

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



Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологии изготовления стакана

УДК 621.81-21:621.91

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Ма Ваньце		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова К.А.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	к.м.н		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н		

Томск – 2018 г.

## Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
Р2	Применить глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач.
Р3	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.
Р4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новом оборудованием и инструментами для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства.
Р5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях.
<b>Универсальные компетенции</b>	
Р11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

УДК 621.81-21:621.91

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Ма Ваньцзе

Тема работы:

Разработка технологии изготовления стакана

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

*Чертеж детали, годовая программа выпуска*

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><i>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.</i></p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><i>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</i></p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Раздел</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Консультант</b></p>
<p style="text-align: center;">Технологический и конструкторский</p>	<p style="text-align: center;">Червач Ю.Б.</p>
<p style="text-align: center;">Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p style="text-align: center;">Баннова К.А.</p>
<p style="text-align: center;">Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Штейнле А.В.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент</p>	<p>Червач Ю.Б</p>	<p>к.т.н.</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>158Л41</p>	<p>Ма Ваньцзе</p>		

## Содержание

<b>Введение</b>	5
<b>I. Технологическая часть</b>	7
1. Исходные данные	7
2. Анализ технологичности конструкции детали	8
3. Определение типа производства	9
4. Выбор исходной заготовки	10
5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса	11
6. Расчет припусков и допусков, продольных и диаметральных технологических размеров	21
7. Выбор средств технологического оснащения	35
8. Расчет режимов резания	37
9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода	56
10. Определение штучно-калькуляционного времени	60
<b>II. Конструкторская часть</b>	62
1. Анализ данных и разработка задания на проектирование станочного приспособления	62
2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.	63
3. Определение необходимой силы зажима	64
4. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления	64
<b>III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	65
1. Инициализация проекта	65
2. Технико-экономическая характеристика оборудования	65
3. Планирование комплекса работ на создание проекта	66
4. Бюджет проектной работы	73
5. Оценка научно-технической уровня проекта	83
<b>IV. Социальная ответственность</b>	85
6. Производственная безопасность	88
7. Экологическая безопасность	95
8. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	98
9. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	102
<b>Список литература</b>	103



## Введение

Машиностроение традиционно представляет собой ведущая отрасль экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствование технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Один из наиболее известных критериев представляет собой принцип постоянства баз. Маршрут должен быть рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В курсовом проекте решается задачу по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий мелкосерийного производства.

# I. Технологическая часть

## 1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на рис. 1. Годовая программа выпуска 10000 штук.

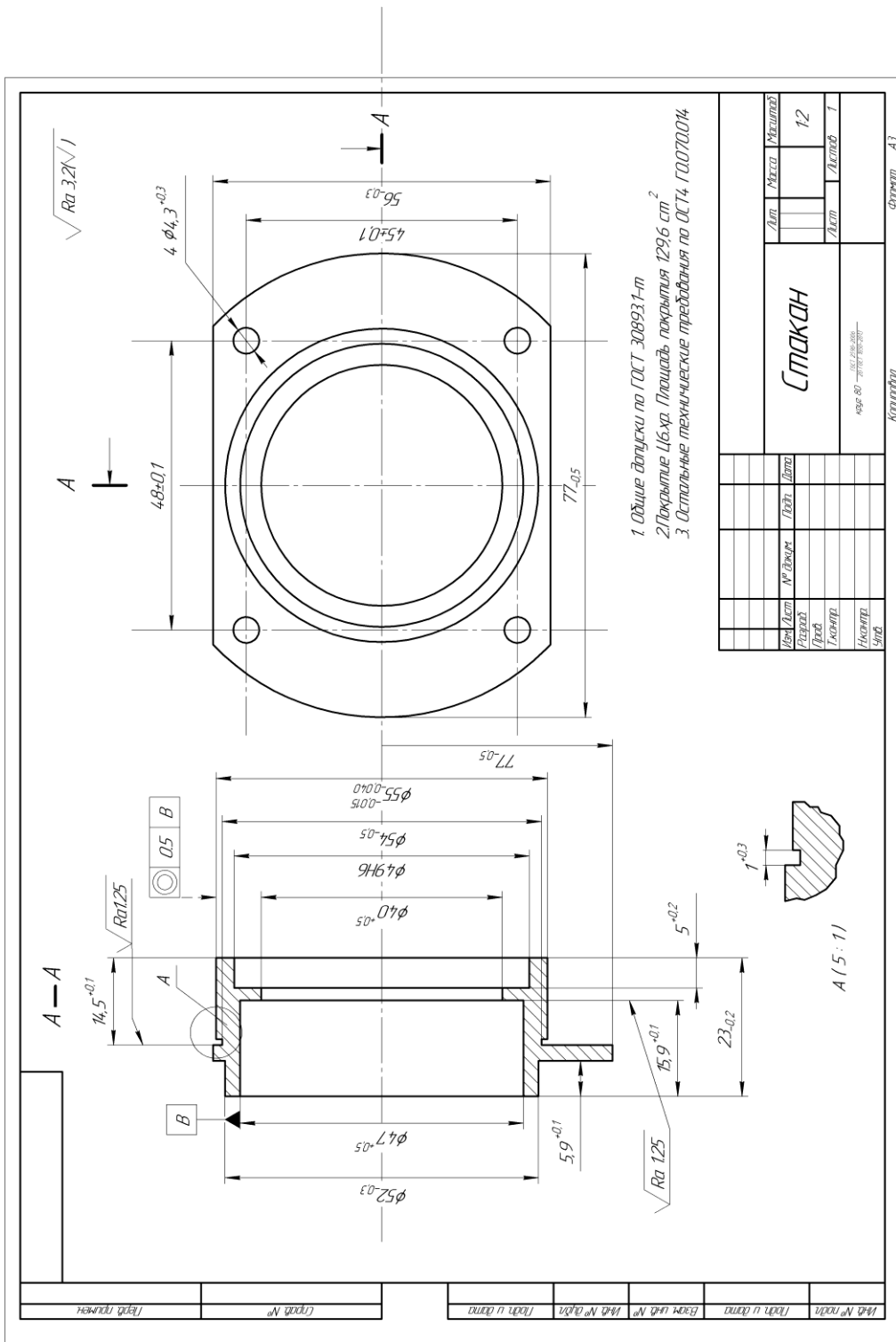


Рис. 1. Чертеж детали



## **2. Анализ технологичности конструкции детали**

Деталь – стакан (см. рис1.) изготовлена из стали 12Х18Н9Т ГОСТ 18907-73, которая легко поддается резанию, при этом позволяет получить хорошее качество обработки.

В качестве заготовки для данной детали применяем прутки горячекатаный круглый Ø80 мм ГОСТ 2590-2006.

Деталь не имеет сложных поверхностей, что позволяет произвести обработку на универсальном оборудовании.

Большой объем материала уходит в стружку, при этом коэффициент использования материала значительно уменьшается и увеличивается общее время обработки. Деталь не требует термической обработки.

Ко всем поверхностям имеется свободный доступ режущих инструментов. Есть ряд поверхностей, которые могут использоваться в качестве баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется за исключением размеров: Ø49Н6.

В целом можно отметить, что деталь является технологичной.

### 3. Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о}$ , который показывает отношение всех различных технологических операций, определяем по формуле [9, стр. 19]:

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

где  $t_{\text{в}}$  – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле [9, стр. 21]:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} \quad (2)$$

где  $F_{\text{г}}$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонды времени работы оборудования определяем по табл. 2.1.

[9, стр. 22] при двусменном режиме работы:  $F_{\text{г}} = 4015$  ч.

Тогда:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4030 \cdot 60}{5000} = 49,36 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к}i}}{n}, \quad (3)$$

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

$n$  – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время  $i$ - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [9, с.173]:

$$T_{\text{ш.к}i} = \varphi_{\text{к}i} \cdot T_{\text{о}i}, \quad (4)$$

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

$T_{\text{о}i}$  – основное технологическое время  $i$ - ой операции, мин.

Для первой операций (токарные с ЧПУ):  $\varphi_{\text{к}1} = 1,36$ ; для второй операции (леточнопильные):  $\varphi_{\text{к}2} = 1,41$ ; для третьей операции (токарные с ЧПУ):  $\varphi_{\text{к}3} = 1,36$ ; для четвертой операции (радиально-сиурлильные):  $\varphi_{\text{к}4} = 1,41$ ; для пятой операции (фрезерные):  $\varphi_{\text{к}5} = 1,51$ .

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

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{шт}i}}{n} = \frac{0,25 + 3,5 + 0,42 + 1,97 + 2,4}{5} = 1,72 \text{ мин,}$$

Тип производства определяем по формуле:

$$K_{3,0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{49,36}{1,72} = 28,7$$

Так как  $20 < K_{3,0} = 28,7 < 40$ , то тип производства мелкосерийное.

#### 4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 12Х18Н9Т ГОСТ 18907-73), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат стальной, горячекатаный, круглый (Круг 80-В ГОСТ 2590-2006).

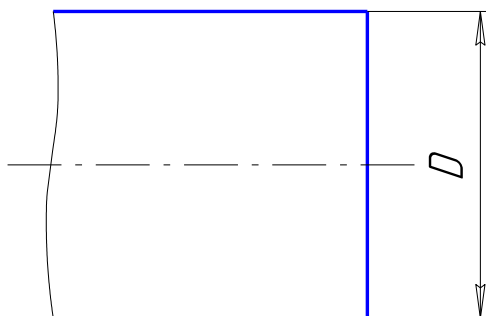


Рис.2 Заготовка

## 5. Разработка маршрута технологии изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	НШ.00.00.09									
операции	перехода												
1	1	<p style="text-align: center;"><u>Заготовительная</u></p> <p style="text-align: center;">Установить и снять заготовку</p> <p>Точить поверхность 1,2 выдерживая размеры <math>26_{-0,2}</math> и <math>\phi 77_{-0,5}</math></p>											
2	1	<p style="text-align: center;"><u>Отрезать заготовку,</u> выдерживая размер <math>25_{-0,2}</math></p>											
3	A	<p style="text-align: center;"><u>Токарная</u></p> <p style="text-align: center;">Установить и снять деталь</p> <p>Подрезать торец 1, выдерживая размер <math>23,7 \pm 0,1</math></p>											
		<p style="text-align: right;">НШ.00.00.09</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Лист</td> <td style="text-align: center;">Масса</td> <td style="text-align: center;">Максимум?</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Пробка</td> <td></td> <td style="text-align: center;">11</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Лист 1</td> <td style="text-align: center;">Листов 12</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Сталь 12X18H9T ГОСТ 18907-73</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Копировать      Формат А2</p>			Лист	Масса	Максимум?	Пробка		11	Лист 1	Листов 12	
Лист	Масса	Максимум?											
Пробка		11											
Лист 1	Листов 12												

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	НШ.00.00.09
операции	переходы			
2		Точить поверхность 2,3, выдерживая размеры $13,9^{+0,2}$ и $\phi 71_{-0,7}$		
3		Точить поверхность 4,5, выдерживая размеры $13,9^{+0,2}$ и $\phi 66_{-0,7}$		
4		Точить поверхность 6,7, выдерживая размеры $13,9^{+0,2}$ и $\phi 61_{-0,7}$		

1. Проверка  
 2. Проверка  
 3. Проверка  
 4. Проверка  
 5. Проверка  
 6. Проверка  
 7. Проверка

Искл	Лист	№ докум	Лист	Дата	НШ.00.00.09	Лист
					Конструктор	2
					Формат А2	

№№ листов Лист № 001 Лист № 002 Лист № 003 Лист № 004 Лист № 005 Лист № 006 Лист № 007 Лист № 008 Лист № 009	Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	НШ.00.00.09
	операции	переходы			
	5		Точить поверхность 8,9, выдерживая размеры $14,5^{+0,1}$ и $\phi 56_{-0,7}$		
	6		Точить канавку 10,11,12 выдерживая размеры $1^{+0,3}$ , $14,5^{-0,1}$ и $\phi 54_{-0,5}$		
	7		Сверлить центральное отверстие, выдерживая размеры 13.98 и $\phi 13,2$		

Искр./Лист	№ докум.	Лист	Дата	НШ.00.00.09	Лист
				Контурован	3
				Формат А2	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	НШ.00.00.09
операции	переходы			
8		Сверлить отверстие 14, выдерживая размер 24 и $\phi 20^{+0,5}$		
9		Рассверлить отверстие 16, выдерживая размер 24 и $\phi 40^{+0,5}$		
10		Расточить отверстие 17 и 18, выдерживая размеры $4,4^{-0,2}$ и $\phi 4,3 \pm 0,3$		

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

НШ.00.00.09  
 4

| Номер    |          | Наименование и содержание операций и переходов                                   | Операционный эскиз | НШ.00.00.09 |
|----------|----------|--|--------------------|-------------|
| операции | переходы |  |                    |             |
| 11       |          | Расточить отверстие 19 и 20, выдерживая размеры $4,4^{+0,2}$ и $\phi 46 \pm 0,3$ |                    |             |
| 12       |          | Расточить отверстие 21 и 22, выдерживая размеры $5^{+0,2}$ и $\phi 49^{+0,016}$  |                    |             |
|          |          |  |                    |             |

|      |          |       |      |
|------|----------|-------|------|
| Изм. | № докум. | Листы | Дата |
|      |          |       |      |

|      |          |       |      |
|------|----------|-------|------|
| Изм. | № докум. | Листы | Дата |
|      |          |       |      |

НШ.00.00.09

Конструктор

Формат А2

|      |   |
|------|---|
| Лист | 5 |
|------|---|



| №№ операций   | №№ переходов | Номер | Наименование и содержание операций и переходов                | Операционный эскиз | НШ.00.00.09  |
|---|--------------|-------|---|--------------------|--|
|   |              |       |   |                    |  |
|   | 6            |       | Токарная  |                    |  |
|   | 13           |       | Подрезать торец 1, выдерживая размер 23,02                    |                    |  |
|   | 14           |       | Точить поверхность 2,3, выдерживая размеры 5,3±0,15 и φ72±0,4 |                    |  |
|   | 15           |       | Точить поверхность 4,5, выдерживая размеры 5,3±0,15 и φ67±0,4 |                    |  |
| №№ операций<br>№№ переходов<br>№№ операций<br>№№ переходов<br>№№ операций<br>№№ переходов |              |       |   |                    | НШ.00.00.09<br>Лист 6<br>Конструктор<br>Чертежник АЗ |

| Номер    |          | Наименование и содержание операций и переходов                                | Операционный эскиз | ГОСТ 00.00.00.09 |
|----------|----------|---|--------------------|------------------|
| операции | переходы |   |                    |                  |
| 16       |          | Точить поверхность 2,3, выдерживая размеры $5,3 \pm 0,15$ и $\phi 62 \pm 0,4$ |                    |                  |
| 17       |          | Точить поверхность 8,9, выдерживая размеры $5,3 \pm 0,15$ и $\phi 57 \pm 0,4$ |                    |                  |
| 18       |          | Точить поверхность 10,11, выдерживая размеры $5,9^{+0,1}$ и $\phi 52_{-0,3}$  |                    |                  |

18  
17  
16

|      |      |         |       |      |             |          |    |      |   |
|------|------|---------|-------|------|-------------|----------|----|------|---|
| Искл | Искл | № докум | Листы | Дата | Конструктор | Проверит | А2 | Лист | 7 |
|      |      |         |       |      |             |          |    |      |   |

НШ.00.00.09

| Номер    |          | Наименование и содержание операций и переходов                                  | Операционный эскиз | НШ.00.00.09 |
|----------|----------|---|--------------------|-------------|
| операции | переходы |   |                    |             |
| 19       |          | Расточить отверстие 12,13, выдерживая размеры $15,3\pm 0,2$ и $\phi 4,2\pm 0,3$ |                    |             |
| 20       |          | Расточить отверстие 14,15, выдерживая размеры $5,3\pm 0,2$ и $\phi 4,4\pm 0,3$  |                    |             |
| 21       |          | Расточить отверстие 16,17, выдерживая размеры $5,3\pm 0,2$ и $\phi 4,6\pm 0,3$  |                    |             |

19  
 20  
 21  
 19  
 20  
 21  
 19  
 20  
 21

|      |      |         |       |      |             |      |
|------|------|---------|-------|------|-------------|------|
| Искл | Искл | № докум | Листы | Дата | НШ.00.00.09 | Лист |
|      |      |         |       |      | Конструктор | 8    |
|      |      |         |       |      | Чертежник   | A2   |

| № операции | № перепада | Наименование и содержание операций и переходов                                  | Операционный эскиз |    |
|------------|------------|---|--------------------|----|
|            |            |   | 12                 | 19 |
| 22         |            | Расточить отверстие 16,17, выдерживая размеры $15,9^{+0,1}$ и $\phi 4,7^{-0,5}$ |                    |    |
| 23         |            | Обточить поверхность 20 на проход выдерживая размер $\phi 55_{-0,040}^{-0,015}$ |                    |    |
|            |            |   |                    |    |

|            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| № операции | № перепада | № операции | № перепада |
|            |            |            |            |

|      |      |         |      |      |             |          |    |
|------|------|---------|------|------|-------------|----------|----|
| Искл | Лист | № докум | Лист | Дата | Конструктор | Проверит | А2 |
|      |      |         |      |      |             |          | 9  |

НШ.00.00.09

| Номер    |          | Наименование и содержание операций и переходов   | Операционный эскиз | НШ.00.00.09 |
|----------|----------|--|--------------------|-------------|
| операции | переходы |  |                    |             |
| 4        | 1        | <p><i>Сверлильная</i></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Сверлить отверстие, выдерживая размеры <math>48 \pm 0,1</math> <math>24 \pm 0,05</math> <math>45 \pm 0,1</math> и <math>22,5 \pm 0,05</math></p> |                    |             |
| 5        | 1        | <p><i>Фрезерная</i></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Фрезеровать поверхность 1, выдерживая размер <math>56_{-0,3}</math> и <math>28_{-0,15}</math></p>  |                    |             |

НШ.00.00.09  
Лист 10  
ИЗМ. № 01/01  
ИЗМ. № 01/01  
ИЗМ. № 01/01  
ИЗМ. № 01/01  
ИЗМ. № 01/01

|      |      |          |      |      |
|------|------|----------|------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Лист | Дата |
|      |      |          |      |      |

НШ.00.00.09

Лист  
10

Копировать

Формат А2

## **6. Расчет припусков и допусков, диаметральных и продольных технологических размеров**

Размерный анализ техпроцесса:

Расчётная схема изготовления детали 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 детали.

На основании техпроцесса изготовления «Стакан», составляется размерная схема (представлена на рис.3) которая представлена в приложении, она содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будит осуществляться по ходу работы.

Для облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Граф для продольной размерной схемы изготовления «Стакан» представлена на рис.4

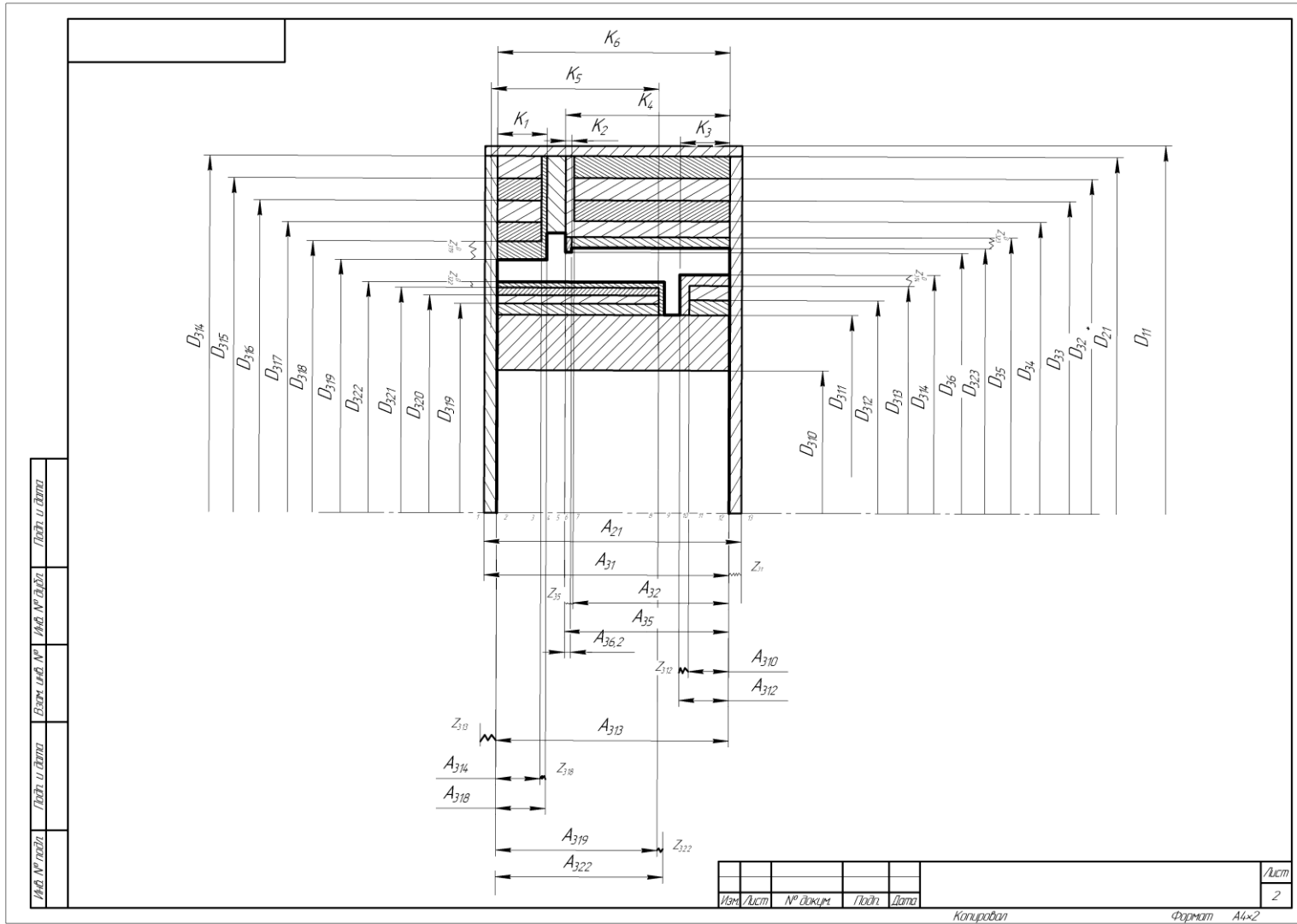


Рис. 3 Размерная схема

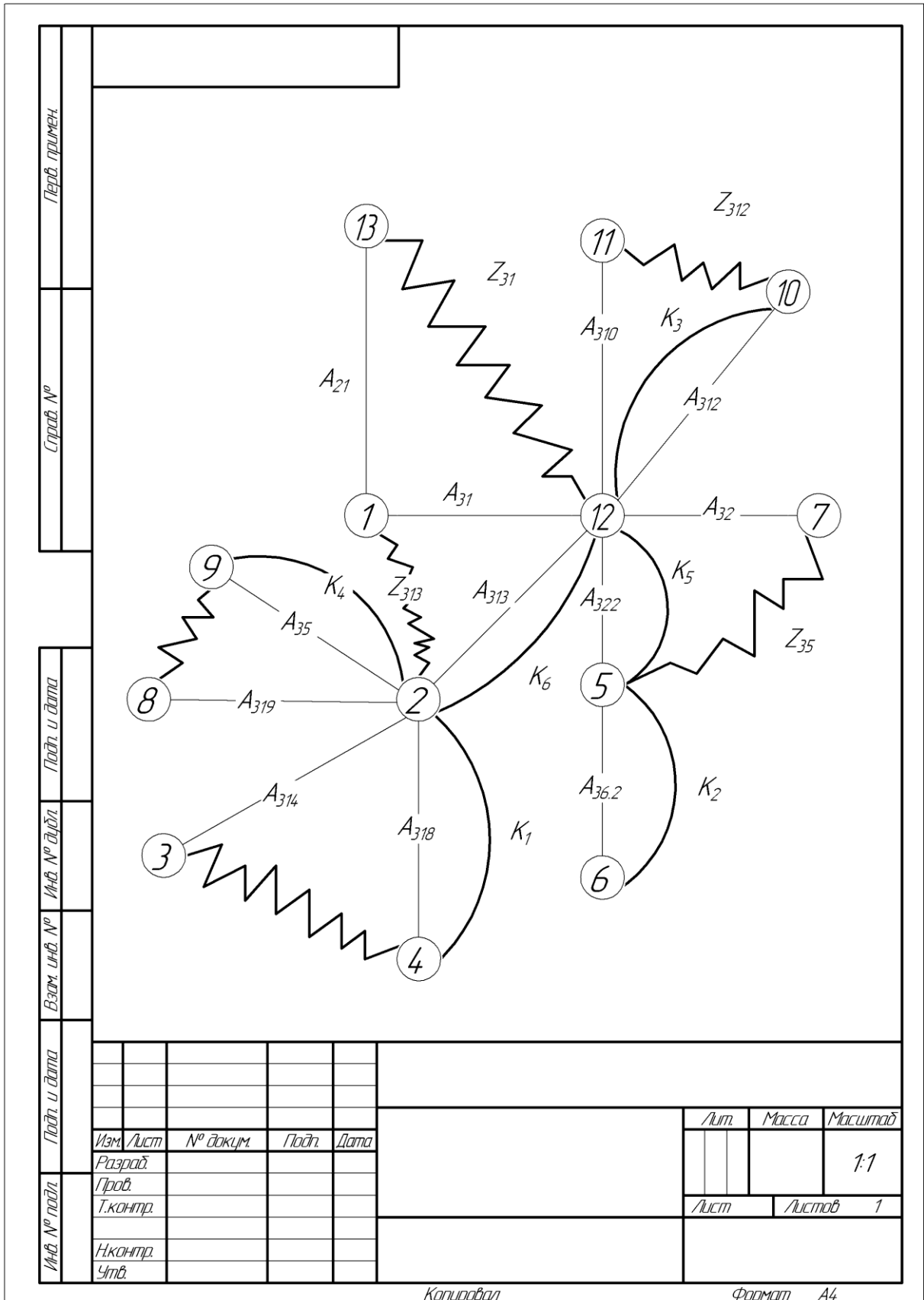


рис.4. Граф технологических размерных цепей



## Расчет допусков, припусков и технологических размеров

### Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры

$$TK_1 = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_{D1} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_{D2} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_{D3} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_{D4} = 0,016 \text{ мм};$$

$$TK_{D5} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_{D6} = 0,025 \text{ мм};$$

$$TK_{D7} = 0,5 \text{ мм};$$

## Допуски на технологические размеры

### Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{\delta i},$$

где  $\omega_{ci}$  - статическая погрешность, мм;

$\rho_{u.i-1}$  - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\delta i}$  - погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{31} = \omega_c + \rho_{01} = 0,08 + 0,2 \approx 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{32} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{35} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TA_{36.2} = \omega_c = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{310} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{312} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{313} = \omega_c + \rho_{313} = 0,08 + 0,09 \approx 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{314} = \omega_c = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{318} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TA_{319} = \omega_c = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{322} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

### **Определение допусков на диаметральные технологические размеры**

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из формулы [2, стр. 34]

$$TD_i = \omega_{c_i}$$

Допуски на диаметральные технологические размеры по приложению 1 [2, стр. 65]:

$$TD_{318} = \omega_c = 0,1 \text{ мм}$$

$$TD_{319} = \omega_c = 0,084 \text{ мм}$$

$$TD_{314} = \omega_c = 0,021 \text{ мм}$$

$$TD_{316} = \omega_c = 0,1 \text{ мм}$$

$$TD_{322} = \omega_c = 0,021 \text{ мм}$$

$$TD_{311} = \omega_c = 0,013 \text{ мм}$$

$$TD_{323} = \omega_c = 0,021 \text{ мм}$$

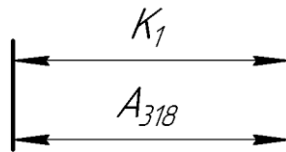
$$TD_{35} = \omega_c = 0,013 \text{ мм}$$

## Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

$$TK \geq \sum_{i=1}^n TA_i.$$

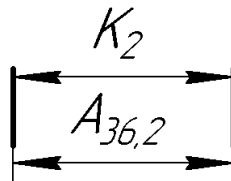
Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_1$



$$TK_1 = 0,1 \text{ мм}; \quad TA_{318} = 0,04 \text{ мм}$$

Размер  $K_1$  выдерживается.

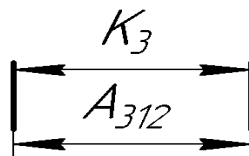
Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_2$



$$TK_2 = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{36,2} = 0,08 \text{ мм}$$

Размер  $K_2$  выдерживается.

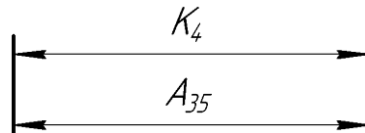
Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_3$



$$TK_3 = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{312} = 0,08 \text{ мм}$$

Размер  $K_3$  выдерживается.

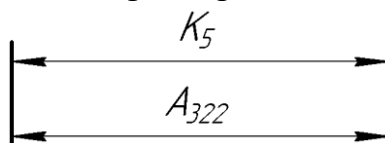
Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_4$



$$TK_4 = 0,1 \text{ мм}; \quad TA_{35} = 0,08 \text{ мм}$$

Размер  $K_4$  выдерживается.

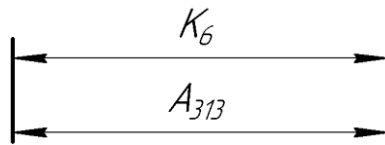
Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_5$



$$TK_5 = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{322} = 0,08 \text{ мм}$$

Размер  $K_5$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_6$



$$TK_6 = 0,2\text{мм}; \quad TA_{313} = 0,17\text{ мм}$$

Размер  $K_6$  выдерживается.

## Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска определяется по формуле [2, стр. 42]

$$Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1})$$

$$Z_{31 \min} = 2(0,1 + 0,08 + 0,2) \approx 0,8 \text{ мм}$$

$$Z_{35 \min} = 2(0,03 + 0,05 + 0,2) \approx 0,5 \text{ мм}$$

$$Z_{312 \min} = 2(0,03 + 0,05 + 0,2) \approx 0,4 \text{ мм}$$

$$Z_{313 \min} = 2(0,1 + 0,08 + 0,09) \approx 0,5 \text{ мм}$$

$$Z_{318 \min} = 2(0,03 + 0,05 + 0,2) \approx 0,5 \text{ мм}$$

$$Z_{322 \min} = 2(0,03 + 0,05 + 0,2) \approx 0,5 \text{ мм}$$

## Расчет припусков на диаметральные размеры

Расчёт припуска определяется по формуле [2, стр. 42]

$$Z_{Di \min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right)$$

$$Z_{D314 \min} = 2 \left( 0,01 + 0,015 + \sqrt{0,08^2 + 0,04^2} \right) = 0,23 \text{ мм}$$

$$Z_{D322 \min} = 2 \left( 0,01 + 0,015 + \sqrt{0,08^2 + 0,04^2} \right) = 0,23 \text{ мм}$$

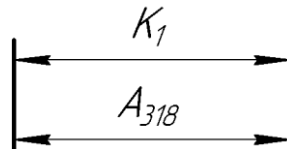
$$Z_{D323 \min} = 2 \left( 0,01 + 0,015 + \sqrt{0,04^2 + 0,035^2} \right) = 0,16 \text{ мм}$$

$$Z_{D319 \min} = 2 \left( 0,08 + 0,07 + \sqrt{0,08^2 + 0,04^2} \right) = 0,48 \text{ мм}$$

## Расчёт технологических размеров

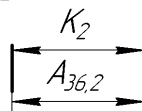
Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{318}$



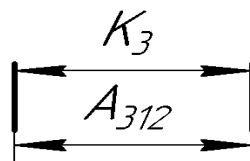
$$A_{318}^c = K_1^c = 5,95 \text{ мм}; \quad A_{318} = 5,9^{+0,1} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{36,2}$



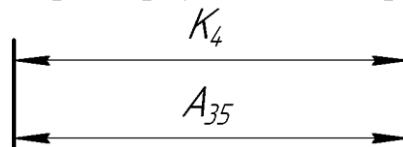
$$A_{36,2}^c = K_2^c = 1,15 \text{ мм}; \quad A_{36,2} = 1^{+0,3} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{314}$



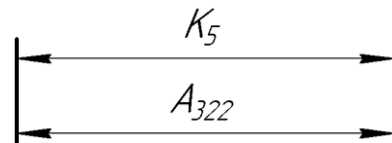
$$A_{314}^c = K_3^c = 5,1 \text{ мм}; \quad A_{314} = 5^{+0,2} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{35}$



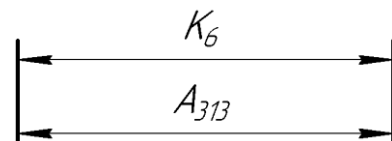
$$A_{35}^c = K_4^c = 14,55 \text{ мм}; \quad A_{35} = 14,5^{+0,1} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{322}$



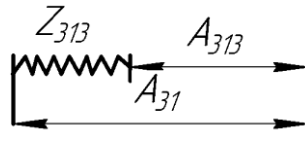
$$A_{322}^c = K_5^c = 15,95 \text{ мм}; \quad A_{322} = 15,9^{+0,1} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{313}$



$$A_{313}^c = K_6^c = 22,9 \text{ мм}; \quad A_{313} = 23_{-0,2} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{31}$

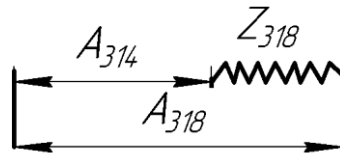


$$Z_{313}^c = Z_{313min} + \frac{TA_{313} + TA_{31}}{2} = 0,5 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,8 \text{ мм};$$

$$A_{31}^c = A_{313}^c + Z_{313}^c = 22,9 + 0,8 = 23,7 \text{ мм}$$

$$A_{31} = 23,7 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{314}$

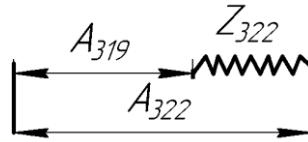


$$Z_{318}^c = Z_{318min} + \frac{TA_{314} + TA_{318}}{2} = 0,5 + \frac{0,3 + 0,1}{2} = 0,7 \text{ мм};$$

$$A_{314}^c = A_{318}^c - Z_{318}^c = 5,95 - 0,7 \approx 5,3 \text{ мм}$$

$$A_{314} = 5,3 \pm 0,15 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{319}$

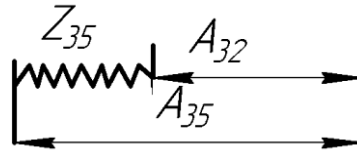


$$Z_{322}^c = Z_{322min} + \frac{TA_{319} + TA_{322}}{2} = 0,5 + \frac{0,2 + 0,1}{2} = 0,65 \text{ мм};$$

$$A_{319}^c = A_{322}^c - Z_{322}^c = 15,95 - 0,65 = 15,3 \text{ мм}$$

$$A_{319} = 15,3 \pm 0,2 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{32}$



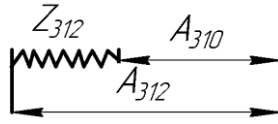
$$Z_{35}^c = Z_{35min} + \frac{TA_{35} + TA_{32}}{2} = 0,5 + \frac{0,2 + 0,1}{2} = 0,65 \text{ мм};$$

$$A_{32}^c = A_{35}^c - Z_{35}^c = 14,55 - 0,65 \approx 14 \text{ мм}$$

$$A_{32} = 13,9^{+0,2} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{310}$



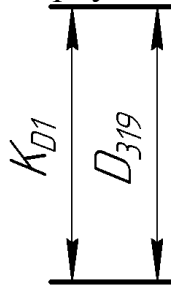


$$Z_{310}^c = Z_{310min} + \frac{TA_{310} + TA_{312}}{2} = 0,4 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,6 \text{ мм};$$

$$A_{310}^c = A_{312}^c - Z_{312}^c = 5,1 - 0,7 = 4,5 \text{ мм}$$

$$A_{310} = 4,4^{+0,2} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{319}$



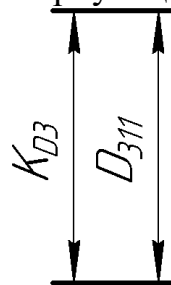
$$D_{319} = K_{D1} = 52_{-0,3} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{322}$



$$D_{322} = K_{D2} = 47^{+0,5} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{311}$



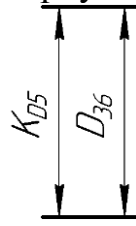
$$D_{311} = K_{D3} = 40^{+0,5} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{314}$



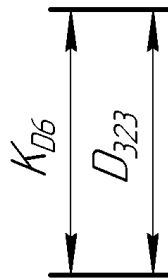
$$D_{314} = K_{D4} = 49^{+0,016} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{36}$



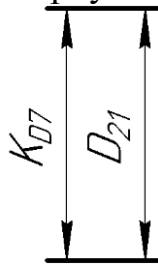
$$D_{36} = K_{D5} = 54_{-0,5} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{323}$



$$D_{323} = K_{D6} = 30_{-0,040}^{-0,015} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{21}$



$$D_{21} = K_{D7} = 77_{-0,5} \text{ мм.}$$

Результаты расчета продольных технологических размеров  
записать в таблице

| Обозначение технологического размера | Среднее значение технологического размера | Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера |
|--------------------------------------|---|--|
| $A_{46}$                             | 5,95                                      | $5,9^{+0,1}$   |
| $A_{36,2}$                           | 1,15                                      | $1^{+0,3}$   |
| $A_{314}$                            | 5,1                                       | $5^{+0,2}$   |
| $A_{35}$                             | 14,55                                     | $14,5^{+0,1}$  |
| $A_{322}$                            | 15,95                                     | $15,9^{+0,1}$  |
| $A_{313}$                            | 22,9                                      | $23_{-0,2}$  |
| $A_{31}$                             | 23,7                                      | $23,7 \pm 0,1$   |
| $A_{314}$                            | 5,3                                       | $5,3 \pm 0,15$   |
| $A_{319}$                            | 15,3                                      | $15,3 \pm 0,2$   |
| $A_{32}$                             | 14  | $13,9^{+0,2}$  |
| $A_{310}$                            | 4,5                                       | $4,4^{+0,2}$   |
| $A_{312}$                            | 5,1                                       | $5,0^{0,2}$  |

## 7. Выбор средств технологического оснащения

Технические характеристики горизонтальных токарно-револьверных станков Goodway серии GS-3300.

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Максимальный диаметр точения, мм                          | 570                     |
| Максимальная длина точения, мм                            | 780/1530                |
| Максимальный диаметр прутка, мм                           | 90                      |
| Размер 3-кулачкового патрона, дюймы                       | 12                      |
| Диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин              | 30–3000                 |
| Мощность двигателя привода шпинделя (номинал/30 мин), кВт | 18,5/22                 |
| Количество позиций в револьверной головке, шт             | 12                      |
| Тип направляющих  | скольжения              |
| Быстрые перемещения по осям X/Z, м/мин                    | 30 / 30                 |
| Точность позиционирования / повторяемость, мкм            | ±5 / ±3                 |
| Система ЧПУ   | Fanuc 0i-T (31i – опц.) |
| Вес станка, кг  | 6 700 / 9 500           |

Технические характеристики Пятиосевых фрезерных обрабатывающих станка с ЧПУ DMG MORI серии NMV

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Максимальные перемещения по осям X/Y/Z | 730/730/880 мм               |
| Размер стола                           | 500 x 500 мм                 |
| Максимальная нагрузка на стол          | 500 кг                       |
| Количество сменных паллет              | 2                            |
| Скорость вращения шпинделя             | 12000 [8000],[20000] об/мин  |
| Мощность шпинделя (30мин/пост)         | 15/11 [30/18,5; 18,5/11] кВт |
| Патрон                                 | BT40                         |
| Размер инструментального магазина      | 40 [60]                      |
| Скорость подачи XX по осям X/Y/Z       | До 60/60/60 м/мин            |
| Скорость подачи RX по осям X/Y/Z       | До 0 - 60000 мм/мин          |

### Технические характеристики Ручного ленточнопильного станка UE-712С

|  |                 |
|--|-----------------|
| Скорость движения полотна,м/мин                        | 22,23,45,65     |
| Размер ленточного полотна,мм                           | 2360*20*0,9     |
| Диапазон поворота тисков,градусы                       | 0-45            |
| Напряжение питания,В                                   | 380             |
| Мощность двигателя,кВт                                 | 0,75            |
| Масса станка (нетто/брутто),кг                         | 130/150         |
| Габаритные размеры (Д*Ш*В),мм                          | 1295*457*1028   |
| Максимальные размеры круглой заготовки (90о), мм       | 180             |
| Максимальные размеры круглой заготовки (45о), мм       | 110             |
| Максимальные размеры прямоугольной заготовки (90о), мм | 180*280/ 65*300 |

### Технические характеристики сверлильного станка PROMA E-1516B/400

|   |   |
|---|---|
| Потребляемая мощность, Вт                             | 750   |
| Максимальный диаметр сверления, мм                    | 16  |
| Макс. расстояние между шпинделем и столом (h), мм     | 470   |
| Макс. расстояние между шпинделем и основанием (H), мм | 680   |
| Размер стола (a x b), мм                              | 300 × 300   |
| Диаметр колонны (D), мм                               | 73  |
| Число скоростей, ст.                                  | 12  |
| Диапазон оборотов, мин.-1                             | 180/250, 300/400, 480/580, 970/1280, 1410/1540, 2270/2740 |
| Общая высота (V), мм                                  | 1065  |
| Вылет шпинделя (X), мм                                | 195   |
| Ход шпинделя, мм                                      | 80  |
| Размер основания (A x B), мм                          | 485 × 275   |
| Вес нетто/брутто, кг                                  | 61/66   |
| Упаковка размер картонного ящика (д x ш x в), мм      | 895 × 490 × 290   |

## 8. Расчет режимов резания

### Операция 1 переход 1: точение поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 116] – Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = 3,3 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11 [2, с.364].  $s = 0,5$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [2, с.363], принимаем  $T=60$  мин;

Значения коэффициентов:  $C_v = 290$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ; – определены по таблице 17 [2, с.367].

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.

По табл.3 [2, с.360]:  $K_{MV} = 1$ .

По табл.5 [2, с.361]:  $K_{ПV} = 0,9$ .

По табл.6 [2, с.361]:  $K_{ИV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

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

Скорость резания определяем для  $t = 3,3$  мм формула (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 3,3^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 122,6 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 122,6}{\pi \cdot 77} = 506 \text{ об/мин};$$

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:  $C_p = 204$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [2, с.372].

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [2, с.374]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right) = \left( \frac{550}{750} \right) = 0,73$$

$$K_{MP} = 0,73 \quad K_{\varphi P} = 1,0 \quad K_{\gamma P} = 1,0 \quad K_{\lambda P} = 1,0 \quad K_{rP} = 1,0$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 0,73$$

Главная составляющая силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 3,3 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 122,6^0 \cdot 0,73 = 2922 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2922 \cdot 122}{1020 \cdot 60} = 5,82 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,16}{0,95} = 5,82 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст}; \\ 5,82 < 18,5$$

### Операция 3

#### переход 1: подрезка торца:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 1,2$  мм;

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 146 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 146}{\pi \cdot 77} = 603 \text{ об/мин};$$

**переход 2: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 6$  мм;

Подача  $s = 0,5$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 112 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 112}{\pi \cdot 71} = 502 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 6 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 112^0 \cdot 0,73 = 4427 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4427 \cdot 115}{1020 \cdot 60} = 8,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,3}{0,95} = 8,7 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$
$$8,7 < 18,5$$

**переход 3: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 6$  мм;

Подача  $s = 0,5$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 112 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:



$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 112}{\pi \cdot 65} = 548 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 6 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 112^0 \cdot 0,73 = 4427\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4427 \cdot 112}{1020 \cdot 60} = 8,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,3}{0,95} = 8,7 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$8,7 < 18,5$$

#### **переход 4: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 6\text{мм}$ ;

Подача  $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 112 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 112}{\pi \cdot 59} = 604 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 6 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 112^0 \cdot 0,73 = 4427\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4427 \cdot 112}{1020 \cdot 60} = 8,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,3}{0,95} = 8,7 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$8,7 < 18,5$$

**переход 5: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 3$  мм;

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 116 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116}{\pi \cdot 56} = 659 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 3 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 116^0 \cdot 0,73 = 3045 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3045 \cdot 116}{1020 \cdot 60} = 5,7 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,7}{0,95} = 6,1 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$6,1 < 18,5$$

**переход 7: центровать отверстия:**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 178] – Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [2, с.215]: Сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75):  $D=13,2$  мм ;  $L=13,98$  мм

Глубина резания:  $t = 6,6$  мм

Подача по таблице 35 [2, с. 381]:  $s = 0,17$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (13)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [2, с. 384]:  $T=45$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 3,5$ ;  $q = 0,5$ ;  $m = 0,12$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 38 [2, с. 383].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}; \quad (14)$$

где  $K_{lv}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

По табл.3 [4, с.360]:  $K_{mv} = 1$ .

По табл.6 [4, с.361]:  $K_{iv} = 1$ .

По табл.41 [4, с.385]:  $K_{lv} = 1$ .

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Скорость резания, формула (13):

$$v = \frac{3,5 \cdot 13,2^{0,5}}{45^{0,12} \cdot 0,17^{0,45}} \cdot 0,95 = 18 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 18}{\pi \cdot 13,2} = 443 \text{ об/мин};$$

### **переход 8: сверление отверстия:**

Материал режущего инструмента – Р6М5.

Диаметр отверстия  $D = 20$  мм;

Подача  $s = 0,2$  мм/об;

Скорость резания, формула (13):

$$v = \frac{3,5 \cdot 20^{0,5}}{45^{0,12} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 1 = 20,4 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20,4}{\pi \cdot 20} = 324 \text{ об/мин};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_q, \quad (18)$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,041$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 42 [2, с. 385]. Коэффициент  $K_P = K_{MP} = 0,73$ .  
Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 20^2 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,73 = 38 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{38 \cdot 324}{9750} = 1,2 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,2}{0,95} = 1,3 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст};$$

$$1,3 < 18,5$$

### **переход 9: Рассверление отверстия:**

Материал режущего инструмента – Р6М5.

Диаметр отверстия:  $D = 40 \text{ мм}$ ;

Глубина резания:  $t = 10 \text{ мм}$

Подача  $s = 0,35 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания, формула (13):

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

$$v = \frac{3,5 \cdot 40^{0,5}}{70^{0,12} \cdot 10^{0,2} \cdot 0,35^{0,45}} \cdot 1 = 13,4 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 13,4}{\pi \cdot 40} = 106 \text{ об/мин};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_q, \quad (18)$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,041$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 42 [2, с. 385]. Коэффициент  $K_P = K_{MP} = 0,73$ .

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 40^2 \cdot 0,35^{0,7} \cdot 0,73 = 229 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{229 \cdot 106}{9750} = 2,5 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,5}{0,95} = 2,6 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$\begin{aligned} N &\leq N_{ст}; \\ 2,6 &< 18,5 \end{aligned}$$

### **переход 10: расточение отверстия:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 3 \text{ мм}$

Подача  $s = 0,6 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 30^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 116 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116}{\pi \cdot 43} = 858 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 3 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 116^0 \cdot 0,73 = 3045 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3045 \cdot 116}{1020 \cdot 60} = 5,7 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,7}{0,95} = 6,1 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$
$$6,1 < 18,5$$

### **переход 11: расточение отверстия:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 3$  мм

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 116 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116}{\pi \cdot 46} = 802 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 3 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 116^0 \cdot 0,73 = 3045 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3045 \cdot 116}{1020 \cdot 60} = 5,7 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,7}{0,95} = 6,1 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$
$$6,1 < 18,5$$

### **переход 12: расточение отверстия:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 3$  мм

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 116 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116}{\pi \cdot 43} = 753 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 3 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 116^0 \cdot 0,73 = 3045 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3045 \cdot 116}{1020 \cdot 60} = 5,7 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,7}{0,95} = 6,1 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$
$$6,1 < 18,5$$

### **переход 13: подрезка торца:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 0,9$  мм;

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 137 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 137}{\pi \cdot 77} = 566 \text{ об/мин}$$

### **переход 14: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 5$  мм;

Подача  $s = 0,5$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 106 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 106}{\pi \cdot 72} = 468 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 5 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 106 \cdot 0,73 = 3689\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3689 \cdot 106}{1020 \cdot 60} = 6,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,3}{0,95} = 6,7 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$
$$6,7 < 18,5$$

### **переход 15: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 5\text{мм}$ ;

Подача  $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 106 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 106}{\pi \cdot 67} = 503 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 5 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 106 \cdot 0,73 = 3689\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3689 \cdot 106}{1020 \cdot 60} = 6,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:



$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,3}{0,95} = 6,7 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$6,7 < 18,5$$

**переход 16: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 5$  мм;

Подача  $s = 0,5$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 106 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 106}{\pi \cdot 62} = 544 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 5 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 106 \cdot 0,73 = 3689 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3689 \cdot 106}{1020 \cdot 60} = 6,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,3}{0,95} = 6,7 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$6,7 < 18,5$$

**переход 17: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 5$  мм;

Подача  $s = 0,5$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 106 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 106}{\pi \cdot 57} = 591 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 5 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 106 \cdot 0,73 = 3689\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3689 \cdot 106}{1020 \cdot 60} = 6,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,3}{0,95} = 6,7 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$
$$6,7 < 18,5$$

### **переход 18: точение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 5\text{мм}$ ;

Подача  $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,9 = 106 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 106}{\pi \cdot 52} = 648 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 5 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 106 \cdot 0,73 = 3689\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3689 \cdot 106}{1020 \cdot 60} = 6,3 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{6,3}{0,95} = 6,7 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$
$$6,7 < 18,5$$

**переход 19: расточение отверстия:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 2$  мм

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 124 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124}{\pi \cdot 42} = 939 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 124^0 \cdot 0,73 = 2030 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2030 \cdot 124}{1020 \cdot 60} = 4,11 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,11}{0,95} = 4,3 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$
$$4,3 < 18,5$$

**переход 20: расточение отверстия:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 2$  мм

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 124 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124}{\pi \cdot 44} = 897 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 124^0 \cdot 0,73 = 2030 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2030 \cdot 124}{1020 \cdot 60} = 4,11 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,11}{0,95} = 4,3 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$4,3 < 18,5$$

**переход 21: расточение отверстия:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 2 \text{ мм}$

Подача  $s = 0,6 \text{ мм/об}$ ;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 124 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124}{\pi \cdot 46} = 858 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 124^0 \cdot 0,73 = 2030 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2030 \cdot 124}{1020 \cdot 60} = 4,11 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,11}{0,95} = 4,3 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$4,3 < 18,5$$

**переход 22: расточение отверстия:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 1$  мм

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 137 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 137}{\pi \cdot 47} = 927 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 137^0 \cdot 0,73 = 1015 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1015 \cdot 137}{1020 \cdot 60} = 2,2 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,11}{0,95} = 2,4 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$2,4 < 18,5$$

**переход 23: обточение поверхности:**

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания  $t = 1$  мм

Подача  $s = 0,6$  мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,9 = 137 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 137}{\pi \cdot 55} = 793 \text{ об/мин};$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 137^0 \cdot 0,73 = 1015\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1015 \cdot 137}{1020 \cdot 60} = 2,2 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,11}{0,95} = 2,4 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}};$$

$$2,4 < 18,5$$

#### **Операция 4 переход 1: сверление отверстия:**

Материал режущего инструмента – Р6М5.

Диаметр отверстия  $D = 4,3$  мм;

Подача  $s = 0,2$  мм/об;

Скорость резания, формула (13):

$$v = \frac{3,5 \cdot 4,3^{0,5}}{15^{0,12} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 1 = 2,5 \text{ мм/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 2,5}{\pi \cdot 4,3} = 188 \text{ об/мин};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_q, \quad (18)$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,041$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 42 [2, с. 385]. Коэффициент  $K_P = K_{MP} = 0,73$ .

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,041 \cdot 4,3^2 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,73 = 1,79 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1,79 \cdot 188}{9750} = 0,03 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,03}{0,95} = 0,036 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст};$$

$$0,036 < 18,5$$

## Операция 5

### Переход 1: фрезерование

Материал режущего инструмента выбираем по таблице 3 [3, с. 180] – Т15К6.

Режущий инструмент по таблице 100 [3, с.271]: дисковые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 1725-71 в ред. 1995г.):  $d = 100 \text{ мм}; L = 104 \text{ мм}; l = 38 \text{ мм}; z = 8$ .

Глубина резания:  $t = 11 \text{ мм};$

Подача по таблице 77 [3, с.404] для данной глубины резания: подача на зуб  $S = 0,15 \text{ мм/зуб}$ . Подача на оборот:  $S_z = S/Z = 0,15/8 = 0,02 \text{ мм/об}$ .

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 120 \text{ мин}$  – определены по таблице 82 [3, с.411].

Скорость резания определяется по формуле [3, с.406]:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y B^u Z^p} K_v$$

$$v = \frac{740 \cdot 100^{0,2}}{120^{0,35} \cdot 11^{0,4} \cdot 0,02^{0,4} \cdot B^0 \cdot 8^0} \cdot 1,26 = 637 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 637}{\pi \cdot 100} = 2027 \text{ об/мин};$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную окружную силу резания. Главная окружная сила резания.

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [3, с.412]:  $C_p = 261; x = 0,9; y = 0,8; u = 1,1; q = 1,1; w = 0,1$ .

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u Z^p}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 11^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 8}{100^{1,1} \cdot 2027^{0,1}} \cdot 0,73 = 23,3 \text{ Н}.$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{23,3 \cdot 637}{1020 \cdot 60} = 0,24 \text{ кВт}$$

Мощность станка:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,24}{0,75} = 0,32 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$\begin{aligned} N &\leq N_{\text{ст}}; \\ 0,32 &< 18,5 \end{aligned}$$



### Расчет основного времени для каждой операции и перехода

Основное время для токарных работ определяем по формуле

[5, с. 610]:

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

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;  
 $i$  – число рабочих ходов;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;  
 $S$  – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;  
 $l_1$  – величина врезания инструмента, мм – определены по таблице 2 [2, с.620];  
 $l_2$  – величина перебега инструмента, мм – определены по таблице 2 [2, с.620].

Основное время для резбонарезных работ определяем по формуле [5, с. 610]:

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

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;  
 $i$  – число рабочих ходов;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;  
 $S$  – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;  
 $l_1$  – величина врезания инструмента, мм – определены по таблице 5 [2, с.621];  
 $l_2$  – величина перебега инструмента, мм – определены по таблице 5 [2, с.621].

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [5, с. 611]:

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

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;  
 $i$  – число рабочих ходов;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;  
 $S$  – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 611]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 3 и 4 [2, с.620];

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 3 и 4 [2, с.620].

Основное время для фрезерных работ определяем по формуле [5, с. 613]:

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

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;  
 $i$  – число рабочих ходов;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;  
 $S$  – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 613]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;  
 $l_1$  – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице 6-8 [2, с.620];

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице 6-8 [2, с.620].

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S}$$

Операция 1 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(26 + 2 + 1) \cdot 1}{506 \times 0,5} = 0,11 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(77 + 1 + 2) \cdot 1}{603 \times 0,6} = 0,22 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13,9 + 2 + 0) \cdot 1}{502 \times 0,5} = 0,063 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 3:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13,9 + 2 + 0) \cdot 1}{548 \times 0,5} = 0,058 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 4:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13,9 + 2 + 0) \cdot 1}{604 \times 0,5} = 0,052 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 5:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14,5 + 2 + 0) \cdot 1}{659 \times 0,6} = 0,05 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 7:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13,98 + 2 + 0) \cdot 1}{443 \times 0,17} = 0,212 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 8:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(23,7 + 1 + 1) \cdot 1}{324 \times 0,2} = 0,396 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 9:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(23,7 + 1 + 1) \cdot 1}{169 \times 0,35} = 0,43 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 10:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4,4 + 2 + 0) \cdot 1}{858 \times 0,6} = 0,012 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 11:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4,4 + 2 + 0) \cdot 1}{802 \times 0,6} = 0,013 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 12:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(5 + 2 + 0) \cdot 1}{753 \times 0,6} = 0,015 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 13:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(77 + 1 + 1) \cdot 1}{566 \times 0,6} = 0,232 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 14:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(5,3 + 1 + 0) \cdot 1}{468 \times 0,5} = 0,029 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 15:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(5,3 + 1 + 0) \cdot 1}{503 \times 0,5} = 0,025 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 16:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(5,3 + 1 + 0) \cdot 1}{544 \times 0,5} = 0,023 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 17:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(5,3 + 1 + 0) \cdot 1}{591 \times 0,5} = 0,057 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 18:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(5,9 + 1 + 0) \cdot 1}{648 \times 0,5} = 0,021 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 19:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(15,3 + 2 + 0) \cdot 1}{939 \times 0,6} = 0,03 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 20:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(15,3 + 2 + 0) \cdot 1}{897 \times 0,6} = 0,032 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 21:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(15,3 + 2 + 0) \cdot 1}{858 \times 0,6} = 0,033 \text{ мин.}$$

Операция 3 переход 22:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(15,9 + 2 + 0) \cdot 1}{927 \times 0,6} = 0,032 \text{ мин.}$$

Операция 4 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14,5 + 2 + 0) \cdot 1}{188 \times 0,2} = 0,44 \text{ мин.}$$

Операция 5 переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(50 + 1 + 1) \cdot 1}{2027 \times 0,15} = 0,17 \text{ мин.}$$

### Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $T_{шт.к.}$  [9, с. 101]

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт.};$$

Штучное время определяем по формуле [9, с.101]:

$$T_{шт.} = T_0 + T_в + T_{об} + T_{от},$$

Вспомогательное время определяем по формуле [9, с.101]:

$$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из};$$

Где  $T_{уст.}$ - время па установку и снятие детали – определены по таблице 5.2. [9, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали – определены по таблице 5.7. [9, с.201];

$T_{уп}$ - время на управление станком– определены по таблице 5.8. [9, с.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали– определены по таблице 5.12. [9, с.207];

Оперативное время:  $T_{опер.} = T_0 + T_в.$

Время на обслуживание и отдых:  $T_{о.т} = 15\% \times t_{опер.}$

Подготовительно-заключительное время  $T_{п.з.}$

$n$ - количество деталей в настроечной партии,  $n = 10000$  шт.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = \left( \frac{T_{п.з.}}{10000} \right) + T_0 + T_в + T_{о.т.}$$

Операция 1:

$$T_0 = 0,11 \text{ мин.}$$

$$T_{всп.} = 0,01 + 0,024 + 0,07 + 0,01 = 0,054 \text{ мин.}$$

$$T_{опер.} = 0,14 + 0,054 = 0,194 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \times 0,194 = 0,02 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.} = 0,14 + 0,054 + 0,02 = 0,19 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к.} = 0,14 + 0,03 + 0,02 + 0,002 = 0,19 \text{ мин.}$$

Операция 3:

$$T_0 = 1,52 \text{ мин.}$$

$$T_{всп.} = 0,01 + 0,024 + 0,07 + 0,69 = 0,794 \text{ мин.}$$

$$T_{опер.} = 1,52 + 0,794 = 2,294 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \times 3,005 = 0,3 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.} = 1,52 + 0,794 + 0,3 = 2,614 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 10 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к.} = 1,52 + 0,794 + 0,451 + 0,002 = 2,616 \text{ мин.}$$

Операция 4:

$$\begin{aligned}T_0 &= 0,7 \text{ мин.} \\T_{\text{всп.}} &= 0,38 + 0,024 + 0,06 + 0,12 = 0,584 \text{ мин.} \\T_{\text{опер.}} &= 0,693 + 0,584 = 1,277 \text{ мин.} \\T_{\text{о.т.}} &= 15\% \times 1,277 = 0,192 \text{ мин.} \\T_{\text{шт.}} &= 0,693 + 0,584 + 0,192 = 1,469 \text{ мин.} \\T_{\text{п.з.}} &= 10 \text{ мин.} \\T_{\text{шт.к.}} &= 0,693 + 0,584 + 0,192 + 0,002 = 1,471 \text{ мин.}\end{aligned}$$

Операция 5

$$\begin{aligned}T_0 &= 0,93 \text{ мин.} \\T_{\text{всп.}} &= 0,38 + 0,024 + 0,06 + 0,12 = 0,584 \text{ мин.} \\T_{\text{опер.}} &= 0,693 + 0,584 = 1,277 \text{ мин.} \\T_{\text{о.т.}} &= 15\% \times 1,277 = 0,192 \text{ мин.} \\T_{\text{шт.}} &= 0,93 + 0,584 + 0,192 = 1,669 \text{ мин.} \\T_{\text{п.з.}} &= 10 \text{ мин.} \\T_{\text{шт.к.}} &= 0,93 + 0,584 + 0,192 + 0,002 = 1,671 \text{ мин.}\end{aligned}$$

## II. Конструкторская часть

### 1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

| Раздел                              | Содержание раздела   |
|-------------------------------------|--|
| Наименование и область применения   | Приспособление для установки и закрепления детали «Стакан» на Пятиосевых фрезерных обрабатывающих станках с ЧПУ DMG MORI серии NMV   |
| Основание для разработки            | Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Стакан».   |
| Цель и назначение разработки        | Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Стакан» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.  |
| Технические требования              | Тип производства – среднесерийное.<br>Программа выпуска - 10000 шт. в год.<br>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать Пятиосевые фрезерные обрабатывающие станки с ЧПУ DMG MORI серии NMV.<br>Входные данные о заготовке, поступающей на точную операцию: Ra = 2,5 мкм. |
| Документация, подлежащая разработке | Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, принципиальная схема сборки специального приспособления.  |

## 2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

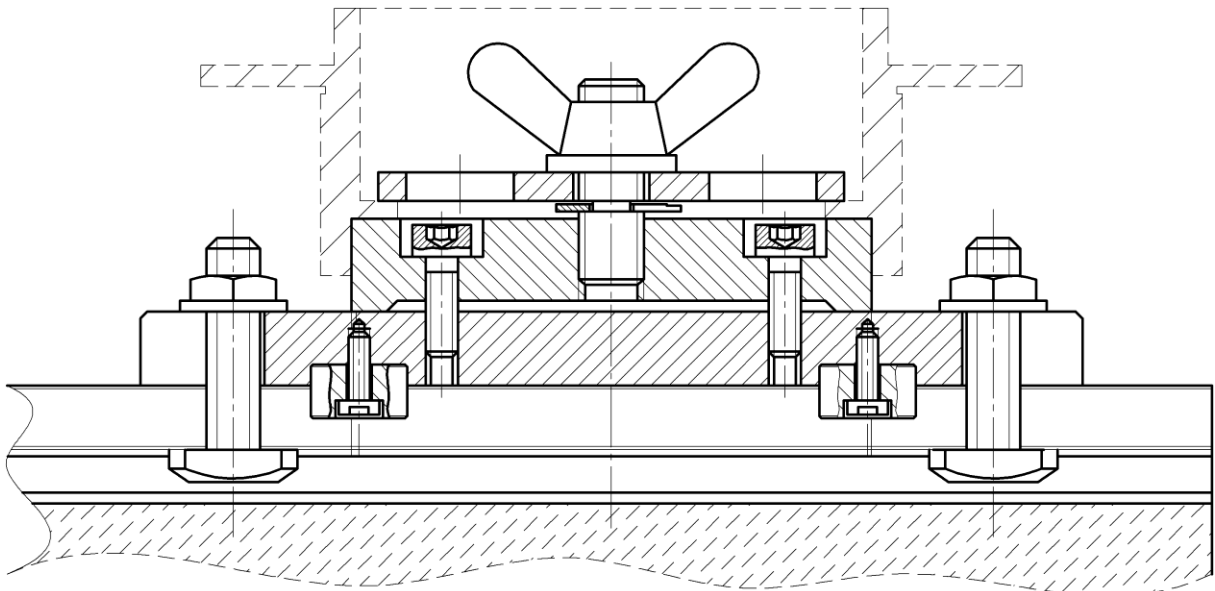


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Для получения экономичного и простого в изготовлении приспособления, а также с целью уменьшения металлоемкости закрепляющих элементов, выбираем закрепление заготовки относительно наружной поверхности.



### 3. Определение необходимой силы зажима

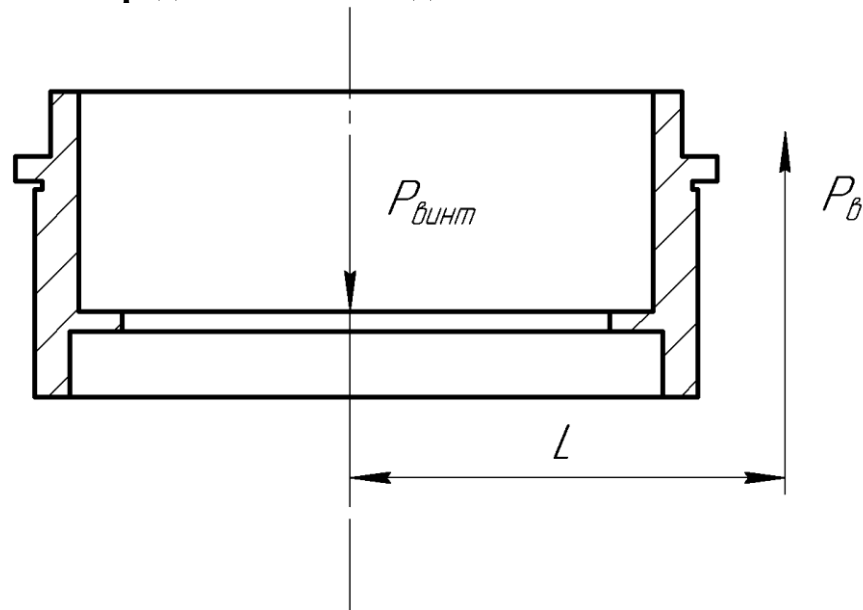


Рис 2. Расчетная схема

Исходя из режимов резания, рассчитанных для фрезерной операции, запишем значения крутящего момента резания.

Крутящий момент:

$$P_Z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^{n_z}}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 11^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 8}{100^{1,1} \cdot 2027^{0,1}} \cdot 0,73 = 23,3 \text{ Н}$$

$$P_B = 0,6P_Z = 13,98 \text{ Н}$$

$$M_{\text{фр}} = P_B \times L = 13,98 \times 0,078 = 1,09 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

$$M_{\text{кр}} = 3,36 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

$$M_{\text{фр}} < M_{\text{кр}}$$

### 4. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, сносностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2308-68.

## **Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Темой дипломного проекта: «Разработка технологии изготовления корпуса датчика давления».

Цель данного раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»: определить перспективности и успешности проекта, оценить его эффективности и уровня возможного риска, рабочего механизма для управления и обслуживания конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения этой цели обязательно решать такие задачи:

- оценить предпринимательского потенциала и перспектив развития проектов;
- осуществление планирования этапа выполнить исследования детали;
- расчет бюджета проекта;
- Производить оценку ресурсов и экономических выгод от исследований

### **1. Инициализация проекта**

Данный проект посвящен разработке технологии изготовления детали «Стакан» - Данный выполняется по заказу ОАО «ТЭМЗ». Ограничение по времени выполнения проекта - 100 дней.

### **2. Техничко-экономическая характеристика оборудования**

Все станки выбираем по максимальные мощности для каждой опрещии.

Таблица 1 Оборудование для проекта

| Модель оборудования   | Стоимость станка, руб. | Срок станка, год |
|---|------------------------|------------------|
| Станок токарный с ЧПУ - Goodway серии GS-3300                       | 7000000                | 8                |
| Пятиосевые фрезерные обрабатывающие станки с ЧПУ DMG MORI серии NMV | 3386000                | 8                |
| Ручной ленточнопильный станок UE-712C                               | 83662                  | 8                |

|                                    |       |   |
|------------------------------------|-------|---|
| Сверлильный станок PROMAE-516B/400 | 38400 | 8 |
|------------------------------------|-------|---|

### 3. Планирование комплекса работ на создание проекта

Комплекс работ по созданию проекта включает в себя 2 этапа:

- проектировать размещения и фиксации подвижных деталей механизма,
- крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

Проект первого этапа будут разрабатывать 2 человека: инженер-разработчик и руководитель проекта.

Вторая работа будут осуществлять.

Расчет трудоемкости работ проводим опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min\ i} + 2 \cdot t_{\max\ i}}{5}$$

Где  $t_{\min\ i}$  – минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой операции (оптимистическая оценка), чел.-дн;

$t_{\max\ i}$  – максимальная возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой операции (пессимистическая оценка), чел.-дн.

Расчет установления продолжительности работы в рабочих днях по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{C_i},$$

Где  $C_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Построим календарный план-график, чтобы удобно посмотрим длительность этапов в рабочих днях, рассчитать по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k,$$

Где  $k$  – коэффициент календарности, предназначенный для перевода рабочего времени в календарное, который рассчитаем по формуле:

$$k = \frac{T_{КГ}}{T_{КГ} - T_{ВД} - T_{ПД}}$$

Где  $T_{КГ}$  – количество календарных дней в году;

$T_{ВД}$  – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$  – количество праздничных дней в году;

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45$$

Тогда при расчете длительности этапов в рабочих днях расчетную величину продолжительности работ  $T_k$  нужно округлить до целых чисел.

**Таблица 2 Все результаты показанны в нижней таблицах.  
Содержание проектных работ**

| №  | Содержание работ   | Продолжительность работ, чел.-дн. |            |                 |
|----|--|-----------------------------------|------------|-----------------|
|    |  | $t_{\min}$                        | $t_{\max}$ | $t_{\text{ож}}$ |
| 1  | Разработка технического задания на проектирование                  | 3                                 | 5          | 4               |
| 2  | Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта | 3                                 | 5          | 4               |
| 3  | Описание объекта модернизации                                      | 7                                 | 13         | 10              |
| 4  | Выбор и обработка заготовки  | 4                                 | 7          | 5               |
| 5  | Разработка технического процесса                                   | 7                                 | 15         | 10              |
| 6  | Расчет технических размеров  | 3                                 | 5          | 4               |
| 7  | Расчет режимов резания   | 9                                 | 12         | 10              |
| 8  | Выбор станков и проектирование приспособления                      | 4                                 | 9          | 6               |
| 9  | Расчет основного времени   | 7                                 | 15         | 10              |
| 10 | Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ         | 8                                 | 15         | 11              |
| 11 | Вопросы безопасности и экологичности проекта                       | 5                                 | 10         | 7               |
| 12 | Технико-экономические расчеты                                      | 6                                 | 11         | 8               |
| 13 | Составление пояснительной записки                                  | 17                                | 24         | 20              |
| 14 | Разработка графического сопровождения проекта                      | 7                                 | 10         | 8               |
|    | Итого:   | 97                                | 156        | 117             |

**Таблица 3 Продолжительность проектных работ**

| №  | Содержание работ   | Продолжительность работ, дни |       |       |
|----|--|------------------------------|-------|-------|
|    |  | $t_{ож}$                     | $Ч_i$ | $T_p$ |
| 1  | Разработка технического задания на проектирование                  | 4                            | 2     | 2     |
| 2  | Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта | 4                            | 2     | 2     |
| 3  | Описание объекта модернизации                                      | 10                           | 2     | 5     |
| 4  | Выбор и обработка заготовки  | 5                            | 1     | 5     |
| 5  | Разработка технического процесса                                   | 10                           | 2     | 5     |
| 6  | Расчет технических размеров  | 4                            | 1     | 4     |
| 7  | Расчет режимов резания   | 10                           | 2     | 5     |
| 8  | Выбор станков и проектирование приспособления                      | 6                            | 1     | 6     |
| 9  | Расчет основного времени   | 10                           | 2     | 5     |
| 10 | Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ         | 11                           | 2     | 6,5   |
| 11 | Вопросы безопасности и экологичности проекта                       | 7                            | 2     | 3,5   |
| 12 | Технико-экономические расчеты                                      | 8                            | 2     | 4     |
| 13 | Составление пояснительной записки                                  | 20                           | 1     | 20    |
| 14 | Разработка графического сопровождения проекта                      | 8                            | 2     | 4     |
|    | Итого:   | 117                          |       | 77    |

**Таблица 4 Продолжительность проектных работ**

| №  | Содержание работ   | Продолжительность работ, к.дни |      |                |
|----|--|--------------------------------|------|----------------|
|    |  | T <sub>p</sub>                 | k    | T <sub>к</sub> |
| 1  | Разработка технического задания на проектирование                  | 2                              | 1,45 | 3              |
| 2  | Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта | 2                              | 1,45 | 3              |
| 3  | Описание объекта модернизации                                      | 5                              | 1,45 | 7              |
| 4  | Выбор и обработка заготовки  | 5                              | 1,45 | 7              |
| 5  | Разработка технического процесса                                   | 5                              | 1,45 | 7              |
| 6  | Расчет технических размеров  | 4                              | 1,45 | 6              |
| 7  | Расчет режимов резания   | 5                              | 1,45 | 7              |
| 8  | Выбор станков и проектирование приспособления                      | 6                              | 1,45 | 9              |
| 9  | Расчет основного времени   | 5                              | 1,45 | 7              |
| 10 | Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ         | 6,5                            | 1,45 | 9              |
| 11 | Вопросы безопасности и экологичности проекта                       | 3,5                            | 1,45 | 5              |
| 12 | Технико-экономические расчеты                                      | 4                              | 1,45 | 6              |
| 13 | Составление пояснительной записки                                  | 20                             | 1,45 | 29             |
| 14 | Разработка графического сопровождения проекта                      | 4                              | 1,45 | 6              |
|    | Итого:   | 77                             |      | 111            |

**Таблица 5 Временные показатели разработки проекта**

| № раб. | Исполнители                          | Продолжительность работ  |                          |                               |                     |                    |              |                   |
|--------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|--------------|-------------------|
|        |                                      | $t_{\min}$ ,<br>чел.-дн. | $t_{\max}$ ,<br>чел.-дн. | $t_{\text{ож}}$ ,<br>чел.-дн. | $T_p$ ,<br>раб. дн. | $T_k$ ,<br>кол.дн. | $U_i$ ,<br>% | $\Gamma_i$ ,<br>% |
| 1      | Руководитель, Инженер-разработчик    | 3                        | 5                        | 4                             | 2                   | 3                  | 3            | 3                 |
| 2      | Инженер-разработчик                  | 3                        | 5                        | 4                             | 2                   | 3                  | 3            | 6                 |
| 3      | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 7                        | 13                       | 10                            | 5                   | 7                  | 7            | 13                |
| 4      | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 4                        | 7                        | 5                             | 5                   | 7                  | 7            | 20                |
| 5      | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 7                        | 15                       | 10                            | 5                   | 7                  | 7            | 27                |
| 6      | Инженер-разработчик                  | 3                        | 5                        | 4                             | 4                   | 6                  | 6            | 33                |
| 7      | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 9                        | 12                       | 10                            | 5                   | 7                  | 7            | 40                |
| 8      | Инженер-разработчик                  | 4                        | 9                        | 6                             | 6                   | 9                  | 9            | 49                |
| 9      | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 7                        | 15                       | 10                            | 5                   | 7                  | 7            | 56                |
| 10     | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 8                        | 15                       | 11                            | 6,5                 | 9                  | 9            | 65                |
| 11     | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 5                        | 10                       | 7                             | 3,5                 | 5                  | 5            | 70                |
| 12     | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 6                        | 11                       | 8                             | 4                   | 6                  | 6            | 76                |
| 13     | Инженер-разработчик                  | 17                       | 24                       | 20                            | 20                  | 29                 | 29           | 105               |
| 14     | Руководитель,<br>Инженер-разработчик | 7                        | 10                       | 8                             | 4                   | 6                  | 6            | 111               |

Далее в нижней таблице приведен календарный план разработки проект в форме диаграмм Ганта.

Таблица 6 Календарный план разработки проекта

| № раб | Содержание работ  | Должность исполнителя                | tki | Февраль |   | Март |   |   | Апрель |   |   | Май |   |   | Июнь |   |   |
|-------|---|--------------------------------------|-----|---------|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|------|---|---|
|       |   |                                      |     | 2       | 3 | 1    | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1    | 2 | 3 |
| 1     | Составление и утверждение технического задания                          | Руководитель темы, Студент-дипломник | 5   | ■       | ■ |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |   |
| 2     | Подбор и изучение материалов по теме                                    | Руководитель темы, Студент-дипломник | 11  | ■       | ■ | ■    |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |   |
| 3     | Проведение патентных исследований                                       | Студент-дипломник                    | 27  | ■       | ■ | ■    | ■ |   |        |   |   |     |   |   |      |   |   |
| 4     | Выбор направления исследований  | Руководитель, Студент-дипломник      | 3   |         |   |      | ■ |   |        |   |   |     |   |   |      |   |   |
| 5     | Календарное планирование работ по теме                                  | Студент-дипломник                    | 3   |         |   |      | ■ |   |        |   |   |     |   |   |      |   |   |
| 6     | Проведение теоретических расчетов и обоснований                         | Студент-дипломник                    | 22  |         |   |      |   | ■ | ■      |   |   |     |   |   |      |   |   |
| 7     | Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов                 | Студент-дипломник                    | 18  |         |   |      |   |   |        | ■ | ■ |     |   |   |      |   |   |
| 8     | Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями | Руководитель, Студент-дипломник      | 9   |         |   |      |   |   |        | ■ | ■ |     |   |   |      |   |   |
| 9     | Оценка эффективности полученных результатов                             | Руководитель                         | 13  |         |   |      |   |   |        |   | ■ | ■   |   |   |      |   |   |
| 10    | Определение целесообразности проведения ОКР                             | Руководитель                         | 16  |         |   |      |   |   |        |   |   | ■   | ■ |   |      |   |   |





#### 4. Бюджет проектной работы

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

При расчете себестоимости применяется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулированы при выполнении ВКР является деталь, изготавливаемая серийно или на одно предметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

- 1) Затраты на основной материал;
- 2) Возвратные отходы (вычитаются);
- 3) Основная заработная плата производственных рабочих;
- 4) Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
- 5) Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
- 6) Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
- 7) Затраты на приспособление;
- 8) Общецеховые расходы;
- 9) Общехозяйственные расходы;
- 10) Расходы на реализацию (внепроизводственные);
- 11) Расчет прибыли;
- 12) Расчет НДС;
- 13) Цена изделия;

Технологические потери: К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

Расходы на подготовку и освоение производства при выполнении ВКР статья не рассчитывается.

Потери от брака: мнение, что стоимость полностью негодный товар, а также расходы по повторной разработке, только учесть в отчетности сметы расходов. В центр по правам женщин, эти расходы были рассчитаны.

Прочие производственные расходы на данную статью относятся непредвиденные расходы, которые на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты также не рассчитываются.

Таблица 7 все расходы изготовления детали

| Статьи расходов   | Обоснование расхода  | Расход на единицу, руб. |
|---|--|-------------------------|
| 1. Затраты на основной материал;  | $C_{Moi} = W_i \cdot C_{Mi} \cdot (1 + K_{ТЗ})$ .  | 19,18                   |
| 2. Затраты на возвратные отходы;  | $C_{от} = M_{от} \cdot C_{от} = (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot C_{от}$ .             | 3,14                    |
| 3. Основная заработная плата производственных рабочих;                            | $C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{t_i^{шт.к}}{60} \cdot чтс_i \cdot k_{пр}$                      | 21,5                    |
| 4. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;                      | $C_{дзп} = C_{озп} \cdot K_D$  | 2,15                    |
| 5. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;                              | $C_n = (C_{озп} + C_{дзп}) \cdot (C_{с.н} + C_{стр})$  | 7,26                    |
| 6. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;                     | а) $C_a = (A_r / N_b) \cdot (l_{кр} / \eta_{з.н.})$  | а) 16,5<br>6,98         |
| а) амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение $C_a$ ; | б) $C_{экс} = (C_{озп} + C_{дзп} + C_n) \cdot 0,4$<br>$C_{мэкс} = C_a \cdot 0,2$                 | б) 12,364<br>3,3<br>1,4 |
| б) эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);                          | $C_{эл.п} = C_{э} \cdot K_{п} \cdot \sum_{i=1}^p W_i \cdot K_{Mi} \cdot K_{Vi} \cdot t_i^{шт.к}$ | 2,145                   |
| в) ремонт оборудования;   | с) $C_{рем} = C_{озп} \cdot (1,0 - 1,2)$   | с) 23,65                |
| е) погашение стоимости  |  |                         |

|  |   |          |
|--|---|----------|
| инструментов и приспособлений общего назначения; | е)<br>$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P \Pi_{\text{и.и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i}$ | е)8,7525 |
| 7. Затраты на приспособление                     | $C_{\text{при}} = \Pi_{\text{при}} / I_{\text{в}} \cdot N_{\text{а}}$   | 4        |
| 8.Общехозяйственные расходы;                     | $C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot K_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8)$   | 17,2     |
| 9.Общехозяйственные расходы;                     | $C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} \cdot K_{\text{ох}}$  | 10,75    |
| 10.Расходы на реализацию (внепроизводственные);  | $C_{\text{р}} = C_{\text{сум}} \cdot 0,01$  | 1,6      |
| 11.Расчет прибыли;                               | $C_{\text{пр}} = (C_{\text{р}} + C_{\text{сум}}) \cdot 0,15$  | 24,3     |
| 12.Расчет НДС;                                   | $C_{\text{ндс}} = (C_{\text{пр}} + C_{\text{р}} + C_{\text{сум}}) \cdot 0,18$   | 33,5     |
| 13.Цена изделия;                                 | $\Pi_{\text{изд}} = C_{\text{сум}} + C_{\text{р}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{ндс}}$   | 220      |

#### 4.1 Расчет затрат на основной материал

Затрата на основные материалы для каждого (*i*-го) вида в отдельности рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{Мoi}} = W_i \cdot \Pi_{\text{Mi}} \cdot (1 + K_{\text{тз}}).$$

$$C_{\text{Мо1}} = 0,79 \cdot 22,9 \cdot (1 + 0,06) = 19,18 \text{ руб.}$$

Где  $w_i$  – норма расхода материала *i*-го вида на изделие (деталь);  $\Pi_{\text{Mi}}$  – цена материала *i*-го вида, ден.ед, /кг.  $i = 1 \dots I$ ;  $k_{\text{тз}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{\text{тз}} = 0,06$ ). Цена материалов  $\Pi_i$  принимается на основе преysкурантной (оптовой) цены, см. прил. 1, дополнительно см.

Общая величина данных затрат равна определяется по формуле:

$$C_{\text{мо}} = \sum_{i=1}^I C_{\text{Мoi}},$$

Если используется единственный материал ( $I=1$ ), то  $C_{\text{мо}} = C_{\text{мо}(i=1)}$ , т.е. достаточно формулы:

$$C_{\text{Мо}} = C_{\text{Мо1}} = 19,18 \text{ руб.}$$

#### 4.2 Расчет затрат на возвратные отходы

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет определяется по формуле:

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от} \\ C_{от} = (0,79 - 0,15) \cdot (1 - 0,02) \cdot 5 = 3,14 \text{ руб.}$$

где  $M_{от}$  – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;  $Ц_{от}$  – цена отходов, ден.ед.;  $V_{чр}$  – масса заготовки;  $V_{чст}$  – чистая масса детали;  $\beta$  – доля безвозвратных потерь (принять 0,02). Значения  $Ц_{от}$  см. в прайс-листах соответствующих заготовительных компаний.

#### 4.3 Расчет затрат основной заработной платы рабочих;

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции. Оплата может осуществляться как по сдельным расценкам, так и по часовым тарифным ставкам. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести определяется по формуле:

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{t_i^{шт.к}}{60} \cdot ЧТС_i \cdot k_{пр} \\ C_{озп} = \frac{1,905+3,458+1,471}{60} \cdot 105,81 \cdot 2,645 = 21,5 \text{ руб.}$$

Где  $t_i^{шт.к}$  –штучное время выполнения  $i$ -й операции, мин;  $K_o$  – количество операций в процессе;  $ЧТС_i$  – часовая тарифная ставка на  $i$ -й операции;  $k_{пр}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4. В нижеприведенной табл. указаны рекомендуемые значения ЧТС.

Таблица 8 Разрядные коэффициенты и часовые тарифные ставки

| Разряд                | 1  | 2     | 3     | 4     | 5      | 6     |
|-----------------------|----|-------|-------|-------|--------|-------|
| Разрядный коэффициент | 1  | 1,275 | 1,626 | 2,074 | 2,645  | 3,375 |
| ЧТС, руб.             | 40 | 51    | 65,05 | 82,96 | 105,81 | 135,0 |

#### 4.4 Расчет затрат дополнительной заработной платы производственных рабочих

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением

государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты определяется по формуле:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot K_{\text{д}}$$
$$C_{\text{дзп}} = 21,5 \cdot 0,1 = 2,15 \text{ руб.}$$

где  $C_{\text{озп}}$  – основная зарплата, ден. ед.;  $k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

#### 4.5 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование (все это вместе взятое – так называемый социальный налог), на другие социальные нужды. Затраты по данной статье определяется по формуле:

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н}} + C_{\text{стр}})$$
$$C_{\text{н}} = (21,5 + 2,1) \cdot (30 \% + 0,7\%) = 7,26 \text{ руб.}$$

где  $C_{\text{озп}}$  – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;  $C_{\text{дзп}}$  – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;  $C_{\text{с.н.}}$  – ставка социального налога (принять 30 %);  $C_{\text{стр}}$  – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

#### 4.6 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Эта статья включает данные виды расходов:

- a. амортизация оборудования, обозначение  $C_{\text{а}}$ ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутривозовское перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

Порядок расчета отдельных элементов данной статьи при выполнении ВКР следующий.

**Элемент «а»:** амортизация оборудования, определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{\text{ai}} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{\text{aj}}$$

Где  $\Phi_i$  – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования  $i$ -го типа,  $i = 1, \dots, T$ ;  $T$  – количество типов используемого оборудования;  $\Phi_j$  – то же для  $j$ -го типа оснастки  $j=1, \dots, m$ ;  $m$  – количество типов используемой оснастки;  $N_{об\ i}$  и  $N_{осн\ j}$  – соответствующие нормы амортизации.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

$$N_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}} = \frac{1}{8} = 0,125.$$

$$A_{\text{год1}} = 7000000 \cdot 0,125 = 875000 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{год2}} = 3386000 \cdot 0,125 = 423250 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{год3}} = 83662 \cdot 0,125 = 10457 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{год3}} = 38400 \cdot 0,125 = 4800 \text{ руб.}$$

Где  $T_{\text{пи}}$  – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4. Так как сроки указываются в интервальной форме, то конкретное значение следует принимать с учетом уровня автоматизации оборудования, для универсального – максимальное значение, для автоматического (в т.ч. с ЧПУ) – минимальное. Принятие другого значения  $T_{\text{пи}}$  должно сопровождаться кратким обоснованием. Для оснастки принять следующие значения  $T_{\text{пи}}$ : патроны сверлильные – 2 года; тиски станочные – 3 года; центры вращающиеся – 1 год.

Следует учесть, что получаемая по формуле годовая величина амортизации относится ко всем видам изделий, изготавливаемых на данном оборудовании. Использование однопредметной прямоточной линии допустимо только при условии загрузки ее оборудования единственным изделием в среднем не менее чем на 60 %. В нашем случае ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины:

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i}$$

$$l_{\text{кр}} = \frac{5000 \cdot 3,85}{4029 \cdot 60} = 0,08.$$

Где  $N_{\text{в}}$  – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;  $P$  – количество операций в технологическом процессе;  $t_i^{\text{шт.к}}$  – штучно-калькуляционное время на  $i$ -й операции процесса,  $i = 1 \dots P$ ;  $F_i$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на  $i$ -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы  $F_i = 4029$  часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

То же для рабочих мест без оборудования – 4154 часа.

Если  $l_{кр} \geq 0,6$ , то  $C_a = A_{год} / N_B$ .

В противном случае  $C_a = (A_r / N_B) \cdot (l_{кр} / \eta_{з.н.})$ ,

$$C_{a1} = (875000 / 5000) \cdot (0,08 / 0,85) = 16,5 \text{ руб.}$$

$$C_{a2} = (423250 / 5000) \cdot (0,08 / 0,85) = 7,96 \text{ руб.}$$

$$C_{a3} = (10457 / 5000) \cdot (0,08 / 0,85) = 0,19 \text{ руб.}$$

$$C_{a4} = (4800 / 5000) \cdot (0,08 / 0,85) = 0,09 \text{ руб.}$$

Где  $\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

**Элемент «b»:** эксплуатация оборудования,

▪ Полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{экс} = (C_{озп} + C_{дзп} + C_n) \cdot 0,4$$

$$C_{экс} = (21,5 + 2,15 + 7,26) \cdot 0,4 = 12,364 \text{ руб.}$$

▪ Стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{мэкс} = C_a \cdot 0,2$$

$$C_{мэкс1} = 16,5 \cdot 0,2 = 3,3 \text{ руб.}$$

$$C_{мэкс2} = 7,96 \cdot 0,2 = 1,59 \text{ руб.}$$

$$C_{мэкс3} = 0,19 \cdot 0,2 = 0,038 \text{ руб.}$$

$$C_{мэкс4} = 0,09 \cdot 0,2 = 0,018 \text{ руб.}$$

▪ Затраты на все виды энергии и воду, потребляемые в процессе работы оборудования. В ВКР учитываются только затраты на электроэнергию определяется по формуле:

$$C_{эл.п} = Ц_э \cdot K_п \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{mi} \cdot K_{vi} \cdot t_i^{шт.к}$$

$$C_{эл.п} = 5,5 \cdot 1,05 \cdot \left( \frac{11 \cdot 0,87 + 11 \cdot 2,79 + 5,5 \cdot 0,95}{60} \right) \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 2,145 \text{ руб.}$$



где  $\text{Ц}_0$  – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;  $\text{K}_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);  $W_i$  – мощность электропривода оборудования, используемого на  $i$ -й операции;  $\text{K}_{\text{mi}}$  – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7);  $\text{K}_{\text{vi}}$  – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, применяется при невозможности непосредственно определить  $t_i^{\text{маш}}$  и принимается равным 0,6 – 0,7 от  $t_i^{\text{шт.к}}$ .

**Элемент «с»** (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной заработной платы основных производственных рабочих, т.е:

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2)$$

$$C_{\text{рем}} = 21,5 \cdot 1,1 = 23,65 \text{ руб.}$$

Нижнее значение интервала (0,1–0,12) принимается для мелко и среднесерийного производства, верхнее – для крупносерийного и массового.

**Элемент «д»** (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей, смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

**Элемент «е»** (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле:

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P \text{Ц}_{\text{и.и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i}$$

$$C_{\text{ион1}} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 38 \cdot 0,595 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 0,13 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ион2}} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 40,1 \cdot 0,0528 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 0,0125 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ион}3} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 90,63 \cdot 0,0491 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 0,26 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ион}4} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 238 \cdot 0,3921 \cdot 1}{15 \cdot 6} = 1,1 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ион}5} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 238 \cdot 0,314 \cdot 1}{25 \cdot 6} = 0,53 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ион}6} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 400 \cdot 1,495 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 3,52 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ион}7} = \frac{(1 + 0,06) \cdot 1480 \cdot 0,368 \cdot 1}{30 \cdot 6} = 3,2 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ион}} = C_{\text{ион}1} + C_{\text{ион}2} + C_{\text{ион}3} + C_{\text{ион}4} + C_{\text{ион}5} + C_{\text{ион}6} + C_{\text{ион}7} \\ = 8,7525 \text{ руб.}$$

Где  $C_{\text{и}i}$  – цена инструмента, используемого на  $i$ -й операции,  $i = 1 \dots P$ ;  $t_{\text{рез},i}$  – время работы инструмента, применяемого на  $i$ -й операции, мин.;  $m_i$  – количество одновременно используемых инструментов;  $T_{\text{ст.и},i}$  – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);  $n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента;  $k_{\text{тз}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{\text{тз}}=0,06$ ).

Элемент «f» (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышерассмотренных элементов. При выполнении ВКР они не рассчитываются.

#### 4.7 Затраты на приспособление

Затраты на приспособление определяется по формуле:

$$C_{\text{при}} = \frac{C_{\text{при}}}{I_{\text{в}}} \cdot N_{\text{а}} = \frac{20000}{5000} \cdot 1 = 4 \text{ руб.}$$

#### 4.8 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента  $k_{\text{оц}}$ , рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих определяется по формуле:

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot K_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8) \\ C_{\text{оп}} = 21,5 \cdot 0,8 = 17,2 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения  $k_{\text{оц}}$  в зависимости от типа производства: массовое – 0,5; крупносерийное – 0,6; среднесерийное – 0,7; мелкосерийное и единичное – 0,8.

#### **4.9 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»**

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента  $k_{\text{ох}}$ , устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение  $k_{\text{ох}} = 0,5$ , т.е.

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} \cdot K_{\text{ох}}$$
$$C_{\text{ох}} = 21,5 \cdot 0,5 = 10,75 \text{ руб.}$$

#### **4.10 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию (внепроизводственные)»**

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям, расходы на реализацию определяется по формуле:

$$C_{\text{р}} = C_{\text{сум}} \cdot 0,01$$
$$C_{\text{р}} = 160,3 \cdot 0,01 = 1,6 \text{ руб.}$$

#### **4.11 Расчет прибыли**

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$C_{\text{пр}} = (C_{\text{р}} + C_{\text{сум}}) \cdot 0,15$$
$$C_{\text{пр}} = (160,3 + 1,6) \cdot 0,15 = 24,3 \text{ руб.}$$

#### 4.12 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$C_{\text{НДС}} = (C_{\text{пр}} + C_{\text{р}} + C_{\text{сум}}) \cdot 0,18$$
$$C_{\text{НДС}} = (160,3 + 1,6 + 24,3) \cdot 0,18 = 33,5 \text{ руб.}$$

#### 4.13 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$C_{\text{изд}} = C_{\text{сум}} + C_{\text{р}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{НДС}}$$
$$C_{\text{изд}} = 160,3 + 1,6 + 24,3 + 33,5 = 220 \text{ руб.}$$

### 5. Оценка научно-технической уровня проекта

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$НТУ = \sum_{i=1}^n k_i \cdot P_i$$

Где  $k_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го признака;

$P_i$  – количественная оценка  $i$ -го признака.

Весовые коэффициенты НТУ

| Признаки НТУ           | Весовой коэффициент |
|------------------------|---------------------|
| Уровень новизны        | 0,6                 |
| Теоретический уровень  | 0,4                 |
| Возможность реализации | 0,2                 |

Шкала оценки новизны

|       |         |
|-------|---------|
| Баллы | Уровень |
|-------|---------|

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 1-4   | Низкий НТУ               |
| 5-7   | Средний НТУ              |
| 8-10  | Сравнительно высокий НТУ |
| 11-14 | Высокий НТУ              |

Тогда коэффициент научно-технического уровня (НТУ):

$$НТУ = 5 \cdot 0,6 + 15 \cdot 0,4 + 10 \cdot 0,2 = 11.$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно - техническом уровне проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурс эффективности.

Так как для данного проекта метод обработки детали “Шкив приводной”, описанный в технологической части ВКР, является самым эффективным методом. И по полученным значениям коэффициента научно-технического уровня ( $НТУ=11$ ) можно сказать о достаточно высоком научно-техническом уровне проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|               |            |
|---------------|------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b> |
| 158Л41        | Ма Ваньцзе |

|                            |              |                                  |                  |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|------------------|
| <b>Школа</b>               | <b>ИШНПТ</b> | <b>Отделение</b>                 | Материаловедения |
| <b>Уровень образования</b> | Бакалавриат  | <b>Направление/специальность</b> | Машиностроение   |

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

|   |  |
|---|--|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения. | Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и тд.<br>Область применения: автоматизация технологического процесса |
|---|--|

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

|  |  |
|--|--|
| <p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита –</li> </ul> | <p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>отклонение параметров микроклимата в помещении;</li> <li>повышенный уровень шума/вибрация;</li> <li>вредные вещества;</li> </ul> <p>Психофизические факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>повышенная нагрузка на органы зрения;</li> <li>длительные статические нагрузки;</li> <li>монотонность труда;</li> <li>нервно-эмоциональное напряжение.</li> </ul> <p>Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опасность поражения электрическим током;</li> <li>опасность поражения статическим электричеством;</li> </ul> |
|--|--|

|   |   |
|---|---|
| источники, средства защиты);<br>пожаровзрывобезопасность (причины,<br>профилактические мероприятия,<br>первичные средства пожаротушения).   | короткое замыкание.<br>Работа механизмов;<br>Запыленность;<br>СИЗы;   |
| <b>2. Экологическая безопасность:</b><br><br>защита селитебной зоны<br>анализ воздействия объекта на атмосферу<br>(выбросы);<br>анализ воздействия объекта на гидросферу<br>(сбросы);<br>анализ воздействия объекта на литосферу<br>(отходы);<br>разработать решения по обеспечению<br>экологической безопасности со ссылками<br>на НТД по охране окружающей среды. | Утилизация используемой орг.техники,<br>макулатуры и люминесцентных ламп.   |
| <b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b><br><br>перечень возможных ЧС при разработке и<br>эксплуатации проектируемого решения;<br>выбор наиболее типичной ЧС;<br>разработка превентивных мер по<br>предупреждению ЧС;<br>разработка действий в результате возникшей<br>ЧС и мер по ликвидации её последствий.   | Чрезвычайная ситуация техногенного<br>характера для места– пожар.<br>Установка общих правил поведения и<br>рекомендаций во время пожара, план<br>эвакуации, огнетушитель.   |
| <b>4. Правовые и организационные вопросы<br/>обеспечения безопасности:</b><br><br>специальные (характерные при эксплуатации<br>объекта исследования, проектируемой<br>рабочей зоны) правовые нормы трудового<br>законодательства;<br>организационные мероприятия при<br>компоновке рабочей зоны.  | Основные проводимые правовые и<br>организационные мероприятия по<br>обеспечению безопасности трудящихся<br>на рабочем месте согласно СанПиН<br>2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197. |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Штейнле А.В. | к.м.н.                 |         |      |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО       | Подпись | Дата |
|--------|-----------|---------|------|
| 158Л41 | Ма Ваньце |         |      |

## Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.



# **1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения.

## **1.1. Метеоусловия**

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ( $\varphi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\varphi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных

помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1

#### Требования к микроклимату

| Период года | Категория работы | Температура, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | средняя          | 19 – 24         | 15 - 75                    | ≤ 0.1                          |
| Теплый      | средняя          | 20 - 28         | 15 - 75                    | ≤ 0.2                          |

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

## 1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы

абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибков.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда,

повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

### **1.3. Производственный шум**

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

#### СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

#### СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### **1.4 Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения,

должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 10$  м, ширина  $B = 8$  м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где  $A$  – длина, м;  $B$  – ширина, м.

$$S = 10 \times 8 = 80 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор  $\rho_c = 40\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_{\text{П}} = 70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_3 = 1,2$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ .

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен

$$\Phi_{\text{ЛД}} = 3000 \text{ Лм.}$$

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda = 1,2$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 3,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при  $\rho_{\Pi} = 70\%$ ,  $\rho_C = 40\%$  и индексе помещения  $i = 1,97$  равен  $\eta = 0,65$ .

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток

## **2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

### **2.1 Факторы электрической природы**

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).



В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические

перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

## **2.2. Охрана окружающей среды**

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна. Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи.

### **3. Безопасность в ЧС**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории  $A_n$ ,  $B_n$ ,  $V_n$ ,  $G_n$  и  $D_n$ .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с

другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).

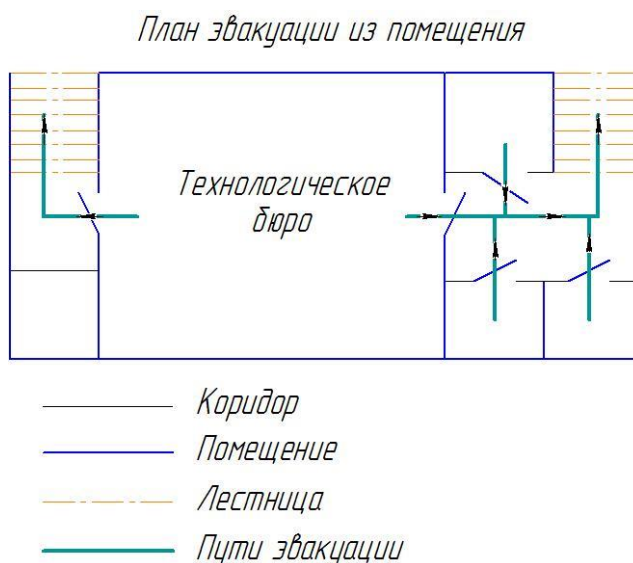


Рис 2. План эвакуации.

Вывод : В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасность.

#### **4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

1. ГОСТ 12.4.154-85 ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
3. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
4. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
5. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
7. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
8. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
9. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
10. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
11. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
12. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

## Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
3. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 1. 543 с.: ил.
4. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 2. 448 с.: ил.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: -Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил.- ISBN 5-217-00032-5.
6. Справочник инструментальщика/И.А.Ординарцев, С74 Г.В.Филиппов, А.Н.Шевченко и др.; Под общ. ред, И.А.Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр, отдние, 1987. - 846 с.: ил.
7. Режущий инструмент: учебник для вузов / под. общ. ред. С.В. Кирсанова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2014 – 520 С.: ил.
8. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ 2009 -91с. ISBN 5-98298-450-7.
9. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
10. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк.2003. – 295 с.
11. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
12. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправл. И доп. Л., «Машиностроение» (Ленингр. Отд-ние),1975 г. 656 с.