

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт	ИМОЯК
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра	ТАМП

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления корпуса

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л20	ЦзиньЮй		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цыганков Р.С	КТН		

КОНСУЛЬТАНТЫ: По разделу «Финансовый менеджмент,
 ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов Алексей Юрьевич	КТН		

Томск – 2016г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт	ИМОЯК
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра	ТАМП

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Арляпов

А.Ю.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
158Л20	ЦзиньЮй

Тема работы:

Разработка технологии изготовления корпуса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Цыганков Р.С
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Кырмакова Ольга Сергеевна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Цыганков Р.С			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л20	ЦзиньЮй		

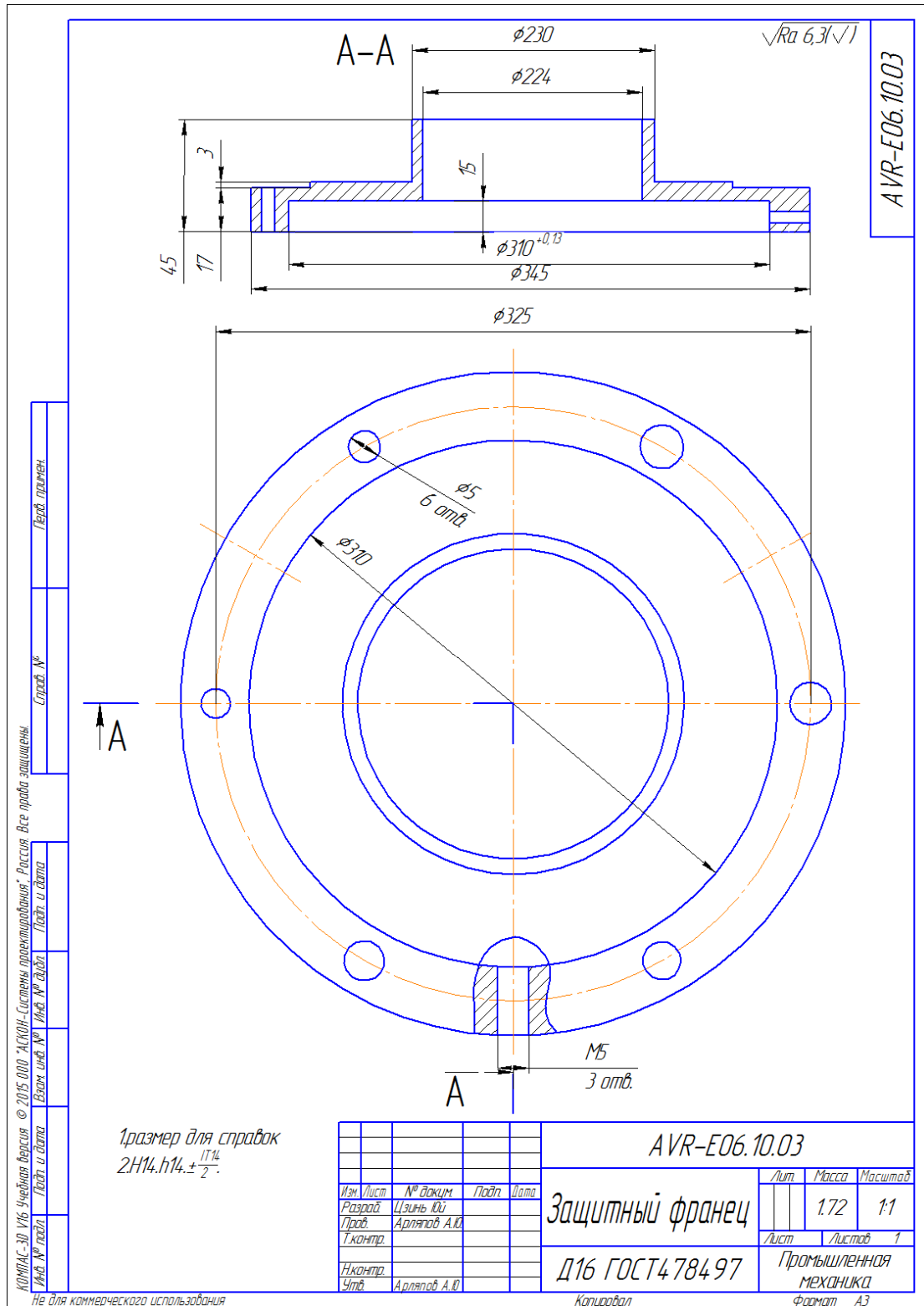
Оглавление

<i>I. Технологическая часть</i>	7
1. Исходные данные	7
2. Анализ технологичности конструкции детали	8
3. Определение типа производства	9
4. Выбор исходной заготовки	13
5. Разработка маршрута технологии изготовления фланца	14
6. Построение расчётной схемы и граф технологических цепей	17
7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров	19
7.4 Расчёт технологических размеров	22
8. Выбор средств технологического оснащения	23
9. Токарная операция: черновая подрезка торца A_{11}	25
9.2 Токарная операция: подрезка торца A_{21}	29
9.4 Токарная операция: черновое точение $\varnothing D_{12}$	33
10. Расчет основного времени	34
II. Конструкторская часть	38
1. Исходные данные	39
2. Выбор режима резания	39
3. Определение крутящего момента, осевой силы и	40
мощности	40
4. Выбор кинетической схемы головки	41
3) 5. Определение размеров валиков, шпинделей и зубчатых колес	42
6. Подбор подшипников	48
7. Проверочный расчет	50
8. Устройство и работа четырехшпиндельной головки	54
III. Экономический раздел	59
1. Инициализация проекта	59
2. Техничко-экономическая характеристика оборудования	59
3. Экономический раздел	59

IV. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	71
1. Введение	71
2. Анализ опасных и вредных факторов	73
Производственная санитария	82

I. Технологическая часть

1. Исходные данные



2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – фланец защитный изготовлена из Д16 ГОСТ 4784-97, который легко поддается механической обработке. Деталь имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется

Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 6,3, поэтому не требует чистовой обработки.

3. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [1, стр. 20]:

$$K_{з.о} = \frac{t_в}{T_{ср}}, \quad (1)$$

где $t_в$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{ср}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_в = \frac{F_r}{N_r}, \quad (2)$$

где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 5

[1, стр. 22] при двухсменном режиме работы: $F_r = 4015$ ч.

Тогда :

$$t_в = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4015 \cdot 60}{3000} = 80,3 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n}, \quad (3)$$

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

n – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, с.173]:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{кi} \cdot T_{oi}, \quad (4)$$

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

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

В качестве основных операций выберем 5 операции ($n=5$): одна заготовительная операция ,одна токарная операция, две сверлильные операции и одна слесарная (см. операционную карту).

Для первой операций (заготовительной): $\varphi_{к.1}=2,14$; для второй операции (токарной) $\varphi_{к.2}= 1,72$; для третьей и четвертой операций (сверлильной) $\varphi_{к.3}= \varphi_{к.4}= 2,10$; для пятой операции (слесарной) $\varphi_{к.5}=$

1) Основное технологическое время первой операции определяем (см. операционную карту):

$$T_{o1} = 0.19D^2 \times 10^{-3} = 0.19 \times 345^2 \times 10^{-3} = 22.61,$$

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{о.1} = 22.6 \text{ мин}$$

2) Основное технологическое время второй операции: (см. операционную карту):

$$T_{о.2} = [0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,52 \cdot d \cdot l] \cdot 10^{-3} \\ [0,037 (D^2 - d^2) + 0,18 d \cdot l + 0,18 d \cdot l + 0,18 d \cdot l] \cdot 10^{-3} = 1,56 + 4,50 = 6,06 \text{ мин}$$

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{о.2} = 2,14 \cdot 6,06 = 12,97 \text{ мин}$$

3) Основное технологическое время третьей операции: (см. операционную карту):

$$T_{о.3} = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 6 \cdot 10^{-3}$$

тогда $T_{о.3} = 0,52 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,27 \text{ мин.}$

Штучно – калькуляционное время данной операции, формула (4):

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{о.3} = 1,72 \cdot 0,27 = 0,46 \text{ мин}$$

4) Основное технологическое время для четвертой операции (см. операционную карту):

$$T_{о.4} = 0,52 d l \cdot 10^{-3},$$

тогда $T_{о.4} = 0,52 \cdot 5 \cdot 17,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 = 0,14 \text{ мин}$

Штучно – калькуляционное время данной операции, формула :

$$T_{ш.к4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{о.4} = 1,72 \cdot 0,14 = 0,24 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шкi}}{n} = \frac{T_{шк1} + T_{шк2} + T_{шк3} + T_{шк4}}{4} = \frac{2261+1297+0.46+0.24}{4} = 9.07 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{3.0} = \frac{t_{\varepsilon}}{T_{cp}} = \frac{80,}{9.07} = 8.82$$

Так как $K_{3.0} = 8.82 < 10$, то тип производства крупносерийного

4. Выбор исходной заготовки

Первоочередной этап маршрута – это выбор исходной заготовки. Для изготовления детали типа фланец переходной можно использовать:

- круглый прокат;
- отливки всевозможных видов;
- поковку;
- толстостенную трубу.

Применение толстостенной трубы экономически не целесообразно, а литье предпочтительно использовать в массовом производстве. Следовательно, конфигурация детали и тип производства предполагают в качестве заготовки для данной детали выбрать листов круглый прокат;

Эскиз заготовки представлен на рис. 2.

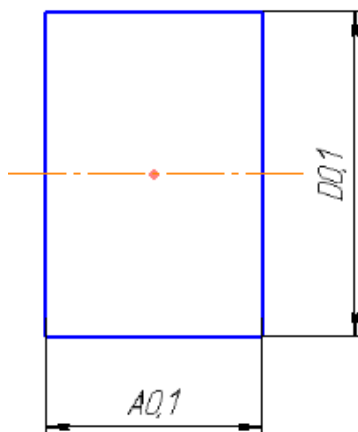


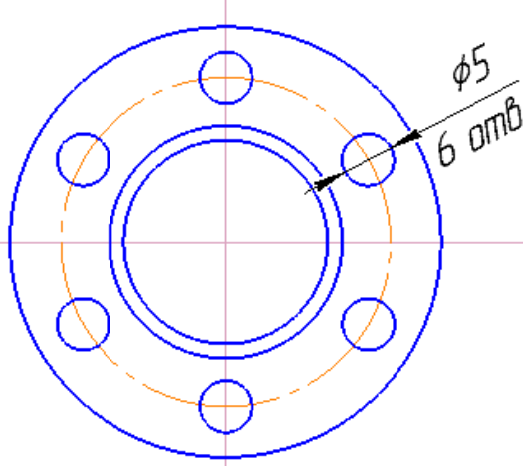
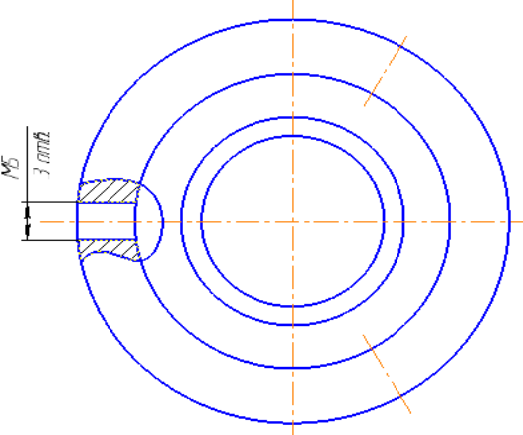
рис. 2

5.Разработка маршрута технологии изготовления фланца

Маршрут технологии изготовления фланца представлен в таблице 1.

Номер		Наименование и содержание операции и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода		
005	1	<p>ЗАГОТОВИТЕЛЬНАЯ</p> <p>Отрезать заготовку, выдержав размер $A_{0.1}$ $D_{0.1}$</p>	

010	1	<p>Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец выдерживый раз-мер A_{11} . 2) Точить диаметр D_{11} в-ыдерживый размер A_{12}. 3) Точить диаметр D_{12} в-ыдерживый размер A_{13} 4) Сверлить отверстие д иаметр D_{13} 	
	2	<ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец выдер живый размер A_{21}. 2) Точить диаметр D_{21} 3) Сверлить отверстие ди аметр D_{22} на длину A_{22} 	

015	1	<p>Сверлильная</p> <p>Сверлить 6 сквозных отверстий диаметр 5</p>	 <p>The drawing shows a circular flange with a central hole. Six smaller holes are arranged in a circle around the center. A dimension line indicates that the diameter of these six holes is $\phi 5$. The text '6 отв.' (6 holes) is written next to the dimension line. The drawing includes a central crosshair and a dashed orange circle representing the pitch circle of the six holes.</p>
020		<p>Сверлильная</p> <p>Сверлить 3 сквозных отверстия под резьбу М5.</p>	 <p>The drawing shows a circular flange with a central hole. Three smaller holes are arranged in a circle around the center. A dimension line indicates that the diameter of these three holes is $M5$. The text '3 отв.' (3 holes) is written next to the dimension line. The drawing includes a central crosshair and a dashed orange circle representing the pitch circle of the three holes. A small detail of a threaded hole is shown on the left side of the drawing.</p>
025		слесарная	

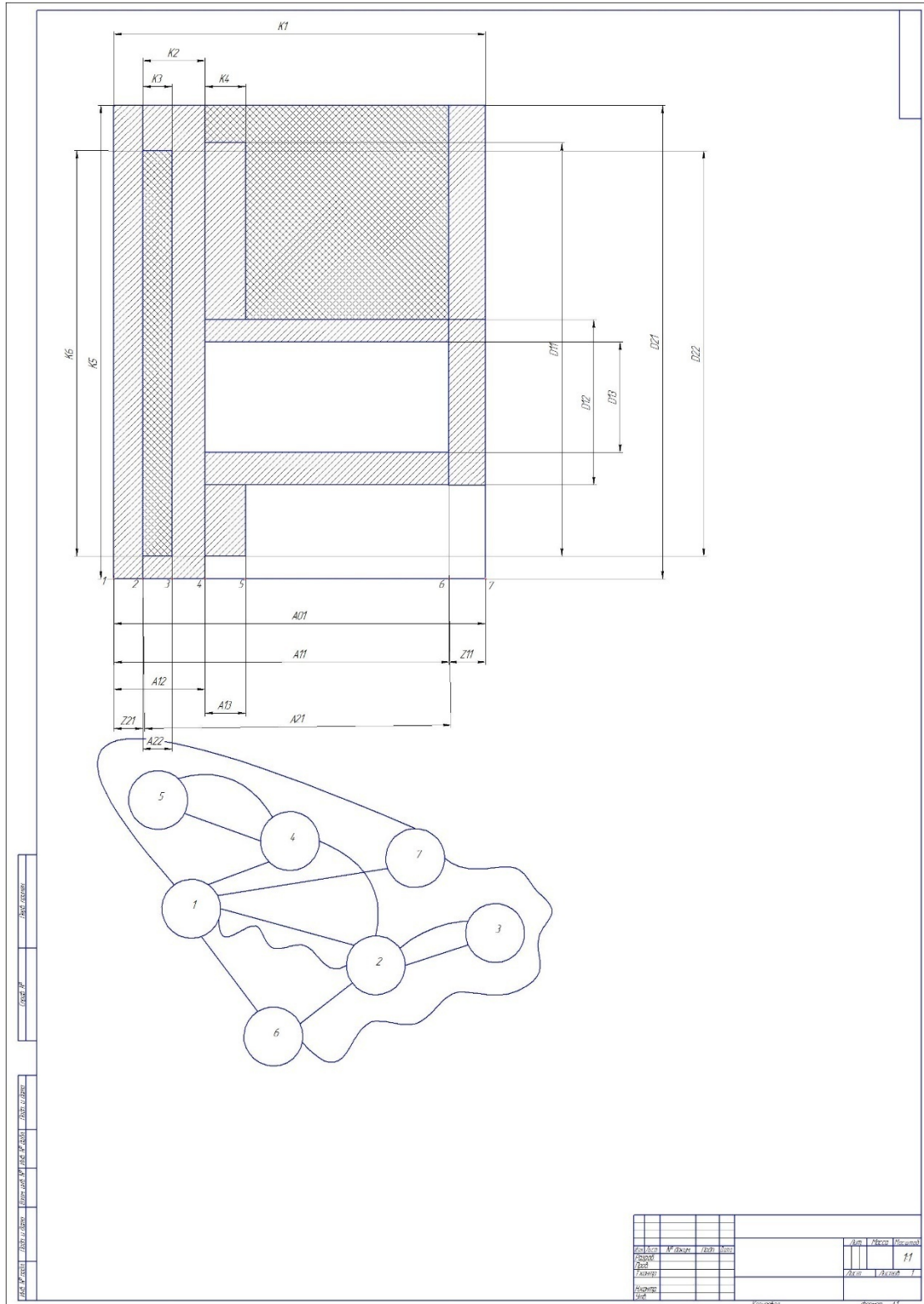
6. Построение расчётной схемы и граф технологических цепей

Расчётная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях обработки изделия [2, стр. 21].

На основании маршрута изготовления фланца защитного, составляется расчётная схема (представлена на рис.), которая содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

В данной размерной схеме число поверхностей – 7, число технологических размеров – 7, число припусков – 2, число конструкторских – 4. Следовательно, размерная схема

построена верно.



7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 1,15 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 1,15 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 1,4 \text{ мм};$$

7.2 Допуски на технологические размеры:

$$TA_{01} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = 0,22 \text{ мм};$$

$$TA_{11} = 0,33 \text{ мм};$$

$$TA_{22} = 0,14 \text{ мм}$$

$$TA_{12} = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{13} = 0,33 \text{ мм};$$

$$TD_{01} = (345)_{-0,7}^{+1,3} = 2 \text{ мм};$$

$$TD_{12} = (230)^{+0,25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TD_{13} = (224)^{+0,29} = 0,29 \text{ мм};$$

$$TD_{23} = (310)^{+0,29} = 0,29 \text{ мм};$$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i,$$

Для размера K_1 (см. рисунок 4): $TK_1 = 0,62 \geq TA_{21} = 0,22$ мм, т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_2 (см. рисунок 4): $TK_2 = 0,43 \geq TA_{12} - TA_{11} + TA_{21} = 0,04$ мм, т. е. размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_3 (см. рисунок 4): $TK_3 = 0,43 \geq TA_{12} = 0,14$ мм, т. е. размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_3 (см. рисунок 4): $TK_3 = 0,25 \geq TA_{13} = 0,33$ мм, т. е. размер K_3 может быть необеспечен с заданной точностью.

7.3.1 Расчет припусков на осевые технологические размеры

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

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

где $\rho_{\phi_{i-1}}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$ – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

Минимальный припуск на черновую подрезку торца:

$$Z_{11 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,2 + 0,5 = 0,8 \text{ мм.}$$

$$Z_{21 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,2 + 0,5 = 0,8 \text{ мм.}$$

7.3.2. Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (8)$$

где $z_{i \min}$ – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

Rz_{i-1} – шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} – суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

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

Припуски $2 \cdot Z_{11}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{11_{min}} = 2 \cdot \left(100 + 200 + \sqrt{500^2 + 150^2} \right) = 1644 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$T2Z_{11} = TD_{05} + TD_{13} = 1600 + 250 = 1850 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{11_{max}} = 2 \cdot Z_{11_{min}} + T2Z_{13} = 1644 + 1850 = 3494 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$\begin{aligned} 2 \cdot Z_{11_{cp}} &= \frac{2 \cdot Z_{11_{max}} + 2 \cdot Z_{11_{min}}}{2} \pm \frac{T2Z_{13}}{2} = \frac{1644 + 3494}{2} \pm \frac{1850}{2} = \\ &= 2569 \pm 925 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

7.4 Расчёт технологических размеров

$$A_{22_{cp}} = 15.21 \pm 0,21 \text{ мм}; \quad A_{21_{cp}} = 45.31 \pm 0.31 \text{ мм.}$$

$$A_{13_{cp}} = 15.21 \pm 0,21 \text{ мм};$$

$$A_{11_{cp}} = A_{21_{cp}} + Z_{21_{cp}} = 46.385 \pm 0,035 \text{ мм.}$$

Так как $TA_{11} = 0.33\text{м}$, то $A_{22_{расч}} = 46.42(-0,33) \text{ мм.}$

$$A_{11_{cp}} = A_{11_{cp}} + Z_{11_{cp}} = 47.55 \pm 0,33\text{мм.}$$

Так как $TA_{01} = 0.4\text{м}$, то $A_{01_{расч}} = 47.88(-0,4) \text{ мм.}$

$$Z_{11_{MAX}} = 1.75$$

$$Z_{11_{MAX}} = 1.79$$

$$D_{12cp} = 230 \pm 0.375$$

$$D_{01_{cpe}} = D_{11_{cpe}} + Z_{11_{cpe}} = 340.61 \pm 0.4$$

$$\text{то } D_{01_{расч}} = 341,206 - 0.5 \text{ мм.}$$

8. Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования производится с учётом типа производства и объёма выпуска. Технологическое оборудование назначается на каждую операцию технологического процесса механической обработки детали.

Токарно-винторезный станок

Модель 16К20Ф3

Технические характеристики:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной, мм		400
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом, мм		220
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм		1000
Класс точности по ГОСТ 8-82		Н
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг	закрепленного в патроне	1200
	закрепленного в центрах	300
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм		55
Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм		32
Частоты вращения шпинделя, об/мин	- обратного	12,5-2000
	- прямого	19-2420
Число ступеней частот вращения шпинделя	- обратного	23
	- прямого	12

Число ступеней рабочих подач	- продольных	42
	- поперечных	42
Пределы рабочих подач, мм/об	- продольных	0,07-4,16
	- поперечных	0,035-2,08
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт		10
Мощность электродвигателя привода быстрых перемещений суппорта, кВт		0,75 или 1,1
Масса станка, кг		3035
Габариты станка, мм		2812x1166x1324

Вертикально-сверлильный станок

Модель 2Н125

Технические характеристики:

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	25
Рабочая поверхность стола, мм	400×450
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	700
Вылет шпинделя, мм	250
Наибольший ход шпинделя, мм	200
Наибольшее вертикальное перемещение: -сверлильной головки, мм -стола, мм	170 270
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45 – 2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2
Габаритные размеры:	915x785x2350
Масса, кг	880

8.Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его

режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

9. Токарная операция: черновая подрезка торца A_{11}

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при черновой обработке равна максимальному припуску на обработку: $t = Z_{11max} = 1.79\text{мм}$.

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.266]. При черновой обработке выбирают максимально возможную подачу исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов. Для данной глубины резания: $s = 0,8$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=45$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [3, с.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (11)$$

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

K_{PV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [3, с.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (12)$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из Ст3 берем из таблицы 2 [3, с.262]:

$$K_{\Gamma} = 1,0 \quad n_v = 1,0$$

Тогда:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{380} \right)^{1,0} = 1,97$$

Отсюда: $K_{MV} = 1,97$; $K_{ПV} = 0,8$; $K_{ИV} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,97 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,576$$

Скорость резания определяем для $t = 0.87\text{мм}$, формула (10):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_y} \cdot K_V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 0.87^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,576 = 241,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 241,2}{3,14 \cdot 345} = 253,89 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 160 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 345 \cdot 160}{1000} = 152 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (13)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [3, с.273].

Глубина резания в формуле: $t = Z_{11_{max}} = 1.75 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (14)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [3, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{380}{750} \right)^{0,75} = 0,6.$$

$$K_{MP} = 0,6; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 0,6 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,534$$

Главная составляющая силы резания, формула (13):

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 3,35^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 152^{(-0,15)} \cdot 0,534 = 2137,35 \text{ Н} \end{aligned}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2137,35 \cdot 152}{1020 \cdot 60} = 5,3 \text{ кВт.}$$

9.2 Токарная операция: подрезка торца A_{21}

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания при чистовой обработке назначается в зависимости от требований к точности размеров и шероховатости обработанной поверхности: $t = Z_{21} = 1,075$.

2. Подачу S назначаем по таблице 14 [3, с.266]. При чистовой обработке подачу назначают в зависимости от требований к точности размеров и шероховатости обработанной поверхности: $s = 0,35$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле (10):

Период стойкости инструмента принимаем: $T=45$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [3, с.269].

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 1,385^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \cdot 1,576$$
$$= 354,27 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 354,27}{3,14 \cdot 302,06} = 373,33 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 302,4 \cdot 200}{1000} = 190 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,3}{0,75} = 7,06 \text{ кВт.}$$

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

9. Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$7,06 < 7,5$$

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

9.3 Токарная операция: черновое точение $\varnothing 23$

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина резания: $t_{13 \varnothing_{\text{ср}}} = 1,3 \text{ мм}$, $t_{13 \text{ ос}_{\text{ср}}} = 2,555 \text{ мм}$.

2. Подача: $s = 0,8 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле (10):

$$V_{\varnothing} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\varnothing}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 1,3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,576 = 266 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{ос}} &= \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\text{ос}}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 2,555^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,576 \\ &= 240,38 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \end{aligned}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\varnothing} = \frac{1000 \cdot V_{\varnothing}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 266}{3,14 \cdot 302,4} = 280,31 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{\text{ос}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{ос}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 240,38}{3,14 \cdot 302,4} = 253,31 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 160 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 302,4 \cdot 160}{1000} = 152 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания для глубины резания $t_{13 \text{ ос max}} = 3,38 \text{ мм}$ по формуле (13):

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 3,38^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 151,75^{(-0,15)} \cdot 0,534 = 2156,4 \text{ Н} \end{aligned}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2156,4 \cdot 152}{1020 \cdot 60} = 5,35 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,35}{0,75} = 7,12 \text{ кВт.}$$

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

9. Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$7,13 < 7,5$$

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

9.4 Токарная операция: черновое точение $\varnothing D_{12}$

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина: $t_{15_{cp}} = 1,3$ мм.
2. Подача: $s = 0,8$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле (10):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 1,3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,576 = 266 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 266}{3,14 \cdot 302,4} = 280,32 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 160 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 302,4 \cdot 160}{1000} = 152 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

9.5 Токарная операция: черновое точение $\varnothing D_{13}$

Материал режущего инструмента – Т15К6.

1. Глубина резания: $t_{23 \varnothing_{cp}} = 1,33$ мм, $t_{23 \text{ос}_{cp}} = 1,755$ мм
2. Подача: $s = 0,8$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле (10):

$$V_{\emptyset} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\emptyset}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 1,33^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,576$$
$$= 271,34 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$V_{\text{ос}} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\text{ос}}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 1,755^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,576$$
$$= 254,31 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\emptyset} = \frac{1000 \cdot V_{\emptyset}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 271,34}{3,14 \cdot 150} = 575,8 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{\text{ос}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{ос}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 254,31}{3,14 \cdot 150} = 539,66 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 315 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 315}{1000} = 148,365 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

10. Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле

[4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (24)$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{cx} + l_{пд} \quad (25)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_e – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

$l_{но}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{cx} = l_{пд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{tg\varphi}, \quad (26)$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} \quad (27)$$

переход 1- подрезка торца (черновая):

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_{11 \text{ оспр}}}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(18,2 + \frac{2,5}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{160 \cdot 0,8} = 0,15 \text{ мин.}$$

переход 2- точить поверхность 1 (черновая):

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_{13 \text{ оспр}}}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2,04 + \frac{1,3}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{160 \cdot 0,8} = 0,03 \text{ мин.}$$

точить поверхность 2 (черновая):

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_{13 \text{ оспр}}}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(60,595 + \frac{2,555}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{160 \cdot 0,8} = 0,49 \text{ мин.}$$

переход 3- точить поверхность 1:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_{14} \phi_{\text{ср}}}{\text{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(3,34 + \frac{0,39}{\text{tg} 100^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{200 \cdot 0,35}$$
$$= 0,08 \text{ мин.}$$

переход 4- растачивание отверстия (черновая):

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_{15} \phi_{\text{ср}}}{\text{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(17,59 + \frac{1,3}{\text{tg} 60^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{160 \cdot 0,8}$$
$$= 0,16 \text{ мин.}$$

Основное время для второй токарной операции:

переход 1 - подрезка торца (черновая):

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_{21} \phi_{\text{оср}}}{\text{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(38,3 + \frac{1,125}{\text{tg} 100^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{315 \cdot 0,8}$$
$$= 0,16 \text{ мин.}$$

$$\frac{\left(38,3 + \frac{0,48}{\text{tg} 100^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{400 \cdot 0,35} = 0,31 \text{ мин.}$$

переход 2-расточивание отверстия (черновая):

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_{23} \phi_{\text{ср}}}{\text{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(8,42 + \frac{1,33}{\text{tg} 95^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{315 \cdot 0,8}$$
$$= 0,04 \text{ мин.}$$

переход 3- точение поверхности (черновая):

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_{25 \phi_{cp}}}{tg \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20,59 + \frac{1,43}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{315 \cdot 0,8}$$
$$= 0,09 \text{ мин.}$$

Основное время для вертикально-сверлильной операции:

При сверлении на проход длину врезания определяют по формуле:

$$l_B = \frac{d}{2} \cdot ctg \varphi \quad (28)$$

$$T_{o1} = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot ctg \varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20,59 + \frac{7}{2} \cdot ctg 59^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{500 \cdot 0,14}$$
$$== 0,33 \text{ мин;}$$

$$T_{o2} = \frac{(l + \frac{d_2}{2} \cdot ctg \varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20,59 + \frac{15}{2} \cdot ctg 59^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{500 \cdot 0,14}$$
$$== 0,36 \text{ мин;}$$

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 0,33 + 0,36 = 0,69 \text{ мин.}$$

II. Конструкторская часть

В данном разделе проектируется четырехшпиндельная головка для одновременного сверления шесть отверстий в детали фланец защитный для вертикально-сверлильного станка 2Н125.

1. Исходные данные

Материал обрабатываемой детали – конструкционная углеродистая сталь Ст3 с пределом прочности $\sigma_B = 380 - 470$ МПа и $HВ = 131$ МПа. Диаметр отверстий – 5 мм; глубина отверстий – 17 мм (отверстия сквозные). В качестве режущего инструмента принимаем сверло спиральное левое двухступенчатое с коническим хвостовиком ($D_1 = 7$ мм; $D_2 = 15$ мм) из быстрорежущей стали Р6М5 с коническим хвостовиком. Принимаемая стойкость сверл $T = 45$ мин машинного времени. Головка проектируется на вертикально сверлильный станок модели 2Н125.

2. Выбор режима резания

Данные берем из пункта 9.12 технологической части:

Глубина резания $t_1 = 1.07$ мм, $t_2 = 1.3$ мм.

Подача: $S = 0,14$ мм/об.

Число оборотов сверл, с учетом типа станка: $n = 500$ об/мин.

Фактическая скорость резания:

$$V_1 = 15,22 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}, V_2 = 23,56 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

3. Определение крутящего момента, осевой силы и

МОЩНОСТИ

Данные берем из пункта 9.12 технологической части:

Крутящий момент:

$$M_{кр1} = 1,89 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad M_{кр2} = 5,26 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Осевая сила при одновременной работе четырьмя сверлами:

$$P_{o1} = 2967,2 \text{ Н}, \quad P_{o2} = 1928,81 \text{ Н}.$$

Мощность резания при одновременной работе четырьмя сверлами
потребуется:

$$N_{ст1} = 0,4 \text{ кВт}, \quad N_{ст2} = 1,08 \text{ кВт}.$$

4. Выбор кинетической схемы головки

На основании изучения данных об обрабатываемой детали и станке принята следующая кинематическая схема (рис. 1.):

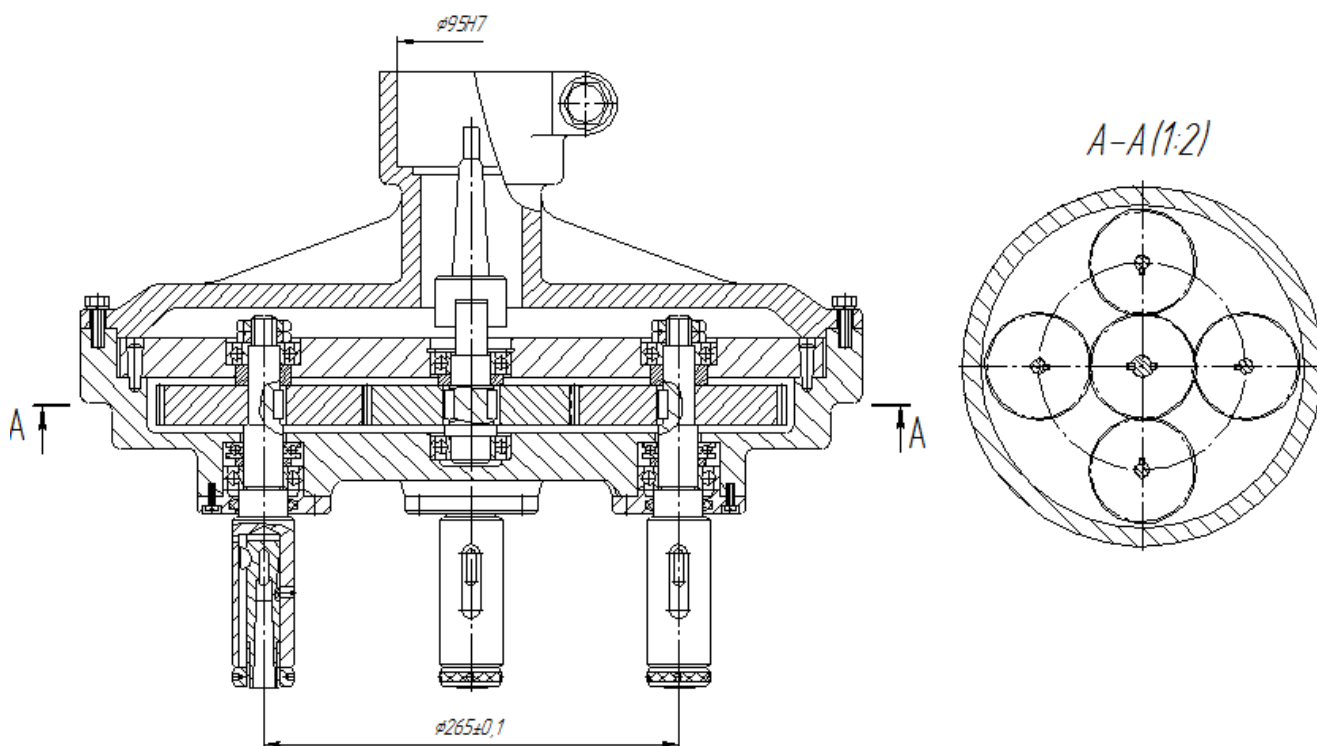


Рис. 1. Кинематическая схема

- 1) В головке отсутствуют паразитные шестерни, поэтому рабочие шпиндели имеют правое вращение лишь при левом вращении шпинделя станка;
- 2) Расстояния между осями шпинделей позволили разместить зубчатые колеса в один ярус;
- 3) Каждое зубчатое колесо располагается между двумя опорами (радиальные подшипники).

5. Определение размеров валиков, шпинделей и зубчатых колес

Центральный ведущий вал является наиболее нагруженным. Поэтому при определении модуля зацепления всех зубчатых колес головки берется нагрузка, приходящаяся на зуб шестерни, установленной в этом валике.

Определение размеров центрального вала.

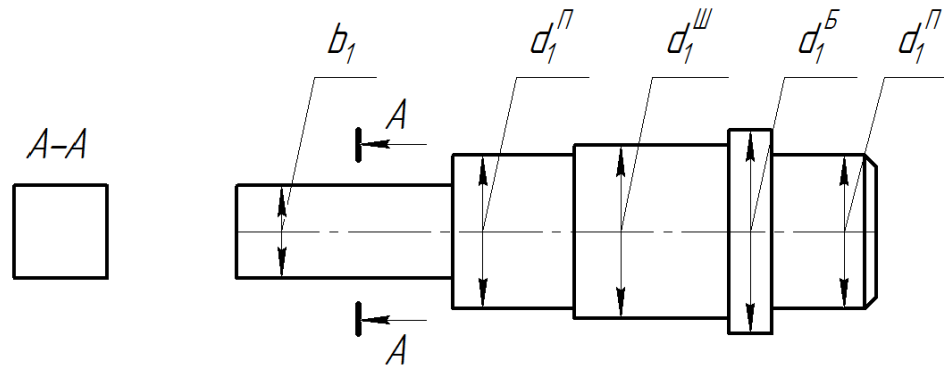


Рис. 2. Эскиз центрального вала

Определим диаметр выходного участка вала из условия прочности на кручение:

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_p} \leq [\tau], \quad (1)$$

где τ – рабочее напряжение, МПа;

W_p – полярный момент сопротивления, мм^2 ;

$[\tau_k]$ – допускаемое напряжение, МПа;

$M_{\text{кр}}$ – крутящий момент, Н·мм.

$$M_{кр} = \frac{9750 \cdot N_{ст}}{n} = \frac{9750 \cdot 1,08}{500} = 21,06 \text{ Н} \cdot \text{м} = 21060 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Определим полярный момент по формуле:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}$$

$$\approx 0,2d^3 \quad (2)$$

Для валов из сталей 45 принимают пониженное значение $[\tau_k] = 15 \div 20$ МПа.

Тогда

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 21060}{3,14 \cdot 18}} = 18,13 \text{ мм.}$$

Полученный результат округляют до ближайшего большего значения из стандартного ряда. Принимаем $d_1 = 20$ мм.

Определяем диаметр вала под подшипники:

$$d_1^{\Pi} = d_1 + (3 \dots 5) \text{ мм,}$$

где d_1^{Π} - диаметр вала под подшипник, мм;

$$d_1^{\Pi} = d_1 + (3 \dots 5) \text{ мм} = 20 + (3 \dots 5) = (23 \dots 25) \text{ мм.}$$

Принимаем $d_1^{\Pi} = 25$ мм.

Определяем диаметр вала под шестерню:

$$d_1^{\text{III}} = d_1^{\text{II}} + (3 \dots 5) \text{ мм},$$

где d_1^{III} – диаметр вала под шестерню, мм;

$$d_1^{\text{III}} = d_1^{\text{II}} + (3 \dots 5) = 25 + (3 \dots 5) = (28 \dots 30) \text{ мм};$$

Принимаем $d_1^{\text{III}} = 28 \text{ мм}$.

Определяем диаметр вала под буртик:

$$d_1^{\text{B}} = d_1^{\text{III}} + (3 \dots 5) \text{ мм},$$

где d_1^{B} - диаметр вала под буртик, мм;

$$d_1^{\text{B}} = d_1^{\text{III}} + (3 \dots 5) = 28 + (3 \dots 5) = (31 \dots 33) \text{ мм};$$

Принимаем $d_1^{\text{B}} = 33 \text{ мм}$.

Определение размеров рабочего шпинделя.

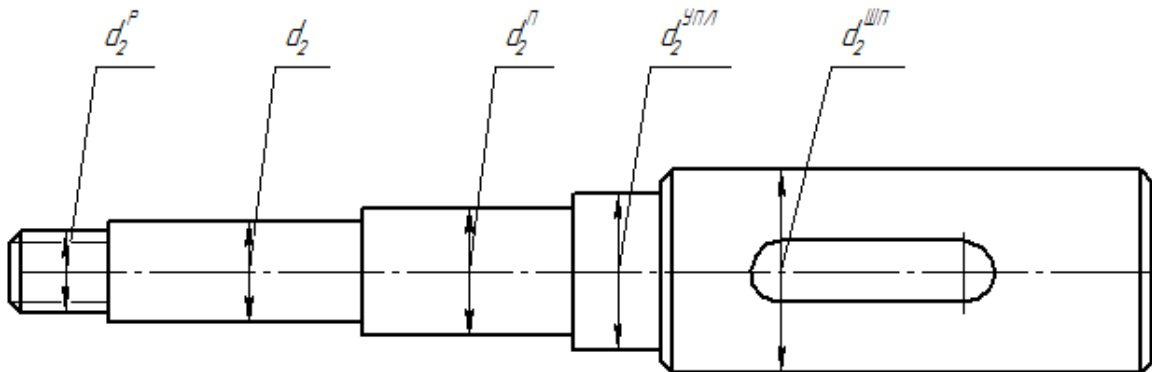


Рис. 3. Эскиз рабочего шпинделя

Определим диаметр выходного участка вала из условия прочности на кручение (1):

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 21060}{3,14 \cdot 18}} = 18,13 \text{ мм.}$$

Полученный результат округляют до ближайшего большего значения из стандартного ряда. Принимаем $d_2 = 20$ мм.

Диаметр вала под резьбу – М18.

Определяем диаметр вала под подшипники:

$$d_2^{\text{П}} = d_2 + (3 \dots 5) \text{ мм} = 20 + (3 \dots 5) = (23 \dots 25) \text{ мм.}$$

Принимаем $d_2^{\text{П}} = 25$ мм.

Определяем диаметр вала под уплотнения:

$$d_1^{\text{УПл}} = d_1^{\text{П}} + (3 \dots 5) \text{ мм,}$$

где $d_1^{\text{УПл}}$ – диаметр вала под уплотнения, мм;

$$d_2^{\text{УПл}} = d_2^{\text{П}} + (3 \dots 5) = 25 + (3 \dots 5) = (28 \dots 30) \text{ мм;}$$

Принимаем $d_2^{\text{УПл}} = 30$ мм.

Определяем диаметр вала шпинделя:

$$d_2^{\text{ШП}} = d_2^{\text{УПл}} + (5 \dots 10) \text{ мм,}$$

где $d_2^{\text{ШП}}$ – диаметр вала шпинделя, мм;

$$d_2^{\text{ШП}} = d_2^{\text{УПл}} + (5 \dots 10) = 30 + (5 \dots 10) = (35 \dots 40) \text{ мм;}$$

Принимаем $d_2^{\text{ШП}} = 40$ мм.

Кинематический расчет 4х шпиндельной головки, заключается в определении диаметра шестерен и модуля при заданных значениях межцентрового расстояния: $a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = 132,5$ мм.

Конструктивно применимо:

$$d_1 = 132,5 \text{ мм}, \quad d_2 = 132,5 \text{ мм.}$$

где d_1 – делительный диаметр центральной шестеренки;

d_2 – делительный диаметр рабочих шестеренок.

Нормальный модуль зацепления рекомендуется принимать в пределах:

$$m_n = (0,01 \dots 0,02) \cdot a_w, \text{ при твердости зубьев } HB \leq 350$$

$$m_n = (0,01 \dots 0,02) \cdot a_w = (0,01 \dots 0,02) \cdot 132,5 = (1,325 \dots 2,65)$$

Принимаем $m = 2,5$ мм по ГОСТ 9563-80;

Ведущая (центральная) шестерня – 1.

Делительный диаметр $d_1 = 132,5$ мм; $m = 2,5$ мм;

Число зубьев:

$$z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{132,5}{2,5} = 53$$

Внутренний диаметр:

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m = 132,5 - 2,5 \cdot 2,5 = 126,25 \text{ мм}$$

Наружный диаметр:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 132,5 + 2,5 \cdot 2 = 137,5 \text{ мм}$$

Ведомая (рабочая) шестерня – 2.

Делительный диаметр $d_2 = 132,5$ мм; $m = 2,5$ мм

Число зубьев:

$$z_2 = \frac{d_2}{m} = \frac{132,5}{2,5} = 53$$

Внутренний диаметр:

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m = 132,5 - 2,5 \cdot 2,5 = 126,25 \text{ мм}$$

Наружный диаметр:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 132,5 + 2,5 \cdot 2 = 137,5 \text{ мм}$$

Определяем передаточное число зубьев:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{132,5}{132,5} = 1$$

Число оборотов центрального шпинделя $n_1 = 500 \text{ мин}^{-1}$;

Число оборотов рабочих шпинделей:

$$n_2 = n_1 \cdot i = 500 \cdot 1 = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

Ширина зубчатых колес берется равной 10 модулям:

$$b = 10 \cdot m = 10 \cdot 2,5 = 25 \text{ мм}.$$

6. Подбор подшипников

Подшипники выбираются по диаметрам валов, на которых они устанавливаются. Назначаем для центрального вала подшипники шариковые радиальные однорядные легкой серии № 205 по ГОСТ 8338-75. Для рабочих шпинделей – подшипники шариковые радиальные однорядные легкой серии № 204 и № 205 по ГОСТ 8338-75 и подшипники шариковые упорные однорядные № 8205 по ГОСТ 7872-89.

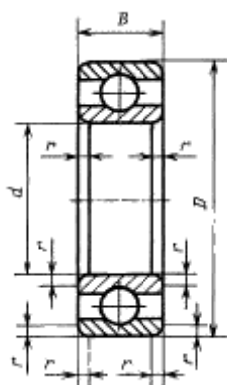


Рис. 3. Подшипник шариковый радиальный однорядный

Условное обозначение подшипника	d	D	B	r	C , кН	C_0 , кН
204	20	52	14	1,5	12,7	6,2
205	25	47	15	1,5	14	6,95

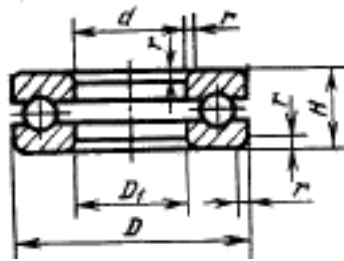


Рис. 4. Подшипник шариковый упорный однорядный

Условное обозначение подшипника	d	D ₁	D	H	r	C, кН	C ₀ , кН
8205	25	25,2	47	15	1,0	28	42,5

7. Проверочный расчет

Проверочный расчет на прочность производят для наиболее нагруженных деталей – зубчатых колес, подшипников; проверку прочности шпинделей, валиков и других элементов конструкции выполняют только в случае особо неблагоприятного распределения нагрузки.

Прочность зубьев колес может быть проверена по величине действующих контактных напряжений изгиба у основания зубьев, которые должны быть меньше соответствующих допускаемых напряжений. Можно эту проверку осуществить косвенным путем, вычислив по допускаемым напряжениям и заданным условиям работы величину модуля и сравнив ее с принятой в расчете величиной модуля. Для косвенной проверки воспользуемся формулами:

- 1) исходя из усталости поверхностного слоя металла зубьев

$$m_{\text{пов}} = \sqrt[3]{\frac{i+1}{i\psi} \left(\frac{180000}{z \cdot [\sigma_k]}\right)^2 \frac{N K}{n K_v}}, \quad (3)$$

- 2) исходя из прочности зуба на изгиб

$$m_{\text{пов}} = 10^3 \sqrt{\frac{455}{z \cdot \psi \cdot y \cdot [\sigma_{\text{н}}]} \frac{N K_{\text{н}}}{n K_v}}, \quad (4)$$

В этих формулах:

i – передаточное отношение (отношение числа зубьев большего колеса к числу зубьев меньшего колеса);

ψ – отношение ширины колеса (длины зуба) к модулю;
 $\psi = 8 \div 12$;

z – число зубьев колеса;

$[\sigma_{\text{к}}]$ – допускаемое напряжение смятия (контактное напряжение), кгс/мм²;

N – мощность, л. с;

n – частота вращения, об/мин;

K и $K_{\text{н}}$ – коэффициенты долговечности по контактным напряжениям и напряжениям изгиба;

y – коэффициент формы зуба;

$[\sigma_{\text{н}}]$ – допускаемое напряжение на изгиб, кгс/мм²;

K_v – коэффициент скорости, который может быть рассчитан по формуле Барта:

$$K_v = \frac{6}{v + 6} = \frac{6}{3,5 + 6} = 0,63$$

где v – окружная скорость на колесе, м/сек.

Пользуясь полученными ранее данными и вспомогательными таблицами, находим модуль для зубчатого зацепления.

При $i = \frac{53}{53} = 1; \psi = 12; z = 53; [\sigma_k] = 85 \text{ кгс/мм}^2$; $n = 500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$;

$N = 1,08 \text{ кВт} = 1,47 \text{ л. с}; K = K_H = 1; K_v = 0,63; y = 3,66;$

$[\sigma_H] = 18 \text{ кгс/мм}^2$

$$m_{\text{пов}} = \sqrt[3]{\frac{1+1}{1 \cdot 12} \left(\frac{180000}{53 \cdot 85}\right)^2 \frac{1,47}{500} \frac{1}{0,63}} = 1,08 \text{ мм},$$

$$m_{\text{пов}} = 10 \sqrt[3]{\frac{455}{53 \cdot 12 \cdot 3,66 \cdot 18} \frac{1,47}{500} \frac{1}{0,63}} = 0,37 \text{ мм}.$$

Таким образом, выбранным модуль $m = 2,5 \text{ мм}$ удовлетворяет требованиям по критериям и по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба.

Проверочный расчет подшипников качения выполняется по формуле:

C

$$= Q \cdot (n \cdot h)^{0,3}, \quad (5)$$

где Q – условная нагрузка подшипника, Н;

n – число оборотов вала в минуту;

h – долговечность подшипника в часах;

C – коэффициент работоспособности подшипника, зависящий от конструкции, размера и качества материала подшипника.

Проверке необходимо подвергнуть лишь упорные подшипники рабочих шпинделей, так как радиальные подшипники подбирались из конструктивных соображений в зависимости от размеров упорных подшипников и по своей работоспособности значительно превосходят подшипники, требующиеся по условиям работы в данной головке.

Условная нагрузка $Q_{кг}$ на упорный подшипник определяется умножением усилия P кгс на коэффициент $K_{под} = 1,2$.

$$P_{02} = 1928,81 \text{ Н} = 196,68 \text{ кгс}$$

$$Q = P \cdot K_{под} = 196,68 \cdot 1,2 = 236,02 \text{ кгс.}$$

Подставляя значения C , Q и n в формулу (5), находим:

$$h \approx 6216,20 \text{ ч} > 2000 \text{ ч}$$

8. Устройство и работа четырехшпиндельной головки

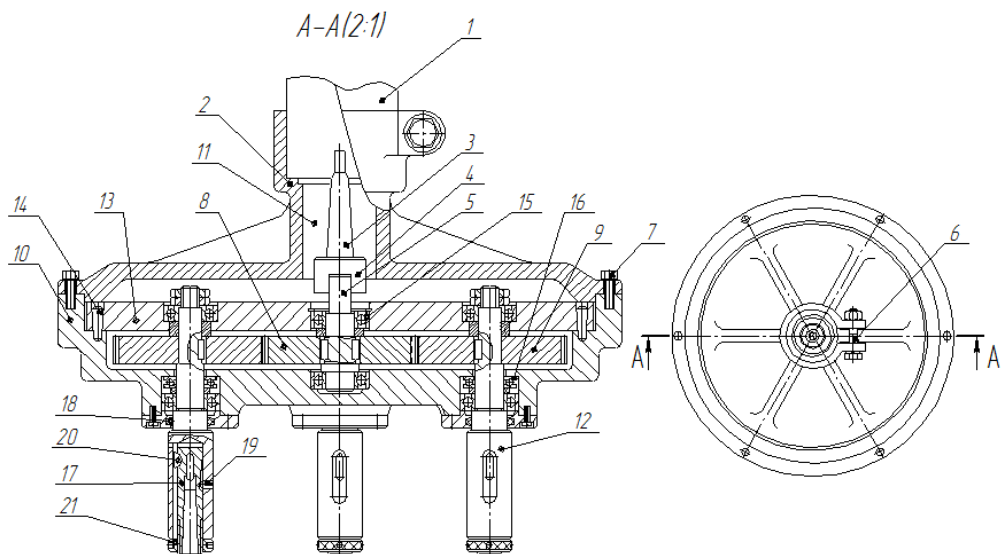


Рис. 5. Устройство четырехшпиндельной головки

Головка (10) сцентрирована и прикреплена к переходной муфте (2) болтами (7). Муфта надета на гладкую гильзу (1) с вращающимся в ней шпинделем (11) станка и стянута болтом (6). В конусное гнездо шпинделя вставлен поводок (3) с пазом для соединения с шипом (4) центрального ведущего валика (5). На центральном валике (5) установлена ведущая шестерня (8) с внешним зацеплением. Вращение от ведущей шестерни передается через шестерни (9) одновременно четырем рабочим шпинделям (12). Для удобства сборки в конструкции головки предусмотрен промежуточный диск (13), отверстия в котором обрабатываются совместно с отверстиями в нижней половине корпуса (10).

Промежуточный диск центрируется относительно нижней части корпуса посредством конических штифтов (14).

Центральный валик и шпиндели смонтированы на шариковых подшипниках (15); для восприятия осевых сил предусмотрены упорные подшипники (16). зубчатые колеса как на ведущем валике, так и на рабочих шпинделях расположены между двумя опорами и установлены по посадке А/Н. В головках шпинделей закреплены регулируемые по высоте державки (17) с конусными гнездами под инструмент. Для предупреждения вытекания смазки шпиндели уплотнены фетровыми кольцами (18).

Для обеспечения равномерной нагрузки на шпиндели и одновременного вступления в работу всех инструментов державка с конусным гнездом под инструмент предохраняется от выпадения винтами (19), а фиксируется гайкой (21); от проворачивания в шпинделе державка удерживается шпонкой (20). Для удаления инструмента клином в шпинделях и державках предусматриваются продолговатые отверстия.

Для изготовления деталей головок и рабочих шпинделей применяем качественную углеродистую сталь 45. Для зубчатых колес применяем сталь 12ХНЗА. Корпус выполняем из

алюминиевого сплава марки АЛ9, для того чтобы облегчить вес
ГОЛОВКИ.

Список литературы:

1. Горбачевич 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 процес-сов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1985. 496 с., ил.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., ил.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
6. 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.
7. Ансеров, М.А. Приспособление для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – 4-е изд., испр. и доп. – Л. : Машиностроение, 1985. – 656 с.

8. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др.— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1988. — 416 с.: ил.

III. Экономический раздел

1. Инициализация проекта

Данный проект посвящен разработке технологии изготовления детали “фланец защитный” – корпус для тумблера, он установит и защитит детали тумблера.

Данный выполняется по заказу ООО "НПЦ"Полюс". Ограничение по времени выполнения проекта - 100 дней.

2. Техничко-экономическая характеристика оборудования

Все станки и приспособление выбираются по максимальные мощности для каждой операции.

Оборудование для проекта

Модель оборудования	Стоимость станка, руб.	Срок станка, год
Станок токарный с ЧПУ - СТХ 310	275000	8
Станок вертикально-сверлильный – 2А150	127400	8
станок ножовочный отрезной модель ON-280	200000	8

3. Экономический раздел

Технологическая себестоимость детали — это сумма затрат на

осуществление технологических операций ее изготовления без учета покупных деталей, узлов. Она включает все прямые расходы, связанные с содержанием и эксплуатацией технологического оборудования, при помощи которого изготавливается продукция. Технологическая себестоимость – один из основных показателей технологичности изделия.

Технологическая себестоимость всей механической обработки годового выпуска деталей одного наименования определяется по формуле:

$$C_{год} = N (Z_m + \sum C_i), \text{ руб.}$$

где N – годовая программа выпуска, *шт.*;

Z_m – затраты на основные материалы, приходящиеся на деталь, *руб.*;

C_i – технологическая себестоимость i -й операции одной детали, *руб.*;

$i = 1 \dots n$ – операции механической обработки согласно технологическому процессу изготовления детали.

Таблица 1

Расчет цеховой (технологической) себестоимости

Статьи расходов	Обоснование расхода	Расход на единицу, <i>руб.</i>
1. Затраты на основной материал	$Z_m = H_m \cdot Ц_{1к2}$	9
2. Основная зарплата основных рабочих	$Z_o = \frac{C_j \cdot t_{ум}}{60}$	110,7
3. Дополнительная зарплата основных рабочих	$Z_{дон} = 0,1 \cdot Z_o$	11,5075

4. Затраты на амортизацию оборудования	$A = \frac{S_{cm} \cdot H_a \cdot t_{um}}{\Phi_\delta \cdot 60}$	83,41
5. Затраты на текущий ремонт оборудования	$P = \frac{k_p \cdot S_{cm} \cdot t_{um}}{\Phi_\delta \cdot 60}$	29,2
6. Затраты на силовую электроэнергию	$\mathcal{E} = \frac{W_{cm} \cdot k_m \cdot k_\epsilon \cdot \Pi_{1квт} \cdot t_{um}}{60}$	11,22
7. Затраты на содержание производственных площадей	$F = \frac{F_{cm} \cdot k_{дон} \cdot \Pi_{1.м} \cdot t_{um}}{\Phi_\delta \cdot 60}$	37,32
8. Затраты на износ инструмента	$И = \frac{(1 + 0,05) \cdot \Pi \cdot t_0}{S_{ст}}, \text{руб}$	59,28
9. Затраты на приспособление	$\Pi = \frac{S_{np} \cdot (a + \epsilon)}{N}$	0,0595
	ИТОГО	331,679

4. Затраты основного материала на деталь определяются по формуле:

$$Z_m = H_m \cdot \Pi_{1кг}, \text{руб.}$$

H_m – норма расхода материала без вычета отходов, кг;

$\Pi_{1кг}$ – цена материала, руб/кг.

Таблица 2

Стоимость материалов

Наименование материала	Цена материала за 1 кг, руб.
Сталь конструкционная легированная	30

$$Z_m = H_m \cdot \Pi_{1кг} = 0,3 \cdot 30 = 9 \text{ руб.}$$

5. **Основная зарплата основных рабочих** определяется по формуле:

$$Z_o = \frac{\sum C_j \cdot t_{шт}}{60}$$

$$Z_{\text{нож}} = \frac{C_{\text{нож}} \cdot t_{\text{шт}}}{60} = \frac{100 \cdot 1,3 \cdot 3,23}{60} = 7 \text{руб}$$

$$Z_{\text{свер}} = \frac{C_{\text{свер}} \cdot t_{\text{шт}}}{60} = \frac{100 \cdot 2,71 \cdot 5,25}{60} = 11,375 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ток}} = \frac{C_{\text{ток}} \cdot t_{\text{шт}}}{60} = \frac{100 \cdot 1,3 \cdot 25,35}{60} = 54,925 \text{руб}$$

где Z_o – основная заработная плата основных рабочих, руб.;

C_j - часовая тарифная ставка станочника j -го разряда*, руб/ч;

$t_{шт}$ - норма штучного времени на операцию, мин.

Таблица 3

Квалификационные разряды основных рабочих

Разряд станочника	3	4	5
Межтарифный коэффициент	1,3	1,83	2,71

*Примечания.

1. Часовую тарифную ставку станочника 1-го разряда на текущий момент времени рассчитать по формуле: $C_1 = 100$ руб/ч.,

где $MPOТ$ – минимальный размер оплаты труда на текущий момент времени, руб.; 22 – число рабочих дней за месяц; 8 – длительность рабочего дня, ч.

2. Мы имеем среднесерийное производство, степень выполнения работ невысокая, но на производстве преобладают станок ножовочный отрезной модели токарный станки сверлильный станок. Примем разряд станочника 3

для станок ножовочного отрезной модель и токарный станкосверлильный станок, и примем разряд станочника 5 для токарного станка.

3. Дополнительная зарплата основных рабочих (на социальное страхование) назначается из расчета 10% от основной заработной платы:

$$Z_{доп} = 0,1 \cdot Z_o = 0,1 \cdot 115,075 = 11,5075 \text{ руб.}$$

3,5 Социальное налог=сумма

затраты*0,3=(7+11.35+54.925+33.87+3.9+11.5075)*0,3=36.81руб

1. **Затраты на амортизацию оборудования** определяются по формуле:

сверлильный станок

$$A = \frac{S_{ст} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{2450184 \cdot 0,167 \cdot 44,1}{2030 \cdot 60} = 83,41 \text{ руб}$$

станок ножовочный отрезной модель ON-280

$$A = \frac{S_{ст} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{275000 \cdot 0,167 \cdot 3,32}{2030 \cdot 60} = 6,25 \text{ руб}$$

токарный станок 160НТ

$$A = \frac{S_{ст} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_d \cdot 60} = \frac{200000 \cdot 0,167 \cdot 25,35}{2030 \cdot 60} = 34,7 \text{ руб}$$

где $S_{ст} = 1,1 \cdot S_{пер}$ – балансовая стоимость оборудования (станка), складывающаяся из первоначальной стоимости оборудования и затрат на доставку (транспортные расходы) и монтаж - в размере 10% от $S_{пер}$;

Φ_{∂} – действительный годовой фонд времени работы оборудования ($\Phi_{\partial} = 2030$ при односменной работе), определяющая срок окупаемости оборудования - нормативный срок службы $T_n = \frac{1}{H_a} = 6$. Единые нормы амортизационных отчислений для металлорежущего оборудования массой до 10 т отраслей машиностроения и металлообработки 0,167.

2. Затраты на текущий ремонт оборудования:

Сверлильный станок

$$P = \frac{K_p \cdot S_{ст} \cdot t_{шт}}{\Phi_{д} \cdot 60} = \frac{0,06 \cdot 852440 \cdot 44,1}{2030 \cdot 60} =$$

29,2 руб

станок ножовочный отрезной модель ON-280

$$P = \frac{K_p \cdot S_{ст} \cdot t_{шт}}{\Phi_{д} \cdot 60} = \frac{0,06 \cdot 275000 \cdot 3,32}{2030 \cdot 60} = 2,24 \text{руб}$$

токарный станок 160НТ

$$P = \frac{K_p \cdot S_{ст} \cdot t_{шт}}{\Phi_{д} \cdot 60} = \frac{0,06 \cdot 200000 \cdot 25,35}{2030 \cdot 60} = 12,4 \text{руб}$$

Таблица 5

Технико-экономическая характеристика оборудования

Модель оборудования	Стоимость станка, руб.	Мощность, кВт	Габариты, мм (длина x ширина)

Станок ножовочный отрезной ON-280	275000	4,5	1500 * 1500
Сверлильная станка	127440	6	970 * 410
Токарная с ЧПУ	200000	11	1240 * 810

6. Затраты на силовую электроэнергию, потребляемую оборудованием:

$$\Xi = \frac{W_{ст} \cdot k_m \cdot k_v \cdot C_{1квт} \cdot t_{шт}}{60}, \text{ руб.}$$

где $W_{ст}$ – мощность электродвигателя станка, кВт;

k_m, k_v – коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и по времени;

$C_{1квт}$ – цена электроэнергии на промышленном предприятии на текущий момент времени, руб/кВт.

Таблица 6

Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности

Металлорежущие станки	Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности k_m		
	Тип производства		
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийно е	Крупносерийное и массовое
Расточные	0,4	0,5	0,6
Сверлильные	0,5	0,6	0,7
Токарные, лоботокарные,	0,5	0,6	0,7

карусельные, долбежные			
Револьверные, токарно-револьверные, протяжные	0,6	0,7	0,8
Отделочные	0,4	0,5	0,6
Полуавтоматы, автоматы, агрегатные	0,7	0,8	0,9

Таблица 7

Коэффициент загрузки электродвигателей по времени

Металлорежущие станки	Коэффициент загрузки электродвигателей по времени k_e		
	Тип производства		
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийно е	Крупносерийное и массовое
Расточные	0,35	0,4	0,5
Сверлильные	0,35	0,4	0,5
Токарные, лоботокарные, карусельные, долбежные	0,4	0,5	0,6
Револьверные, токарно-револьверные, протяжные	0,35	0,4	0,5
Отделочные	0,6	0,7	0,8
Полуавтоматы, автоматы, агрегатные	0,6	0,7	0,8

станок ножовочный отрезной модель

$$\mathcal{E} = \frac{W_{\text{ст}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{в}} \cdot \Pi_{1\text{квт}} \cdot t_{\text{шт}}}{60} = \frac{4,5 * 0,7 * 0,7 * 5.257 * 3,32}{60} = 0,22 \text{руб}$$

токарный станок

$$\mathcal{E} = \frac{W_{\text{ст}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{в}} \cdot \Pi_{1\text{квт}} \cdot t_{\text{шт}}}{60} = \frac{11 * 0,6 * 0,5 * 5.257 * 25,35}{60} = 7,29 \text{руб}$$

сверлильной станок

$$\mathcal{E} = \frac{W_{\text{ст}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{в}} \cdot \Pi_{1\text{квт}} \cdot t_{\text{шт}}}{60} = \frac{6 * 0,7 * 0,5 * 5.257 * 11,375}{60} = 1,57 \text{руб}$$

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \sum \mathcal{E} = 8,58 \text{руб.}$$

7. Затраты на содержание производственных площадей, занимаемых оборудованием:

$$F = \frac{F_{\text{см}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot \Pi_{1\text{м}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot 60}, \text{руб.}$$

где $F_{\text{см}}$ – площадь, занимаемая оборудованием (станком), м^2 ;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь на проходы, проезды ($k_{\text{доп}} = 2,5$ для станков с ЧПУ, $k_{\text{доп}} = 3$ – для остальных);

$\Pi_{1\text{м}}$ – стоимость аренды 1м^2 производственной площади в год на текущий момент, руб.

$$\Pi_{1\text{м}} = 7257 \text{руб}$$

Станок ножовочный отрезной

$$F = \frac{F_{\text{ст}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot \Pi_{1\text{м}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot 60} = \frac{0,39 * 3 * 7527 * 3,23}{2030 * 60} = 0,23 \text{руб}$$

сверлильной станок

$$F = \frac{F_{\text{ст}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot \Pi_{1\text{м}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot 60} = \frac{5,53 * 3 * 7527 * 5,25}{2030 * 60} = 7,83 \text{руб}$$

токарный станок с ЧПУ

$$F = \frac{F_{\text{ст}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot Ц_{1\text{м}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot 60} = \frac{1 * 5 * 7527 * 25,35}{2030 * 60} = 8,22 \text{ руб}$$

$$F_{\text{общ}} = \sum F = 16,28 \text{руб}$$

8. Затраты на износ режущего инструмента:

$$И = \frac{(1+0,05) \cdot Ц \cdot t_0}{S_{\text{ст}}}, \text{ руб}$$

где t_0 – норма основного времени на операцию, мин.

$Ц$ – цена режущего инструмента, руб.

$S_{\text{ст}}$ – стойкость режущего инструмента, мин

Отрезной прямой резец

$$N = \frac{(1 + 0,05) \cdot Ц \cdot t_0}{S_{\text{ст}}} = \frac{1,05 * 280 * 9}{110} = 22,05 \text{руб}$$

сверлильный станок

$$N = \frac{(1 + 0,05) \cdot Ц \cdot t_0}{S_{\text{ст}}} = \frac{1,05 * 880 * 0,22}{120} = 16,94 \text{руб}$$

Прямой резец

$$N = \frac{(1 + 0,05) \cdot Ц \cdot t_0}{S_{\text{ст}}} = \frac{1,05 * 370 * 2,32}{130} = 7,5 \text{руб}$$

$$И_{\text{общ}} = \sum И = 41,4 \text{руб.}$$

9. Затраты на приспособление:

$$П = \frac{S_{\text{пр}} \cdot (a + в)}{N} = \frac{850 \cdot (0,5 + 0,2)}{10000} = 0,0595 \text{ руб.}$$

где $S_{\text{пр}}$ - стоимость специального приспособления, руб.;

$a = 0,3-0,5$ – коэффициент амортизации;

$v = 0,1-0,2$ – коэффициент затрат на текущий ремонт;

N – годовая программа выпуска деталей, для изготовления которых разработано данное приспособление, *шт.*

Таблица 8

Стоимость специального приспособления

Группа приспособлений	Количество наименований деталей, шт.	Стоимость приспособления, руб.
1. Мелкие приспособления (габариты до 400×400×400) с простым корпусом, только для закрепления деталей (различные подставки, простые оправки, кулачки и т.п.)	до 5	до 850
2. Мелкие приспособления (габариты до 600×600×600) с корпусами средней сложности (цанговые оправки, простые фрезерные приспособления, кондукторы)	3-5 5-10 10-15	850-1700 1700-3000 3000-4500
3. Приспособления с корпусами средней сложности (габариты до 800×800×800) со сложным принципом действия (делительные, поворотные механизмы), с простыми или средней сложности зажимами (с передаточными механизмами)	10-15 15-20 20-25	3000-3350 3350-3600 3600-3900
4. Средние приспособления со сложными корпусами (2-3 стенки), со сложным или средней сложности принципом действия, с пневмоприводом	20-25 25-30 30-35 35-40	3900-4150 4500-6200 6200-6400 6400-6900
5. Средние по габаритам приспособления (до 1000×500×1000) со сложными корпусами и сложным принципом	35-40 40-45 45-50	6900-7350 7350-8100

действия. Крупные приспособления (св. 1000×1000×1000) простого действия с зажимами средней сложности	50-55	8100-9250 9250-10000
6. Крупные приспособления со сложными корпусами сложного принципа действия, со сложными зажимами, с пневмо- и гидроприводом	50-55	10000-12500
	55-60	12500-14500
	60-65	14500-17500
	65-75	17500-19000
	75-90	19000-21500

Производственная себестоимость:

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{общез}}$$

Где $C_{\text{цех}}$ – цеховая себестоимость,

$P_{\text{общез}}$ - общезаводские расходы.

$$C_{\text{цех}} = 1,5 * C_{\text{тех}} = 1,5 * 331,679 = 497,5185 \text{руб.},$$

$$P_{\text{общез}} = 1,8 * C_{\text{тех}} = 1,8 * 331,679 = 597,0222 \text{руб.};$$

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{общез}} = 497,5185 + 597,0222 = 1094,5407 \text{руб.}$$

IV. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1. Введение

В данной дипломной работе рассматривается безопасность и экологичность цеха по производству кабелей с пластмассовой изоляцией. Безопасность включает в себя влияние опасных и вредных факторов, их анализ и меры их профилактики.

В настоящем разделе рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с работой в цехе, а так же разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников цеха опасных и вредных факторов, создание безопасных условий труда для обслуживающего персонала.

Для обеспечения безопасных условий эксплуатации электроустановок промышленных предприятий, а также отдельных электрических машин и аппаратов, законодательство РФ предусматривает обязательное выполнение ряда технических и организационных мероприятий. Эти мероприятия регламентируются «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также специальными правилами

безопасности и технической эксплуатации, которые дополняют общие требования и составляют применительно к специфическим условиям конкретной отрасли промышленности.

Контроль за выполнением действующих правил устройства и эксплуатации электроустановок и мероприятий по технике безопасности, выявление и устранение допущенных отступлений от этих правил осуществляется специальной службой данной отрасли промышленности и руководством конкретного предприятия, а также специальными контролирующими организациями.

2. Анализ опасных и вредных факторов

Мы работаем на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 распространяется на электротехнические изделия и устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека следующих факторов, связанных с такими изделиями: электрического тока; электрической искры и дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагреваемых до высоких температур; опасных и вредных материалов; используемых в конструкции изделия, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации; шума и ультразвука; вибрации; электромагнитных полей, теплового, оптического и рентгеновского излучения.

Данный стандарт устанавливает также требования, снижающие снижающие вероятность возникновения пожара от: электрической искры и дуги; частей изделия, нагреваемых до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей; применения пожароопасных материалов, используемых в изделии,

выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении.

Возможные опасные факторы:

- захват и повреждение вращающимися частями механизма, при проведении пусконаладочных работ и регламентных осмотрах;

- поражение электрическим током;

Возможные вредные факторы:

- возникновение вибрации при работе оборудования.

- механические шумы и возникновение отраженного поля, возникающие при настройке и работе оборудования

- микроклимат,

- освещение,

- эргономика

Таблица 1- основные элементы производственного процесса

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Постоянная сидячая работа в помещении за компьютером	Состояние воздушной среды	Электрический ток	СанПиН 2.2.4.548-96
	Освещенность		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
	Шум и вибрация		ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г., ГОСТ 12.1.012-90

	Эргон омика	Электробезо пасность	ГОСТ 12.1.019-79
	Орган изация рабочего места	Вращающий ся часть механизма	ГОСТ Р 50923-96

Анализ причин поражения электрическим током

Основные причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции и др.

Поражающее действие электрического тока зависит от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока, места протекания тока, индивидуальных свойств человека. Наиболее опасным для человека является переменный ток с частотой 20 – 100 Гц. Опасной величиной тока является ток, равный 0,001 А, а смертельный 0,1 А. Также исход электропоражения зависит

от состояния внешней среды. Могут быть следующие виды воздействий:

- термическое (ожог);
- электрическое;
- механическое (электрометаллизация);
- биологическое (паралич мышц, электрический удар).

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1.038 ([№]82). Мероприятия по защите от поражения электрическим током – защитное заземление. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек.

Статическое электричество

Суть электризации заключается в том, что нейтральные тела, не проявляющие в нормальном состоянии электрических свойств, в условиях отрицательного контакта или взаимодействия становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на организм

человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающем при заряженном поле.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха.

Освещенность

Работа инженера-разработчика имеет третий разряд точности, т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 300 лк (разряд зрительной работы IVа, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм). Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

Шум

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Уровни шума не должны превышать значений установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год.

- для цеха составляет 80 дБА;

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение звукопоглощающих преград;
- применение глушителей шума;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

Электробезопасность

Электробезопасностью в соответствии с ГОСТ 12.1.009-76 называется система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

К поражению электрическим током может привести прикосновение человека к токоведущим частям электроустановок находящихся под напряжением. Поражение проявляется в парализующем и разрушительном воздействии тока на внешние и внутренние органы – кожный покров, мышцы, органы дыхания, сердце, нервную систему.

Человек ощущает ток величиной в 0,005 А . Ток величиной в 0,05 А считается опасным для жизни, а ток в 0,1 А – смертельным.

В соответствии с требованиями ПУЭ и ГОСТ 12.1.019-79 для защиты персонала от случайного прикосновения к токоведущим частям электрооборудования предусмотрены следующие основные технические мероприятия:

- 1) ограждение токоведущих частей;
- 2) применение блокировок электрических аппаратов;
- 3) установка в РУ заземляющих разъединителей;
- 4) устройство защитного отключения электроустановок;

- 5) заземление или зануление электроустановок;
- 6) применение разделяющих трансформаторов и малых напряжений;
- 7) применение устройств предупредительной сигнализации;
- 8) защите персонала от электромагнитных полей;
- 9) использование индивидуальных средств защиты.

К защитным средствам относятся приборы, аппараты, устройства и инструмент, предназначенные для защиты персонала от поражения электрическим током. Защитные средства используемые для монтажа, наладки и обслуживании электропривода питателя:

- а) указатель напряжения;
- б) инструмент с изолирующими ручками;
- в) перчатки резиновые диэлектрические;
- г) галоши резиновые диэлектрические;
- д) коврик резиновый диэлектрический.

Защитное заземление и зануление применяют для защиты от поражения электрическим током и обеспечения условий отключения при повреждении изоляции электроустановок.

Заземление снижает до безопасного значения напряжение прикосновения человека, поскольку человек оказывается при

повреждении изоляции включенным в электрическую цепь параллельно заземлителю, сопротивление которого по сравнению с сопротивлением человека значительно меньше. Это существенно снижает величину тока протекающего через человека, коснувшегося повреждённой установки.

Так как электропривод питателя относится к электроустановкам с напряжением не более 1000 В, с глухо заземлённой нейтралью и мощностью не выше 100 кВА, то сопротивление заземляющего устройства должно не превышать 4 Ом.

Организационные мероприятия для обеспечения безопасности работ – это выполнение работ в электроустановках по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.

Производственная санитария

По условиям технологического процесса в воздухе рабочей зоны производственных помещений не присутствуют вредные вещества.

Требуемое состояние воздуха рабочего помещения обеспечивается выполнением следующих мероприятий:

1) Контроль за надёжной герметизацией технологического оборудования.

2) Устройство вентиляции, что имеет большое значение для оздоровления воздушной среды в производственном помещении.

Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственном помещении. Вентиляция достигается удалением загрязнённого или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего.

В системе приточно-вытяжной вентиляции воздух подаётся в помещении приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной, работающими одновременно.

В производственных условиях не всегда удаётся устранить все опасные вредные производственные факторы, действующие на работающих, путём проведения общетехнических мероприятий. В этих случаях обеспечение нормальных условий труда достигается применением средств индивидуальной защиты. Важное значение эти средства приобретают при ликвидации аварий.

Защита тела человека обеспечивается применением спецодежды, спецобуви, головного убора и рукавиц.

Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на производстве в значительной

мере зависят от условий освещения. От освещения зависят также производительность труда и качество работ. При освещении данного производственного помещения используется совмещённое освещение, при котором в светлое время суток недостаточно по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Искусственное освещение осуществляется люминесцентными лампами, нормированное общее освещение данного помещения 50 лк согласно СНИП 23 – 05 - 95. Тщательным и регулярным уходом за установками естественного и искусственного освещения обеспечивается требуемая величина освещённости без дополнительных затрат электроэнергии.

Микроклимат

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12.1.005-88 понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения.

Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надёжность работы.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам –

разработчикам, относится к категории средних работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 2.

Таблица 2- Требования к микроклимату

Сезон года	Категория	Температура, С ⁰		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
холодный	Ia	22 – 24	20 – 25	Ок. 45	15– 75	0,1	До 0,1
теплый	Ia	23 –25	21 – 28	40 – 55	15 – 75	0,1	0,1 – 0,2

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам. Фактическое значение

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СН 245 – 71 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м³ объема воздуха.

Помещение имеет следующие параметры:

- длина помещения – $A = 54$ м;
- ширина – $B = 24$ м;
- высота – $H = 6$ м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = A \cdot B = 54 \cdot 24 = 1296 \text{ м}^2;$$

Объем:

$$V = A \cdot B \cdot H = 54 \cdot 24 \cdot 6 = 7776 \text{ м}^3;$$

В цехе работает 45 человек. Значит, на каждого человека приходится 29 м² рабочей площади и 173 м³ объема воздуха. Это очень хорошо удовлетворяет санитарным нормам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич 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. Обработка металлов резанием Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.