); мощные энергетические установки (насосы, двигатели, компрессоры), а также некоторые транспортные системы. Во всех случаях вибраций, распространяются они по грунту и достигают фундаментов общественных жилых зданий.

При передаче вибраций через фундаменты и грунты опасность представляет неравномерная осадка фундаментов и грунта, что может привести к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкций. Допустимые уровни вибраций в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются "Санитарными нормами допустимых вибраций в жилых домах" №1304 - 75.

В современном мире защита от вредных выбросов предприятий является безотходная технология производств. Все отходы обрабатываются вторично или перерабатываются в сырье второго сорта, что снижает выброс мусора и отходов. Также усовершенствуется технология с целью минимизировать количество отходов, разработка безсточных отходов или замкнутой системой водоснабжения. Очистка сточных вод.

Есть еще множество способов по защите окружающей среды:

- Автоматизация предприятий с целью обезопасить труд человека.
- Использование оборудования, технологии исключающих появление вредных факторов.
- Защита работающих от источников тепловых излучений.
- Совершенствование систем отоплений и вентиляции.
- Использование фильтров.
- Не допускать выброса вредных веществ в атмосферу.
- Уборка мусора и отходов в специальные места сортировки или хранения.
- Знание рабочих техники безопасности и применение личных средств защиты.

В чистоте природы и нашей окружающей среде важную социальную роль играют службы контроля , которые обязаны вести наблюдения и совершать контроль выброса вредных веществ.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1. Пожарная и взрывная безопасность.

Здание, в котором находится рабочее место технолога, по пожарной опасности строительных конструкций относится к категории Д.

Пожарная безопасность обеспечивается системой организационных мероприятий, системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты согласно ГОСТ 12.01.004-91.

Первичным средством пожаротушения помещения, оснащенного ПЭВМ является огнетушитель типа ОУ-5 (огнетушитель углекислотный), предназначенный для тушения электроустановок, находящихся под напряжением.

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения. В целях предотвращения пожара необходимо проводить с инженерами, работающими в лаборатории, противопожарный инструктаж, на котором ознакомить работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучить использованию первичных средств пожаротушения.

4.3.2. Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях.

Устойчивость работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях определяется их способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. В условиях чрезвычайных ситуаций промышленные предприятия должны сохранять способность выпускать продукцию, а транспорт, средства связи линии электропередачи и прочие объекты, не производящие материальные ценности, — нормальное выполнение своих задач.

Для того чтобы объект сохранил устойчивость в условиях чрезвычайных ситуаций, проводят комплекс инженерно-технических, организационных и других мероприятий, направленных на защиту персонала от воздействия опасных и вредных факторов, возникающих при развитии чрезвычайной ситуации, а также населения, проживающего вблизи объекта. Необходимо учесть возможность вторичного образования токсичных, пожароопасных, взрывоопасных систем и др.

Кроме того, проводится анализ уязвимости объекта и его элементов в условиях чрезвычайных ситуаций. Разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости объекта и его подготовке к восстановлению в случае повреждения.

С целью защиты работающих на тех предприятиях, где в процессе производства используют взрывоопасные, токсичные и радиоактивные вещества, строят убежища, а также разрабатывают специальный график работы персонала в условиях заражения вредными веществами. Должна быть подготовлена система оповещения персонала и населения, проживающего вблизи объекта, о возникшей на нем чрезвычайной ситуации. Персонал объекта должен уметь выполнять конкретные работы по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в очаге поражения.

На устойчивость работы объекта в условиях чрезвычайных ситуаций оказывают влияние следующие факторы:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта;
- специфика технологического процесса (используемые вещества, энергетические характеристики оборудования, его пожаро- и взрывоопасность и др.);
- надежность системы управления производством и др.
- Район расположения объекта определяет величину, а также вероятность воздействия поражающих факторов природного происхождения (землетрясения, наводнения, ураганы, оползни и проч.). Существенное влияние на последствия чрезвычайных ситуаций могут оказывать метеорологические условия района (количество выпадающих осадков, направление господствующих ветров, минимальные и максимальные температуры воздуха, рельеф местности).
- Внутренняя планировка и плотность застройки территории объекта оказывают значительное влияние на вероятность распространения пожара, разрушения, которые может вызвать ударная волна, образующаяся при взрыве, на размеры очага поражения при выбросе в окружающую среду токсичных веществ и др.

Рассмотрим теперь пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных видов технических систем и объектов.

Системы водоснабжения представляют собой крупный комплекс зданий и сооружений, удаленных друг от друга на значительные расстояния. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения целесообразно размещать ниже поверхности земли, что повышает их устойчивость. Следует предусмотреть возможность ремонта данных систем без их остановки и отключения водоснабжения других потребителей.

Весьма важной является система водоотведения загрязненных (сточных) вод (система канализации). В результате ее разрушения создаются условия для развития болезней и эпидемий. Скопление сточных вод на территории объекта затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Повышение устойчивости системы канализации достигается созданием резервной сети труб, по которым может отводиться загрязненная вода при аварии основной сети. Должна быть разработана схема аварийного выпуска сточных вод непосредственно в водоемы. Насосы, используемые для перекачки загрязненной воды, комплектуются надежными источниками электропитания.

В разных чрезвычайных ситуациях системы электроснабжения (электрические сооружения и сети) могут получить различные разрушения и повреждения. Их наиболее уязвимыми частями являются наземные сооружения (электростанции, подстанции, трансформаторные станции), а также воздушные линии электропередачи. В современных крупных энергосистемах применяются различные автоматические устройства, способные практически мгновенно отключить поврежденные электроисточники, сохраняя работоспособность системы в целом.

Для повышения ее устойчивости в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередачи на 1 кабельные (подземные) сети, использовать резервные сети для запитки потребителей, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта (передвижные электрогенераторы).

Весьма важно обеспечить устойчивость **системы газоснабжения**, так как при ее разрушении или повреждении возможно

возникновение пожаров и взрывов, а также выход газа в окружающую среду, что значительно затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ.

Основные мероприятия по увеличению устойчивости систем газоснабжения следующие:

- сооружение подземных обводных газопроводов (бассейнов), обеспечивающих подачу газа в аварийных условиях;
- использование устройств, обеспечивающих возможность работы оборудования при пониженном давлении в газопроводах;
- создание на предприятиях аварийного запаса альтернативного вида топлива (угля, мазута);
- осуществление газоснабжения объекта от нескольких источников (газопроводов);
- создание подземных хранилищ газа высокого давления;
- использование на закольцованных системах газоснабжения отключающих устройств, установленных на распределительной сети.

В результате чрезвычайной ситуации может быть серьезно повреждена **система теплоснабжения** предприятия, что создает серьезные трудности для их функционирования, особенно в холодный период. Так, разрушение трубопроводов с горячей водой или паром может повлечь их затопление и затруднить локализацию и ликвидацию аварии. Наиболее уязвимые элементы систем теплоснабжения — теплоэлектроцентрали и районные котельные.

Основным способом повышения устойчивости внутреннего оборудования тепловых сетей является их дублирование. Необходимо также обеспечить возможность отключения поврежденных участков теплосетей без нарушения ритма теплоснабжения потребителей, а также создать системы резервного теплоснабжения.

Основным средством повышения устойчивости рассмотренных сооружений от воздействия ударной волны является повышение прочности и жесткости конструкций.

Особое внимание следует уделять устойчивости **складов и хранилищ** ядовитых, пожаро- и взрывоопасных веществ в условиях чрезвычайных ситуаций. Это достигается переводом указанных материалов

на хранение из наземных складов в подземные, хранением минимального количества ядовитых, пожаро- и взрывоопасных веществ, а также безостановочным использованием этих веществ при поступлении на объект, минуя склад ("работа с колес").

Для повышения устойчивости работы объектов в чрезвычайных ситуациях необходимо уделять значительное внимание защите рабочих и служащих. Для этого на объектах строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала, создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи объекта населения о возникновении чрезвычайной ситуации. Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения чрезвычайной ситуации, а также уметь выполнять конкретные работы по ликвидации очагов поражения.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

-ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».

-ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

-ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

-ГОСТ 14.004-83Машиностроительное производство по ПБ 10-382-00

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

-Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ(ред. от

10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

-Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"

-ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

-ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»

-ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на

профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Вводный инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ **технологическая и конструкторская части**

1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Ануриев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.

Экономическая часть

1. Е.И. Махаринский, В.И.Ольшанский, Н.В.Беляков, Ю.Е.Махаринский, «Технология машиностроения», пособие для абитуриентов и студентов факультета повышения квалификации и переподготовки кадров, УО «Витебский государственный технологический университет», Витебск, 2006г.
2. Е.И. Махаринский, Н.В.Беляков, Ю.Е.Махаринский, В.И.Ольшанский, «Проектирование технологических процессов. Технология станкостроения», справочник по курсовому проектированию и технологической части дипломных проектов, .
3. А.Ф. Горбачев, В.А. Шкред «Курсовое проектирование по технологии машиностроения» под ред., (учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов) – 4-е издание, Мн., Выш.школа, 1983. – 256 с.
4. «Автоматизация технологических процессов в машиностроении» Методические указания к курсовой работе для студентов заочной формы обучения специальности. УО «Витебский государственный технологический университет». Витебск, 2004г
5. «Организация производства и управления предприятием» Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой промышленности и бытового обслуживания». УО «Витебский государственный технологический университет».

6. «Инструкция о порядке применения Единой тарифной сетки работников Республики Беларусь».- Постановление министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 22 декабря 2006г №162, в регламенте №3/15743 от 22.01.2007г.

7. Е.С. Ямпольский «Проектирование машиностроительных заводов и цехов» справочник, под общей редакцией том.4., Москва, «Машиностроение» 1975г.

8. Л.А. Федотов «Проектирование механо – сборочных цехов» учебное пособие, Воронеж, издательство Воронежского университета, 1980 год.

9. И.А. Ординарцев . «Справочник инструментальщика», Л.: Машиностроение, 1987.

10. В.Е. Антонюк «Конструктору станочных приспособлений», справочное пособие, - Мн.: Беларусь, 1991 – 400с.

11. А.Г. Косилова, Р.К. Мещерякова «Справочник технолога машиностроителя: в 2-х томах» Т2 , - М.: Машиностроение, 1984, 592с.

Социальная ответственность

1.Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учеб. пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992.

2.Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.

3.Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.

4.Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.3

5.Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.

6.Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.

7.Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.