

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



Институт электронного  
 обучения

Специальность 151001 технология

машиностроения

Кафедра технологии автоматизированного машиностроительного  
 производства

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

Тема работы
Совершенствование технологии изготовления корпуса горного сверла ЭР14Д2М-12

УДК 62-214.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4301/21	Масальский Максим Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Козлов В.Н.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Петухов О.Н.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гуляев М.В.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.кафедрой	Арляпов А.Ю.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«Национальный исследовательский**  
**Томский политехнический университет»**  
 Институт электронного образования  
 Специальность 151001 «Технология машиностроения»  
 Кафедра Технологии автоматизированного машиностроительного  
 производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

(Дата, подпись)

А.Ю. Арляпов

(ФИО)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта
--------------------

Студенту:

Группа	ФИО
з-4301	Масальский Максим Николаевич

Тема работы:

Совершенствование технологии изготовления корпуса горного сверла ЭР14Д2М-12	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	18.02.2016 №947/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, техническое задание
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Совершенствование технологического процесса изготовления детали, расчет припусков на обработку, размерный анализ технологического процесса, выбор оборудования, расчет режимов резания и мощности оборудования.
Перечень графического материала	Чертеж детали, маршрутная карта, операционная карта, чертеж приспособления, размерная схема.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Козлов В.Н.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов О.Н.

Социальная ответственность	Гуляев М.В.
----------------------------	-------------

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.02.2016
--	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козлов В.Н.	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Дата	Подпись
з-4301	Масальский М.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-4301	Масальский Максим Николаевич

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТАМП</b>
<b>Уровень образования</b>	Специалист (инженер)	<b>Направление/специальность</b>	Технология машиностроения

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

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)</p>	<p>Рабочее место расположено в токарном участке, ОАО «ТЭМЗ»</p> <p>Технологический процесс изготовления корпуса горного сверла</p> <p>Возможные негативные факторы производственной среды:          Психофизиологические (СОЖ, Физические перегрузки: статические и динамические; перегрузки: умственное перенапряжение, монотонность труда эмоциональные перегрузки);          Шумы; вибрация, Острые кромки;</p> <p>Машиностроение оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды. Это связано с тем, что на различных этапах данного производства выделяется целый комплекс веществ, которые при попадании во внешнюю среду приводят к загрязнению атмосферного воздуха, водных объектов и почвы.</p>
---	--

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b>  1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации корпуса горного сверла:</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации корпуса горного сверла:</p>	<p>4.1. Производственная безопасность на предприятии ОАО «ТЭМЗ»; участок изготовления корпуса горного сверла</p> <p>Вредные факторы  1. Неудовлетворительные метеорологические условия.  2. Недостаточная освещенность  3. Повышенный уровень шума и вибрации.</p> <p>Опасные факторы  1. Вращающиеся части станков  2. Слабое и ненадежное крепление инструмента  3. Стружка  4. СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость)  5. Поражение электрическим током  6. Пожарная и взрывобезопасность</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>4.2. Экологическая безопасность  - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы)</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях  - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС  - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p>	<p>4.4. Обеспечение безопасности на предприятии  -ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».  -ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».  -ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».  -ГОСТ 14.004-83Машиностроительное производство по ПБ 10-382-00</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гуляев М.В.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4301	Масальский Максим Николаевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-4301	Масальский М.Н.

<b>Институт</b>	<b>ИК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТАМП</b>
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	151001 «Машиностроение»

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

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

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

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

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей):

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-4301	Масальский М.Н.		

## Аннотация

В дипломной работе проведен анализ исходных данных для проектирования. Проведен сравнительный анализ действующего и проектируемого технологического процесса изготовления детали «Корпус».

Приведен аналитический обзор решений и выбраны наиболее рациональные, которые можно применить в технологическом процессе.

Разработано усовершенствованное приспособление для сверлильной операции с ЧПУ.

В разделе "Социальная ответственность" произведён анализ организации рабочего места оператора станка с ЧПУ. Произведена оценка пожарной безопасности. Проведены расчеты вентиляции и освещенности на рабочем месте.

В разделе "Расчет технико-экономических показателей" рассчитана себестоимость продукции по статьям калькуляции.

Рассчитан экономический эффект от внедрения нового технологического процесса.

Список использованной при работе литературы содержит 24 наименования.

В целом дипломная работа состоит из пояснительной записки на 91-одном листе, графической части на 8-ти листах.

## Оглавление

Введение.....	6
1. Технологическая часть.....	7
1.1. Анализ детали корпус и её технологичность.....	7
1.2. Выбор исходной заготовки.....	7
1.3. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса.....	8
1.4. Построение расчётной схемы и графа технологических цепей.....	15
1.5. Определение допусков на технологические размеры и размеров.....	23
1.6. Определение режимов обработки.....	27
1.7. Расчёт основного времени.....	45
1.8. Определение вспомогательного штучного и штучно-калькуляционного времени.....	47
1.9. Сравнение двух переходов токарной и сверлильной операции.....	48
2. Конструкторская часть.....	49
2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на..... проектирование станочного приспособления.....	49
2.2. Разработка принципиальной расчётной схемы и компоновка приспособления.....	50
2.3. Описание конструкции и работы приспособления.....	51
2.4. Определение необходимой силы зажима.....	52
2.5. Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.....	56
2.6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления.....	57
2.7. Расчет точности приспособления.....	57
2.8. Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций.....	59
3. Социальная ответственность.....	60
3.1. Производственная безопасность.....	60
3.1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и	

эксплуатации корпуса горного сверла.....	60
3.1.1.1. Неудовлетворительные метеорологические условия.....	60
3.1.1.2 Недостаточная освещённость.....	61
3.1.1.3 Повышенные уровни шума и вибрации.....	61
3.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации корпуса горного сверла.....	64
3.1.2.1. Вращающиеся части станков.....	64
3.1.2.2. Слабое и ненадежное крепление инструмента.....	64
3.1.2.3. Стружка.....	65
3.1.2.4. Смазочно-охлаждающая жидкость.....	65
3.1.2.5. Поражение электрическим током.....	66
3.1.2.6. Пожарная взрывобезопасность.....	67
3.2. Экологическая безопасность.....	68
3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	72
3.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	74
4. Расчет технико-экономических показателей.....	78
4.1. Расчет штучно-калькуляционного времени на усовершенствованный технологический процесс.....	78
4.2. Расчет штучно-калькуляционного времени на заводской технологический процесс.....	78
4.3. Определение затрат на усовершенствованный технологический процесс.....	78
4.4. Определение затрат на заводской технологический процесс.....	82
4.5. Годовой экономический эффект.....	85
4.6. Сроки окупаемости.....	87
4.7 Построение графика безубыточности.....	87
Заключение.....	89
Литература.....	90

## **Введение**

Темой выпускной квалификационной работы является усовершенствование технологического процесса изготовления корпуса горного сверла ЭР14Д2М-12

Цель работы – на основе теоретических знаний в области проектирования технологических процессов (ТП) составить технологический процесс изготовления детали, на уровне с современными технологиями проектирования

В соответствии с этим решаются следующие задачи:

- изучение общих вопросов проектирования;
- создание технологии по проектированию ТП детали «Корпус»;
- проектирование специального приспособления для данного ТП.

При проектировании ТП было выполнено следующее: обоснован выбор заготовки, разработана маршрутно-операционная технология, определены технологические допуски, припуски на операционные размеры, выбрано оборудование, приспособления и инструмент.

В конструкторской части было разработано приспособление для сверлильной операции.

В организационно-экономическом разделе рассчитан эффект от усовершенствования ТП.

В заключительной части ВКР были рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности, разработаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

## **1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1 Анализ детали «КОРПУС» и её технологичность**

Чертёж детали представлен с достаточным количеством видов, разрезов и выносных элементов. Все необходимые размеры нанесены и защищены допусками. Допуски формы и расположения поверхностей в пределах поля допуска на размер. Шероховатости проставлены по старому ГОСТ. В целом чертеж выполнен правильно.

Корпус имеет достаточно сложную форму. Специального оборудования не требуется для обработки поверхностей.

К детали предъявлены сравнительно невысокие требования к точности размеров (до 9 качества) и шероховатости поверхностей (Ra 2,5).

Для увеличения производительности для всех токарных операций применяем станок с ЧПУ. При необходимости на некоторых операциях применяем специальный инфракрасный измерительный щуп для определения фактического положения заготовки на станке.

Корпус является жестким.

Учитывая написанное выше, приходим к выводу, что деталь технологична.

### **1.2 Выбор исходной заготовки**

Материал заготовки задан конструктором АК9 ГОСТ 1583-93.

Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования, требования к качеству готовой детали, экономичности изготовления. Существуют различные способы получения заготовок. Анализируя чертеж, отметим что деталь имеет сложную пространственную форму. Многие

поверхности не обрабатываются, следовательно в качестве заготовки необходимо выбрать литье.

Принимаем в качестве заготовки литье в металлические формы.

### **1.3 Разработка маршрута технологии изготовления корпуса**

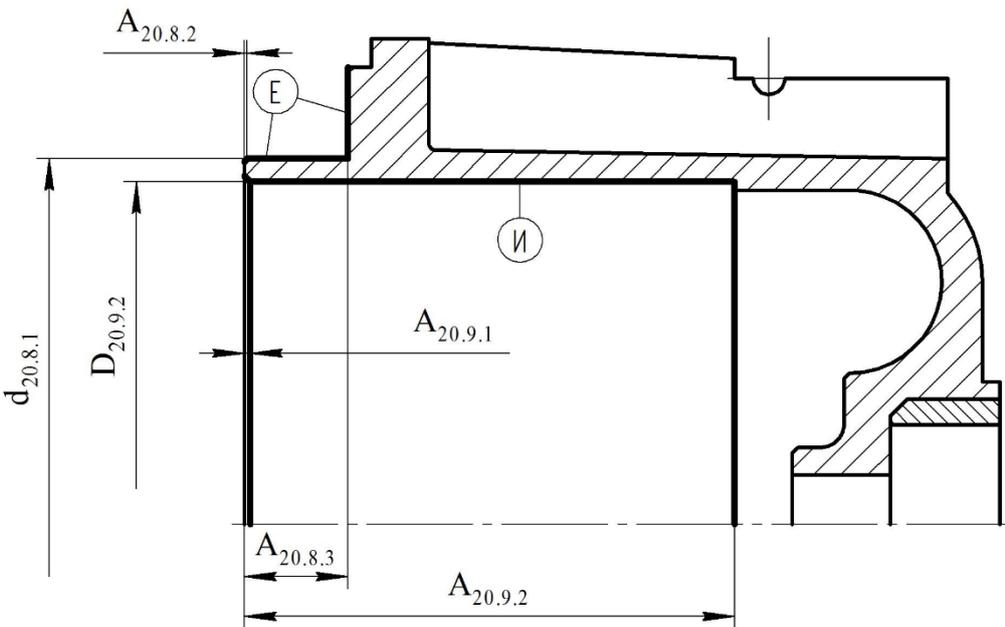
На текущем этапе анализируется движение заготовки по этапам технологического процесса для достижения конструкции, заданной по чертежу, с соблюдением всех требований на изделие. Маршрут изготовления на одну деталь может быть различен, в связи с тем, что, в первую очередь, на какой вид производства ориентируется изготовления детали, во-вторых, производство обладает или не обладает необходимым оборудованием в станочном парке, режущим инструментом, оснасткой и прочими технологическими возможностями. Так же при прочих равных условиях от маршрута изготовления зависит и экономическая сторона выбора последовательности изготовления, что существенно на предприятиях по серийному или массовому производству.

Опираясь на те факты, что требуемый выпуск продукции в год составит 5000 штук, и корпус не является уникальной в изготовлении деталью делаем вывод, что производство будет среднесерийным.

Маршрут представлен в табл.1.

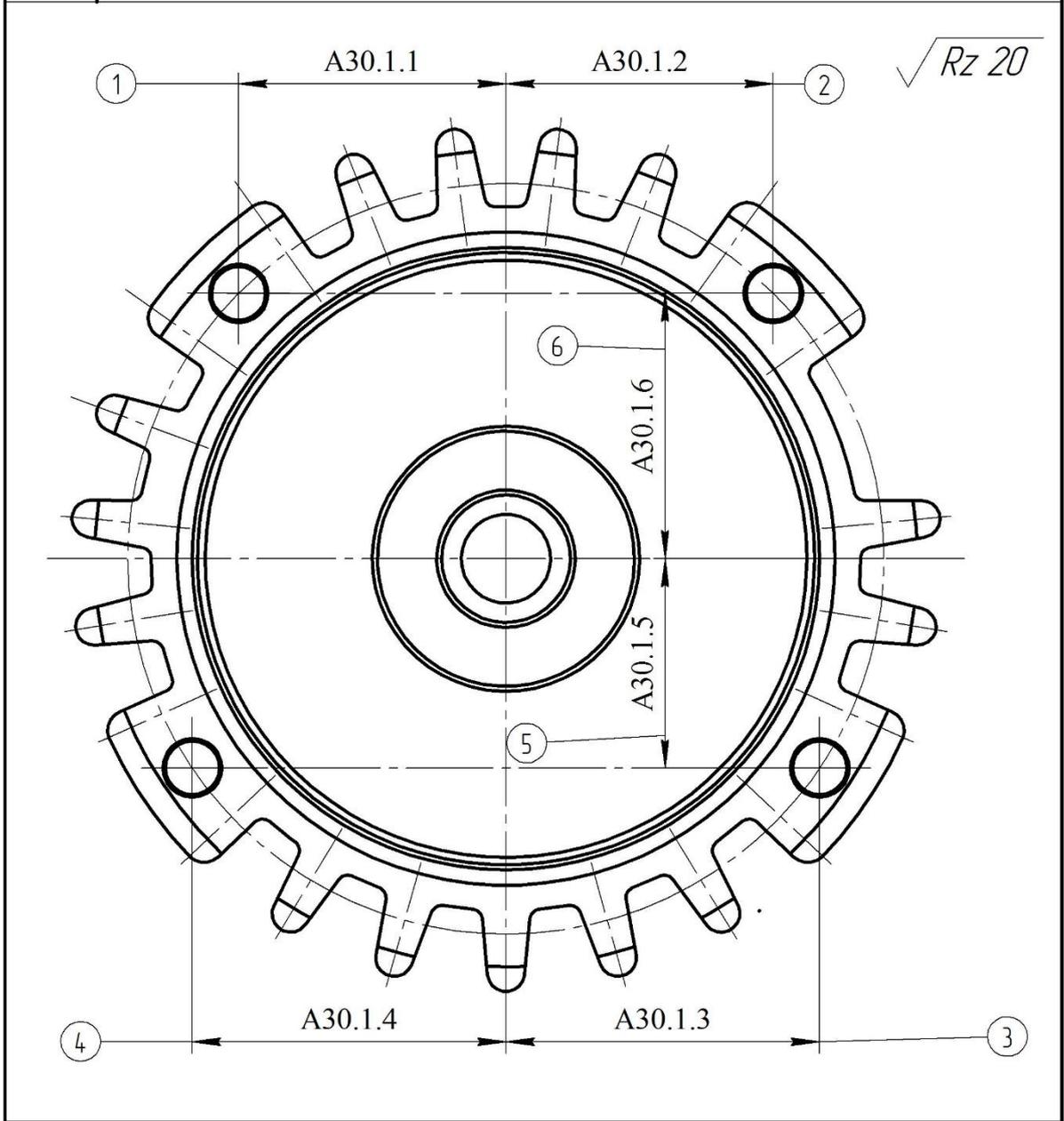
№	Наименование, эскиз
000	Заготовительная Отлить заготовку для ступицы материал СЧ15 ГОСТ 1412-79
005	Химическая очистка для последующей заливки алюминием
010	Заготовительная Установить ступицу в кокиль Залить корпус АК9 ГОСТ 1583-93
020	Токарная с ЧПУ Установ А 1. Подрезать торец Б,выдержав р-р А20.1 2. Точить поверхности А,выдержав р-р d20.2,А20.2 3. Расточить отверстие Г,выдержав р-р D20.3 4. Расточить отверстие В,выдержав р-р D20.4,А20.4
<p>Technical drawing showing a cross-section of a shaft-hub assembly. The drawing includes the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Surface finish: <math>\sqrt{Rz\ 40}</math></li> <li>Chamfer radii: <math>R_{20.1}</math> and <math>R_{20.4}</math></li> <li>Surface texture symbols: 4,5 and 3</li> <li>Diameters: <math>D_{20.3}</math>, <math>D_{20.4}</math>, and <math>d_{20.2}</math></li> <li>Axial distances: <math>A_{20.1}</math>, <math>A_{20.2}</math>, and <math>A_{20.4}</math></li> <li>Labels: A, B, G, V</li> </ul>	

№	Наименование, эскиз
	<p>Переустановка заготовки в противощпindelь</p> <p>5. Подрезать торец Д,выдержав р-р А<sub>20.5</sub></p> <p>6. Точить поверхности Е,Ж по контуру,выдержав р-р d<sub>20.6.1</sub>,А<sub>20.6.1</sub>,d<sub>20.6.2</sub>,А<sub>20.6.2</sub></p> <p>7. Расточить отверстие И,выдержав р-р D<sub>20.7</sub>,А<sub>20.7</sub></p>
	<p>Technical drawing showing dimensions and features of a mechanical part. Key dimensions and features include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensions: <math>d_{20.6.2}</math>, <math>d_{20.6.1}</math>, <math>D_{20.7}</math>, <math>A_{20.6.1}</math>, <math>A_{20.6.2}</math>, <math>A_{20.7}</math>, <math>A_{20.5}</math>, 1,2, 3, 4,5.</li> <li>Features: <math>\sqrt{Rz\ 40}</math>, chamfered edge (4,5).</li> <li>Labels: Д, Е, Ж, И, К.</li> </ul>

№	Наименование, эскиз
	<p>8. Точить поверхность Е окончательно, выдержав р-р <math>d_{20.8.1}, A_{20.8.2}, A_{20.8.3}</math></p> <p>9. Расточить отверстие И окончательно, выдержав р-р <math>A_{20.9.1}, D_{20.9.2}, A_{20.9.2}</math></p>
	<div style="text-align: right;"><math>\sqrt{Rz\ 40}</math></div>  <p>The drawing is a cross-sectional view of a mechanical component. It features a cylindrical section on the left with a diameter <math>d_{20.8.1}</math> and a larger diameter section on the right with diameter <math>D_{20.9.2}</math>. A hole, labeled 'И', is located in the larger diameter section, with a diameter dimension <math>A_{20.9.1}</math>. The total length of the part is <math>A_{20.9.2}</math>. A chamfered edge is shown on the left side with a chamfer angle <math>A_{20.8.2}</math> and a chamfer width <math>A_{20.8.3}</math>. A surface, labeled 'Е', is indicated on the chamfered edge. The drawing includes a surface texture symbol <math>\sqrt{Rz\ 40}</math> in the upper right corner.</p>

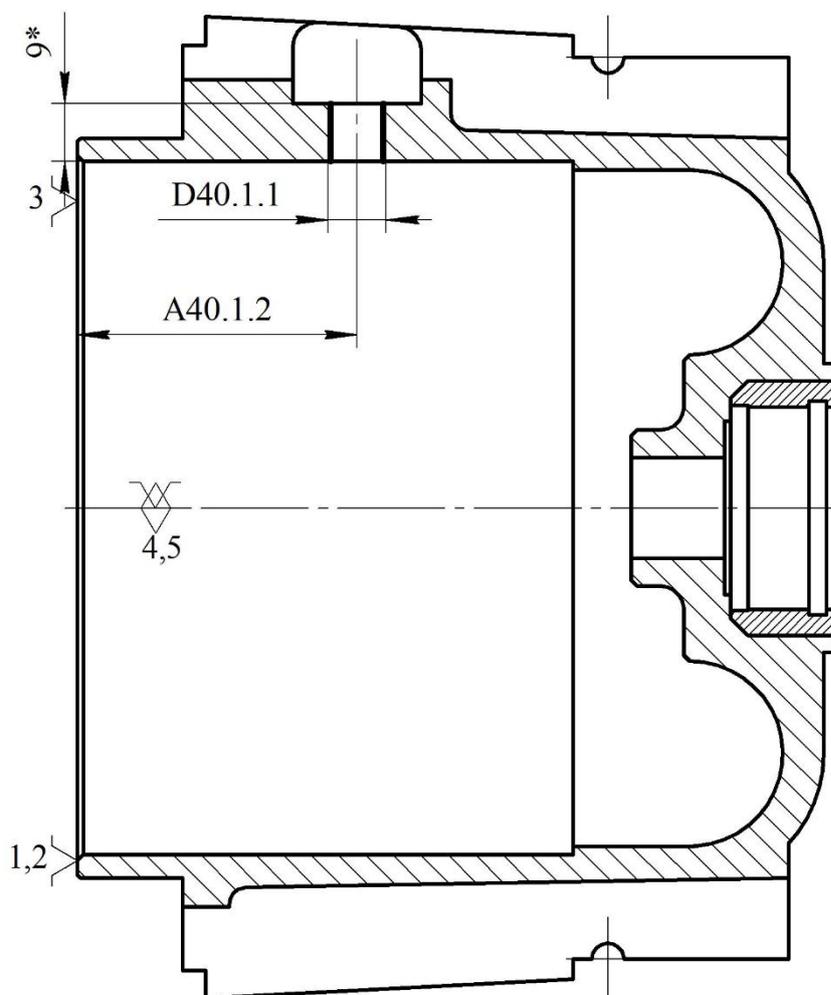
№	Наименование, эскиз
	<p>Переустановка заготовки в противопиндель</p> <p>10. Расточить по контуру отверстие,выдержав р-р <math>D_{20.10.1}, A_{20.10.2}, A_{20.10.3}, A_{20.10.4}</math></p> <p>11. Точить канавку Я,выдержав р-р <math>A_{20.11.1}, A_{20.11.2}, D_{20.11.3}</math>,</p> <p>12. Точить канавку Ю,выдержав р-р <math>D_{20.12.1}, A_{20.12.2}</math></p>
<div style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></div> <p>The drawing is a cross-sectional view of a mechanical component. It features a large central bore with diameter <math>D_{20.12.1}</math>. To the right, there is a smaller bore with diameter <math>D_{20.10.1}</math> and a groove with diameter <math>D_{20.11.3}</math>. Axial dimensions <math>A_{20.10.1}</math> through <math>A_{20.12.2}</math> specify the positions of these features. A chamfered edge with a <math>4,5</math> angle is shown on the left. Lead-in chamfers with radii <math>1,2</math> and <math>3</math> are also indicated. The surface texture is specified as <math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math>.</p>	

№	Наименование, эскиз
030	Вертикально- фрезерная с ЧПУ 1. Сверлить 4 отв. напроход,выдержав р-р А30.1.1.,А30.1.2,А30.1.3, А30.1.4



№	Наименование, эскиз
040	Вертикально-сверлильная с ЧПУ 1. Сверлить отверстие $\phi 8,7$ , выдержав р-р D40.1.1, A40.1.2 2. Нарезать резьбу M10-7H на проход, выдержав р-р D40.1.1, A40.1.2

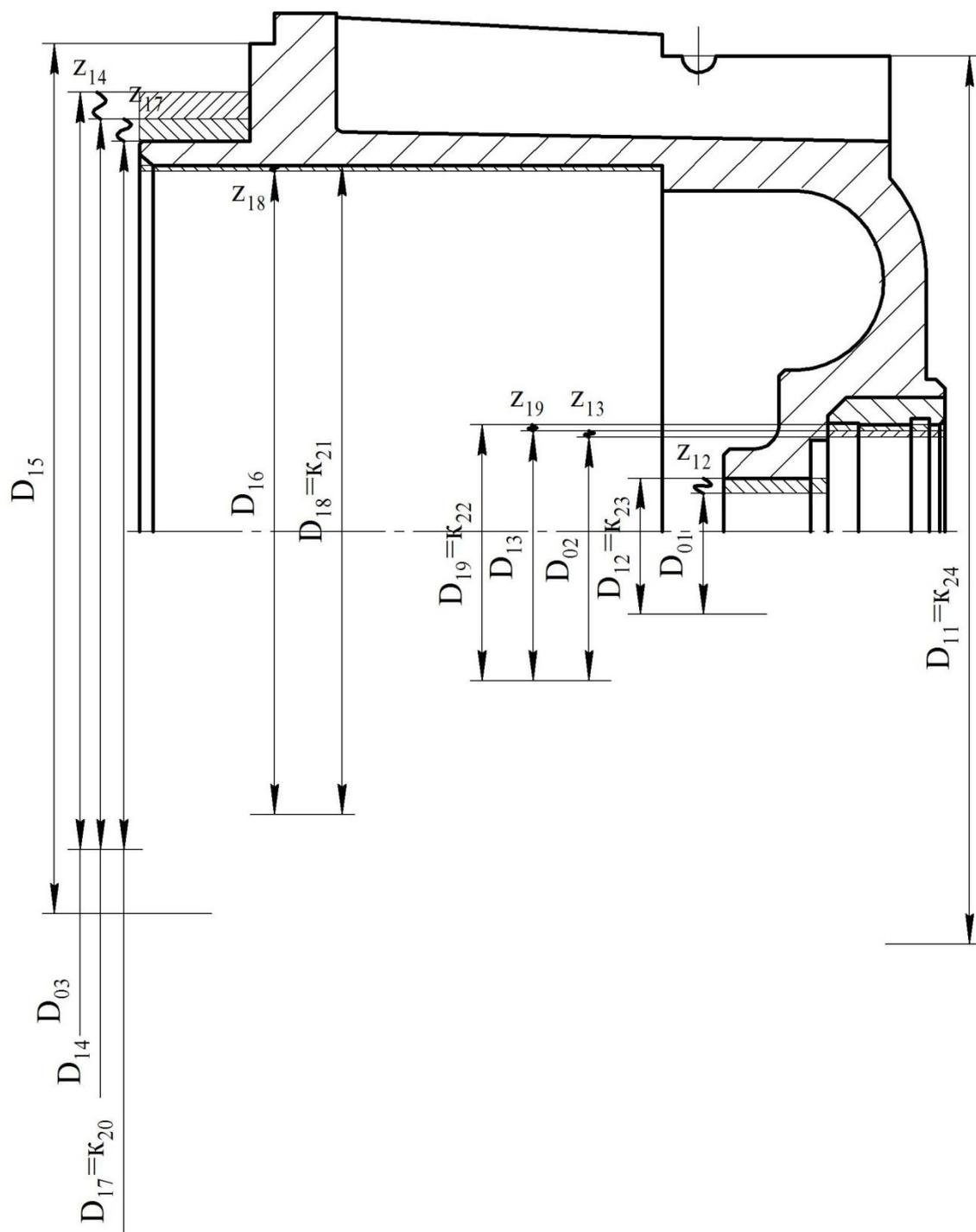
$\sqrt{Rz 20}$



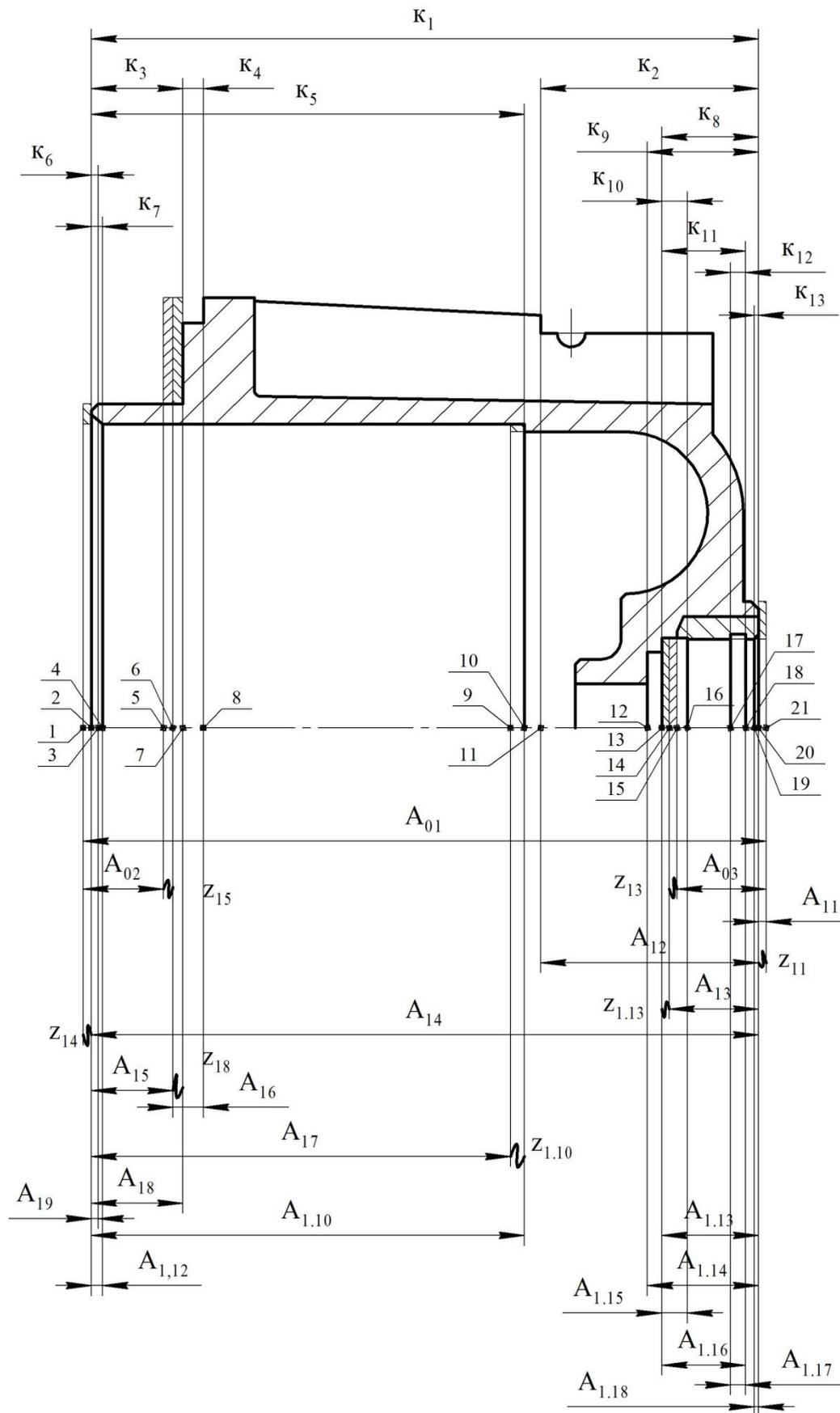
## **1.4 Построение расчётной схемы и графа технологических цепей**

Расчётная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия [3, стр. 21].

На основании маршрута изготовления корпуса, составляется размерная схема, которая представлена на рис. 2 и 3, и содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

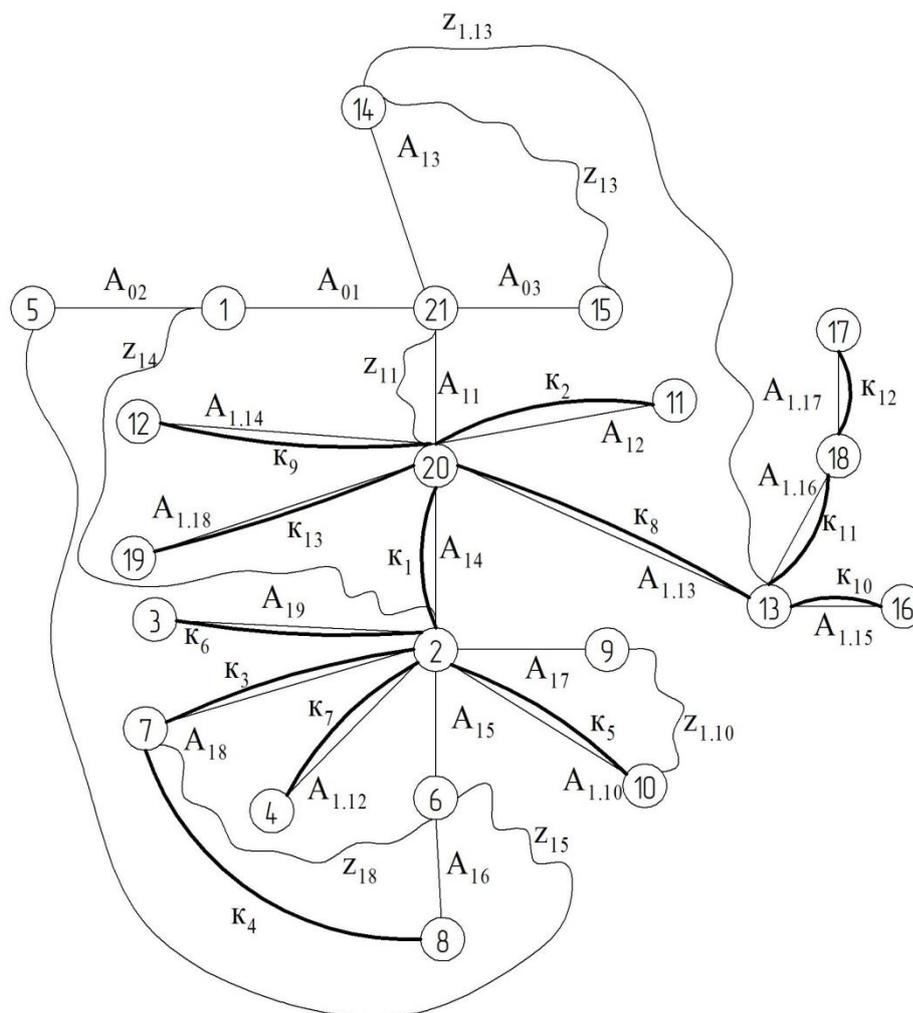


**Рис 2. Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса (диаметральное направление)**



**Рис 3. Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса (продольное направление)**

С целью облегчения составления размерных цепей в дальнейшем, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения графа подробно излагается в источнике [3, стр. 29]. Граф для продольной размерной схемы изготовления корпуса представлен на рис. 4.



**Рис 4. Граф технологических размерных цепей.**

### **Расчёт минимальных припусков $z_{\min}$ на обработку заготовки**

Как известно из [3] минимальный припуск на обработку должен быть таким, чтобы его удаления было достаточно для обеспечения требуемой точности детали и её заданного качества поверхностного слоя.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [1, стр. 47]:

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

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

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

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

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\varepsilon_{yi}$  - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

В свою очередь:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{Pi-1}^2 + \rho_{\Phi i-1}^2}, \quad (2)$$

где  $\rho_{Pi-1}^2$  - погрешность расположения обрабатываемой поверхности, возникшая на предыдущем переходе, мкм;

$\rho_{\Phi i-1}^2$  - погрешность формы обрабатываемой поверхности с предыдущего перехода.

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [1, стр. 47]:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (3)$$

где  $\rho_{i-1} = \rho_{Pi-1} + \rho_{\Phi i-1}$ .

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (1) и сводим их в таблицу 2.

Методика заполнения таблицы припусков : для каждого припуска в этой же строке вписываем в столбцы

1- Шероховатость Rz поверхности до снятия припуска

- 2- Дефектный слой  $T$  поверхности **до снятия припуска**
- 3- Кривизну заготовки  $\rho$  **до снятия припуска**
- 4- Погрешность установки  $\varepsilon$  **на выполняемом переходе**

В результате расчет минимального припуска сводится к простому складыванию значений в каждой строке (для продольных) или рассчитывается по формуле (5) для радиальных.

При определении продольных припусков в качестве  $\rho$  выбираем отклонение от перпендикулярности, торцовое биение. Параметры шероховатости, величины дефектного слоя и погрешность установки в трехкулачковом патроне выбираем из соответствующих таблиц приложений [3].

#### **Продольные припуски**

**Припуск  $Z_{11}$ :** шероховатость торца литой заготовки  $Rz=150$  мкм, дефектный слой  $T=200$  мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{13}$ :** шероховатость торца литой заготовки  $Rz=150$  мкм, дефектный слой  $T=200$  мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{14}$ :** шероховатость торца литой заготовки  $Rz=150$  мкм, дефектный слой  $T=200$  мкм, кривизна 300 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{15}$ :** шероховатость торца литой заготовки  $Rz=150$  мкм, дефектный слой  $T=200$  мкм, кривизна 300 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{18}$ :** шероховатость заготовки после точения  $Rz=40$  мкм, дефектный слой  $T=50$  мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{1.10}$ :** шероховатость заготовки после точения  $Rz=40$  мкм, дефектный слой  $T=50$  мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{1.13}$ :** шероховатость заготовки после точения  $R_z=40$  мкм, дефектный слой  $T=50$  мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Расчет продольных припусков на обработку. Таблица 2**

	$R_z$	T	$\rho$	$\epsilon$	$Z_{\min}$
$Z_{11}$	150	200	200	-	550
$Z_{13}$	150	200	200	-	550
$Z_{14}$	150	200	300	-	650
$Z_{15}$	150	200	300	-	650
$Z_{18}$	40	50	200	-	290
$Z_{1.10}$	40	50	200	-	290
$Z_{1.13}$	40	50	100	-	190

**Продольные припуски**

$$Z_{11}=150+200+200=550 \text{ мкм}$$

$$Z_{13}=150+200+200=550 \text{ мкм}$$

$$Z_{14}=150+200+300=650 \text{ мкм}$$

$$Z_{15}=150+200+300=650 \text{ мкм}$$

$$Z_{18}=40+50+200=290 \text{ мкм}$$

$$Z_{1.10}=40+50+200=290 \text{ мкм}$$

$$Z_{1.13}=40+50+100=190 \text{ мкм}$$

## Радиальные припуски

**Таблица 3.** Расчет припусков и предельных радиальных размеров по технологическим переходам на обработку поверхностей

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Расчетанный размер $d_p$ , мм	Допуск Т, мкм	Предельный размер, мм	
	Rz	T	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$
Поверхность $\varnothing 35_{-0,008}^{+0,018}$ (отверстие)									
Литье	150	200	150	---	-	$31^{+1,4}$	1400	31	32,4
Точение	40	50	80	400	1600 (Z <sub>13</sub> )	$34,2^{+0,3}$	300	34,2	34,5
Чистовое точение	10	15	30	70	400 (Z <sub>19</sub> )	$35_{-0,008}^{+0,018}$	36	34,992	35,018
Поверхность $\varnothing 128_{-0,09}^{-0,05}$ (вал)									
Литье	150	200	200	-	-	$131,5_{-1,4}$	1400	130,1	131,5
Точение	40	50	140	70	1100 (Z <sub>14</sub> )	$128,7_{-0,3}$	300	128,4	128,7
Чистовое точение	10	15	30	0	460 (Z <sub>17</sub> )	$128_{-0,09}^{-0,05}$	40	127,91	127,95
Поверхность $\varnothing 120_{-0,03}^{+0,07}$ (отверстие)									
Точение	40	50	120	-	-	$119^{+0,3}$	300	119	119,3
Чистовое точение	10	15	30	0	440 (Z <sub>18</sub> )	$120_{-0,03}^{+0,07}$	110	119,97	120,07
Поверхность $\varnothing 17,4^{+0,7}$ (отверстие)									
Литье	150	200	150	-	-	$14^{+1,4}$	1400	14	15,4
Точение	40	50	80	400	1600 (Z <sub>12</sub> )	$17,4^{+0,7}$	700	17,4	18,1

## 1.5 Определение допусков на технологические размеры и размеров.

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допускаемое отклонение на литую заготовку ( $TD_0 = 1,4$  мм). Допуски размеров, получаемые на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности.

Допуски на диаметральные размеры могут быть приняты равными статистической погрешности:  $TD_i = \omega_{c_i}$

Для черновых операций это соответствует 11 качеству, для чистовых 10 качеству. Для размеров выдерживаемых непосредственно приравняем допуск к допуску конструкторского размера.

Расширяем допуски на диаметральные технологические размеры:

$$TD_{12} = 0,7 \text{ мм};$$

$$TD_{16} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TD_{19} = 0,026 \text{ мм};$$

$$TD_{17} = 0,04 \text{ мм};$$

$$TD_{13} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TD_{14} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TD_{18} = 0,04 \text{ мм};$$

Допуски на осевые размеры

Для размеров между обработанной поверхностью и измерительной базой

$$TA = \omega + \rho_{\text{и}}$$

Определяем:

$$TA_{14} = \omega_{c_{14}} + \rho_{\text{и}} = 0,10 + 0,3 = 0,4 \text{ мм};$$

В остальных случаях значение  $\rho_{\text{и}}$  принимаем равным нулю

$$TA_{11} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{19} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{12} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{1.10} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{13} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{1.12} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{15} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.13} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{16} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.14} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{17} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{1.15} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{18} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.16} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{1.17} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.18} = 0,4 \text{ мм};$$

Расчет технологических размеров сводим в таблицу 3.

Расчет технологических размеров (продольное направление)

Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равносоответствующим технологическим размерам

$$A_{14}=K_1=131\pm 0,2 \quad A_{1.16}=K_{11}=16,5^{+0,4}$$

$$A_{12}=K_2=46_{-0,4} \quad A_{1.17}=K_{12}=3_{-0,2}$$

$$A_{18}=K_3=18\pm 0,1 \quad A_{1.18}=K_{13}=0,5\pm 0,2$$

$$A_{1.10}=K_5=85^{+0,2}$$

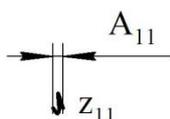
$$A_{19}=K_6=1\pm 0,2$$

$$A_{1.12}=K_7=1\pm 0,2$$

$$A_{1.13}=K_8=19_{-0,2}$$

$$A_{1.14}=K_9=20_{-0,4}$$

$$A_{1.15}=K_{10}=3_{-0,2}$$



Определение технологического размера  $A_{11}$

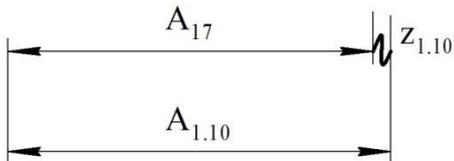
$$A_{11}^c = Z_{11}^c$$

$$Z_{11}^c = Z_{11}^{\min} + TA_{11}$$

$$Z_{11}^c = 0,55 + 0,4 = 0,95$$

$$A_{11}^c = 1$$

$$A_{11} = 1 \pm 0,2$$



Определение технологического размера  $A_{17}$

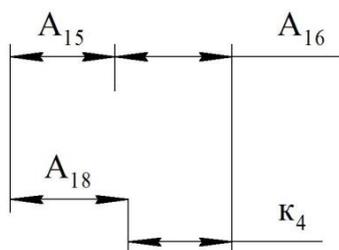
$$A_{17}^c = A_{1.10}^c - Z_{1.10}^c$$

$$Z_{1.10}^c = Z_{1.10}^{\min} + \frac{TA_{1.10} + TA_{17}}{2}$$

$$Z_{1.10}^c = 0,29 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 0,59$$

$$A_{17}^c = 85,1 - 0,59 = 84,51$$

$$A_{17} = 84,5 \pm 0,2$$



Определение технологического размера  $A_{16}$

замыкающим звеном является конструкторский размер  $K_4$ , необходимо, чтобы соблюдалось условие

$$TK_4 > \sqrt{TA_{15}^2 + TA_{16}^2 + TA_{18}^2}$$

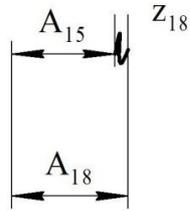
$$0,4 > \sqrt{0,2^2 + 0,2^2 + 0,2^2}$$

$$K_4 = 4 \pm 0,2 \quad K_4^c = A_{15}^c + A_{16}^c - A_{18}^c$$

$$A_{16}^c = A_{18}^c + K_4^c - A_{15}^c = 18 + 4 - 17,5 = 4,5$$

$$A_{16} = 4,5 \pm 0,1$$

Расчет технологических размеров (продольное направление)



Определение технологического размера  $A_{15}$

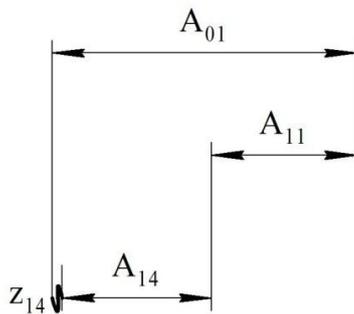
$$A_{15}^c = A_{18}^c - Z_{18}^c$$

$$Z_{18}^c = Z_{18}^{\min} + \frac{TA_{18} + TA_{15}}{2}$$

$$Z_{18}^c = 0,29 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,49$$

$$A_{15}^c = 18 - 0,49 = 17,51$$

$$A_{15} = 17,5 \pm 0,1$$



Определение технологического размера  $A_{01}$   
замыкающим звеном является припуск  $Z_{14}$

$$Z_{14} = A_{01} - A_{11} - A_{14}$$

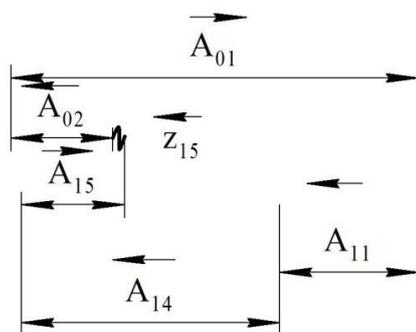
$$A_{01}^c = A_{11}^c + A_{14}^c + Z_{14}^c$$

$$Z_{14}^c = Z_{14}^{\min} + \frac{TA_{01} + TA_{11} + TA_{14}}{2}$$

$$Z_{14}^c = 0,65 + \frac{1,4 + 0,4 + 0,4}{2} = 1,75$$

$$A_{01}^c = 1 + 131 + 1,75 = 133,75$$

$$A_{01} = 134,5_{-1,4}$$



Определение технологического размера  $A_{02}$   
замыкающим звеном является припуск  $Z_{15}$

$$Z_{15} = A_{01} + A_{15} - A_{11} - A_{14} - A_{02}$$

$$A_{02}^c = A_{01}^c + A_{15}^c - Z_{15}^c - A_{11} - A_{14}$$

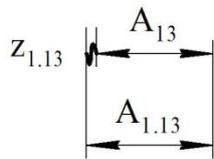
$$Z_{15}^c = Z_{15}^{\min} + \frac{TA_{01} + TA_{15} + TA_{11} + TA_{14} + TA_{02}}{2}$$

$$Z_{15}^c = 0,65 + \frac{1,4 + 0,2 + 0,4 + 0,4 + 1,4}{2} = 2,55$$

$$A_{02}^c = 133,8 + 17,5 - 2,55 - 1 - 131 = 16,75$$

$$A_{02} = 16 \pm 0,7$$

Расчет технологических размеров (продольное направление)



Определение технологического размера  $A_{13}$

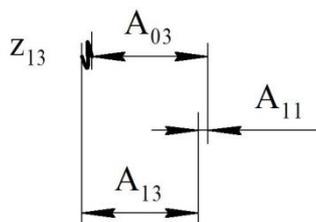
$$A_{13}^c = A_{1.13}^c - Z_{1.13}^c$$

$$Z_{1.13}^c = Z_{1.13}^{\min} + \frac{TA_{13} + TA_{1.13}}{2}$$

$$Z_{1.13}^c = 0,19 + \frac{0,4 + 0,2}{2} = 0,49$$

$$A_{13}^c = 18,9 - 0,49 = 18,41$$

$$A_{13} = 18,4 \pm 0,2$$



Определение технологического размера  $A_{03}$   
 замыкающим звеном является припуск  $Z_{13}$

$$Z_{13} = A_{13} + A_{11} - A_{03}$$

$$A_{03}^c = A_{13}^c + A_{11}^c - Z_{13}^c$$

$$Z_{13}^c = Z_{13}^{\min} + \frac{TA_{13} + TA_{11} + TA_{03}}{2}$$

$$Z_{13}^c = 0,55 + \frac{0,4 + 0,4 + 1,4}{2} = 1,65$$

$$A_{03}^c = 18,4 + 1 - 1,65 = 17,75$$

$$A_{03} = 17 \pm 0,7$$

## 1.6 Определение режимов обработки

Расчет проводим используя сайт

<http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/toolselector.aspx>

Вводим исходные данные и получаем результат по инструменту и режимам резания

### **Технические характеристики станка Mazak**

Увеличить

Спецификация		PMЦ -
Параметры заготовки	Максимально устанавливаемый диаметр	<b>320</b> мм
	Максимально обрабатываемый диаметр	<b>254</b> мм
	Максимальный диаметр прутка (в зависимости от типа патрона)	<b>51</b> мм
	Максимально обрабатываемая длина	<b>150</b> мм
Главный шпиндель	Размер патрона	<b>200</b> мм
	Максимальная частота вращения	<b>6000</b> об/мин
	Максимальная мощность (30 мин. цикл)	<b>11</b> кВт / <b>15.0</b> л.с.
Второй шпиндель	Размер патрона	<b>200</b> мм
	Максимальная частота вращения	<b>6000</b> об/мин
	Максимальная мощность (30 мин. цикл)	<b>11</b> кВт / <b>15.0</b> л.с.
Верхняя револьверная головка	Количество инструмента	<b>24</b>
Перемещения по осям	Ось X	<b>230</b> мм
	Ось X2	<b>230</b> мм
	Ось Z	<b>500</b> мм
	Ось Z2	<b>500</b> мм

## Технические характеристики Фрезерований с ЧПУ XD40A

Наименование характеристики	Значение характеристики
Система ЧПУ	Fanuc 0i-mate MC
Размеры стола, мм (длина x ширина)	800x420
Максимальная масса заготовки, кг	300
Перемещение по оси X, мм	600
Перемещение по оси Y, мм	420
Перемещение по оси Z, мм	520
Расстояние между торцом шпинделя и столом, мм	150~670
Скорость быстрых перемещений X/Y/Z, м/мин	24/24/24
Скорость вращения шпинделя, об/мин	1~8000
Мощность шпинделя, кВт	7.5/11
Конус шпинделя	BT40 (7:24)
Максимальный вес инструмента, кг	6
Максимальный диаметр инструмента, мм	100/150
Точность позиционирования, мм	X:0,020; Y,Z:0,016
Повторяемость, мм	X:0,008; Y,Z:0,006
Внешний подвод сжатого воздуха, атм	5
Габариты станка (ДxШxВ), мм	2280x2170x2780
Вес станка, кг	4000

## Токарная операция 010 (переход 1)

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 785 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 5000 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0.6 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=4.53 \text{ кВт}$$

Инструмент

Державка CoroTurn® 107 SRDCN 2020K 10-A  
пластина RCGX 10 T3 M0-AL H10



**Для сравнения рассчитываем режимы обработки российским инструментом**

Инструмент – резец подрезной Р6М5

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Диаметр обрабатываемой поверхности  $d=50$  мм.

2. Глубина резания:  $t= z^C = 1$  мм.

3. Поперечная подачу выбираем по табл. 11 [2,Т.2,стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$S = 0,6$  мм/об.

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 328$ ;  $m = 0,28$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,5$

– определены по табл. 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ}$$

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

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

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

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

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

Значение коэффициента  $K_{\Gamma}$  и показатель степени  $n_V$  для материала

инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из АК-9 берем

из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости  $K_{\Gamma} =$

$$1, n_V = 1$$

$$K_{MV} = 1 \times \left( \frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности  $K_{ПВ} = 0,8$ ;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента  $K_{ИВ} = 1,15$ .

$$K_V = 0,882 \times 0,8 \times 1,15 = 0,812$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,812}{60^{0,28} \times 1^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 110 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{110}{3,14 \times 50} = 700 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 40$ ;  $n = 0$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$  – определены по табл. 22 [2,Т.2,стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы:  $t = z_{\max} = 1,4 \text{ мм}$ .

Коэффициент  $K_p$ :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9,23 [2,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 1,4^1 \times 0,6^{0,75} \times 110^0 \times 1,0 = 380 \text{ Н}$$

7. Мощность резания:

$$N = P_Z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 380 \times \frac{110}{1000 \times 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,7 / 0,85 = 0,82 \text{ кВт.}$$

## **Токарная операция 010 (переход 2)**

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 2000 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 4100 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

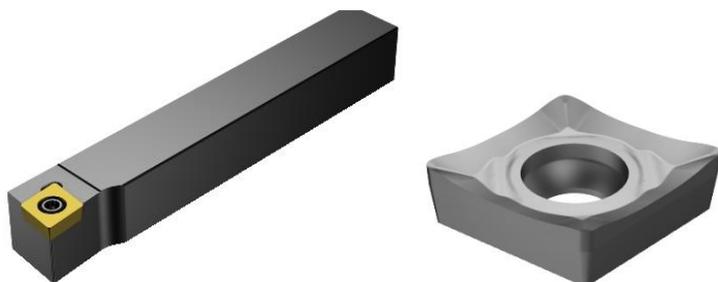
$$f_n = 0.2 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N = 6.11 \text{ кВт}$$

Инструмент

Державка CoroTurn® 107 QS-SCLCR1616E09  
пластина CCGX 09 T3 04-AL H10



**Токарная операция 010 (переход 3)**

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 328 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 6000 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0.2 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=0,78 \text{ кВт}$$

Инструмент

Державка CoroTurn® 107 A10K-STFCR 09-R  
пластина TCGX 09 02 04-AL H10



**Токарная операция 010 (переход 4)**

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 640 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 6000 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

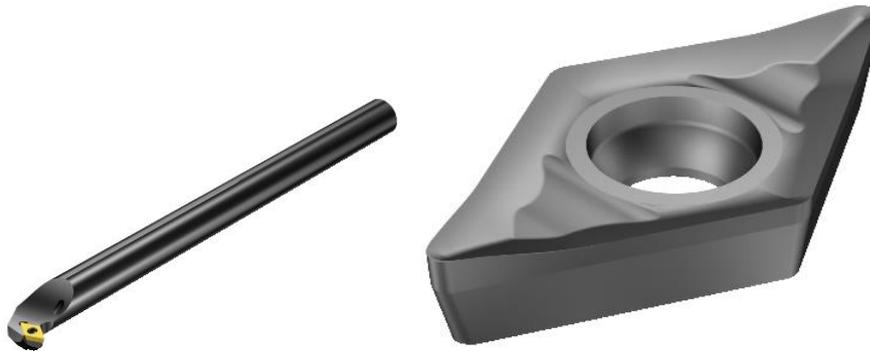
$$f_n = 0.4 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=2.6 \text{ кВт}$$

Инструмент

Державка CoroTurn® 107 A20S-SDXCR 11-R  
пластина DCGX 11 T3 08-AL H10



### **Токарная операция 010 (переход 5)**

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 2000 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 4800 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0.4 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=8.11 \text{ кВт}$$

Инструмент

Державка CoroTurn® 107 SRDCN 2020K 10-A  
пластина RCGX 10 T3 M0-AL H10



### **Токарная операция 010 (переход 6)**

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 2000 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 3700 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

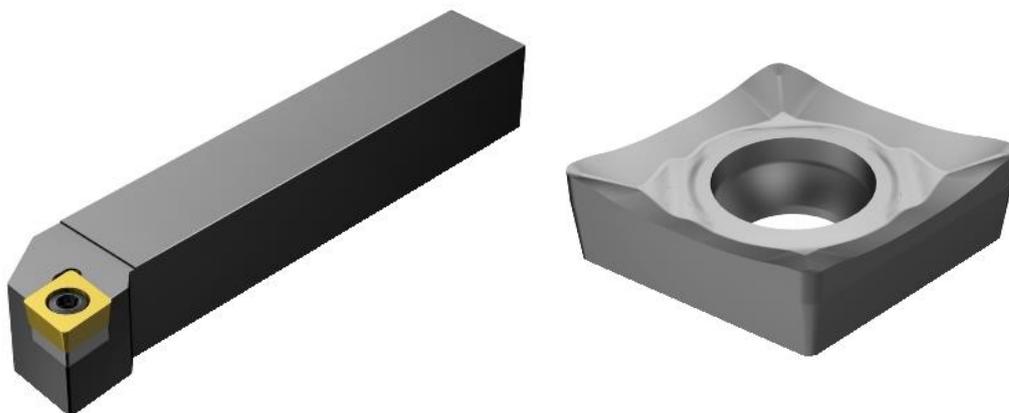
$$f_n = 0.2 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=6.11 \text{ кВт}$$

Инструмент Державка CoroTurn® 107 SCLCR 2020K 12

пластина CCGX 12 04 04-AL H10



## Токарная операция 010 (переход 7)

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 2000 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 5300 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0.3 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=5.78 \text{ кВт}$$

Инструмент

Державка CoroTurn® 107 E16R-STFCR 11-R  
пластина TCGX 11 02 08-AL H10



## Токарная операция 010 (переход 8)

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 2000 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 3900 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

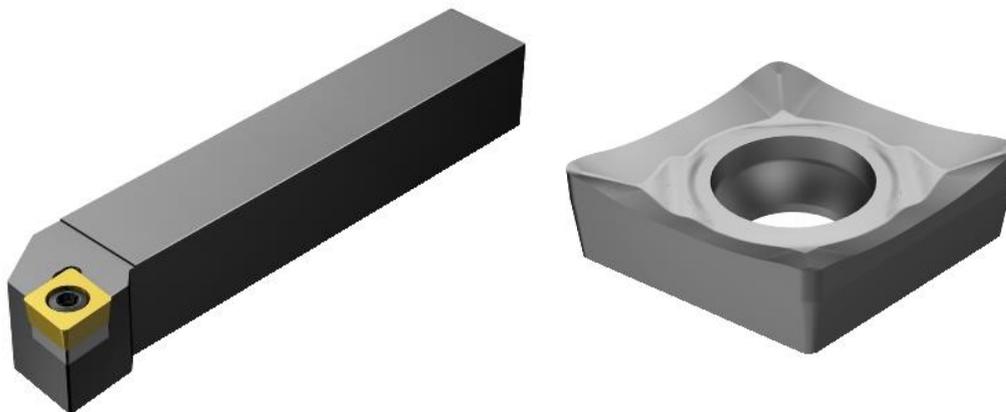
$$f_n = 0.18 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=5.71 \text{ кВт}$$

Инструмент

Державка CoroTurn® 107 SCLCR 2020K 12  
пластина CCGX 12 04 04-AL H10



**Токарная операция 010 (переход 9)**

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 2000 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 5300 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0.12 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=2.88 \text{ кВт}$$

Державка CoroTurn® E16R-SVUCR 11-ER  
пластина VCGX 11 03 02-AL H10



### **Токарная операция 010 (переход 10)**

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 600 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 5400 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0.25 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=2.4 \text{ кВт}$$

Державка CoroTurn® A12M-STFCR 11-RB1  
пластина TCGX 11 03 08-AL H10



### Токарная операция 010 (переход 11, 12)

Станок Mazak dual turn 20

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 156 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1420 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0.08 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$
 Расточная оправка CoroCut® 1-2 для обработки канавок

RAG123G06-20B пластина N123G2-0300-0002-GF 1125



### Сверлильная операция 020 (переход 1)

Станок XD-40А

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 255 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 7300 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0.33 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=2.88 \text{ кВт}$$

Инструмент

Твердосплавное сверло CoroDrill® 460 ,460.1-1100-033A1-ХМ GC34



**Для сравнения рассчитываем режимы обработки российским  
Инструментом**

Инструмент – сверло Р6М5 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Диаметр сверла  $d=11$  мм.

2. Глубина резания:  $t= d/2= 5,5$  мм.

3. Подача по табл. 25 [2,Т.2,стр.277]:

$$S= 0,4 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=20$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 40,7$ ;  $m = 0,2$ ;  $q = 0,125$ ;  $y = 0,55$

– определены по табл. 28 [2,Т.2,стр.278].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{ИВ}$$

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

$K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

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

По табл. 1,5,6 [2,Т.2,стр.261]:

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

Значение коэффициента  $K_{\Gamma}$  и показатель степени  $n_V$  для материала инструмента из Р6М5 при обработке заготовки из АК9 ГОСТ 1583-93 берем из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости  $K_{\Gamma} = 1$

$$n_V = 1$$

$$K_{MV} = 1 \times \left( \frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, учитывающий глубину сверления  $K_{IV} = 1$ ;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента  $K_{ИВ} = 1,15$ .

$$K_V = 0,882 \times 1 \times 1,15 = 1,015$$

Скорость резания,

$$V = \frac{40,7 \times 11^{0,125} \times 1,015}{20^{0,2} \times 0,4^{0,55}} = 51 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{51}{3,14 \times 11} = 1400 \text{ об/мин}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

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

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,005$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$  – определены по табл. 32 [2,Т.2,стр.281].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP}$$

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Крутящий момент,:

$$M_{кр} = 10 \times 0,005 \times 11^2 \times 0,4^{0,8} \times 1,1 = 3,19 \text{ Нм}$$

7. Мощность резания:

$$N = M_{кр} \times \frac{n_{\phi}}{9750} = 3,19 \times \frac{1400}{9750} = 0,45 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N/\eta = 0,45/0,85 = 0,53 \text{ кВт.}$$

### **Сверлильная операция 030 (переход 1)**

Станок XD-40A

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 218 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 8000 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 0,33 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N = 2,88 \text{ кВт}$$

Инструмент

Твердосплавное сверло CoroDrill® 460

460.1-0870-065A1-ХМ GC34



### **Сверлильная операция 030 (переход 2)**

Станок XD-40А

Обрабатываемый материал – АК9 ГОСТ 1583-93

1. Скорость резания [10]:

$$V = 66 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 2100 \text{ об/мин}$$

3. Подача на оборот

$$f_n = 1,5 \text{ мм/об}$$

4. Мощность резания

$$N=1,04 \text{ кВт}$$

Инструмент Метчик-раскатчик CoroTap™ 400 E305M10



## 1.7 Расчет основного времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин}$$

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{СХ}$$

где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_B$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{ПБ}$  – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем:  $l_{ПБ} = 1$  мм.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S),$$

Величины врезания на операциях определяем из соответствующих таблиц 2-

12

[1, стр621]

### Основное время для 010 токарной операции:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (12 + 2 + 1) \cdot 1 / (5000 \cdot 0,6) = 0,005 \text{ мин.}$$

*обработка Российским инструментом*

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (12 + 2 + 1) \cdot 1 / (700 \cdot 0,6) = 0,035 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (46 + 2 + 1) \cdot 1 / (4200 \cdot 0,2) = 0,06 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (20 + 2 + 1) \cdot 1 / (6000 \cdot 0,2) = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (30 + 2 + 1) * 1 / (6000 * 0,4) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (8 + 2 + 1) * 1 / (4800 * 0,4) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (43 + 2 + 1) * 1 / (3700 * 0,2) = 0,06 \text{ мин.}$$

переход 7:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (88 + 2 + 1) * 1 / (5300 * 0,3) = 0,06 \text{ мин.}$$

переход 8:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (34 + 2 + 1) * 1 / (3900 * 0,18) = 0,06 \text{ мин.}$$

переход 9:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (86 + 2 + 1) * 1 / (5300 * 0,12) = 0,14 \text{ мин.}$$

переход 10:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (28 + 2 + 1) * 1 / (5400 * 0,25) = 0,03 \text{ мин.}$$

переход 11:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (1 + 0) * 1 / (1420 * 0,08) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 12:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (1 + 0) * 1 / (1420 * 0,08) = 0,01 \text{ мин.}$$

### **Основное время для 030 сверлильной операции:**

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (14 + 5) * 4 / (7300 * 0,33) = 0,03 \text{ мин.}$$

*обработка Российским инструментом*

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (14 + 5) * 4 / (1400 * 0,4) = 0,14 \text{ мин.}$$

### **Основное время для 040 сверлильной операции:**

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (10 + 4) * 1 / (8000 * 0,33) = 0,06 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (10 + 3) * 1 / (2100 * 1,5) = 0,01 \text{ мин.}$$

## 1.8 Определение вспомогательного $T_B$ , штучного $T_{шт}$ и штучно-калькуляционного $T_{шт-к}$ времени

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

где  $T_{у.с.}$  - время установки и снятия детали;  
 $T_{з.о}$  - время закрепления и открепление детали;  
 $T_{уп}$  - время на управления станком;  
 $T_{из}$  - время на измерение.

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}$$

где  $T_0$  - основное время;  
 $T_{тех}$  - время на техническое обслуживание рабочего места;  
 $T_{орг}$  - время на организационное обслуживание рабочего места;  
 $T_{от}$  - время на отдых.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п.з} / n$$

где  $T_{п.з}$  - подготовительно-заключительное время;  
 $n$  – число деталей в пробной партии;

$$n = \frac{N}{12} = \frac{5000}{12} = 416$$

Нормативы времени для среднесерийного производства.

По табл. 5 [5,стр.197].

Операция 020 (токарная)

$$T_B = 0,2 + 0,3 + 1,45 + 4 = 5,95 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,48 + 5,95 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 9,03 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 9,03 + 13/416 = 9,05 \text{ мин}$$

Операция 030 (сверлильная)

$$T_B = 0,15 + 0,1 + 1,1 + 0,8 = 2,15 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,03 + 2,15 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 4,78 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 4,78 + 10/416 = 4,8 \text{ мин}$$

Операция 040 (сверлильная)

$$T_B=0,2+0,25+1,3+0,2=1,95 \text{ мин}$$

$$T_{шт}=0,07+1,95+2,5+0,014+0,084=4,62 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к}=4,62+10/416=4,64 \text{ мин}$$

### 1.9 Сравнение двух переходов токарной и сверлильной операции

	Параметры обработки (инструмент sandvik)				Параметры обработки (инструмент Российский)			
	V, м/мин	n, об/мин	S, мм/об	T <sub>о</sub> , мин	V, м/мин	n, об/мин	S, мм/об	T <sub>о</sub> , мин
020 переход 1	785	5000	0,6	0,005	110	700	0,6	0,035
030 переход 1	255	7300	0,33	0,03	51	1400	0,4	0,14

Сравнивая данные в таблице видно, что при использовании инструмента Sandvik основное время уменьшается в 4,5-7 раз. Это достигается за счет более высоких скоростей обработки.

## 2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 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[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для обработки четырех отверстий в заготовке (корпус) на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели XD-40А (операция 020);
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки корпуса;
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки цилиндра, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров пазов и их положения относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; время установки заготовки не должно превышать 0,05 мин; рост производительности труда на данной операции на 10...15%;
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийный; программа выпуска – 5000 шт. в год; Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку XD-40А; Регулирование конструкции приспособления не допускается Время закрепления заготовки не более 0,05 мин.;

	<p>Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%;</p> <p>Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию 070:  наружный присоединительный диаметр заготовки <math>156_{-0,53}^{-0,25}</math> мм, <math>R_z = 40</math> мкм;  высота заготовки <math>131 \pm 0,2</math> мм, шероховатость торцов заготовки <math>R_z = 40</math> мкм;</p> <p>Выходные данные операции 020:  Согласно операционным эскизам</p> <p>Приспособление обслуживается оператором 3-го разряда;</p> <p>Техническая характеристика станка XD-40А:  рабочая поверхность стола, мм; 420x800;  ширина Т-образного паза стола станка: 18 мм;  Характеристика режущего инструмента:  <i>Сверло</i>  диаметр сверла 11 мм;  материал Р6М5;  <i>Центровочное сверло</i>  диаметр 4 мм;  материал Р6М5;</p>
<p>Документация, используемая при разработке</p>	<p>ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73.  ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.201-83.</p>

## 2.2 Разработка принципиальной расчётной схемы и компоновки 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 конструкции 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 схему базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима и сил резания (рис. 1).

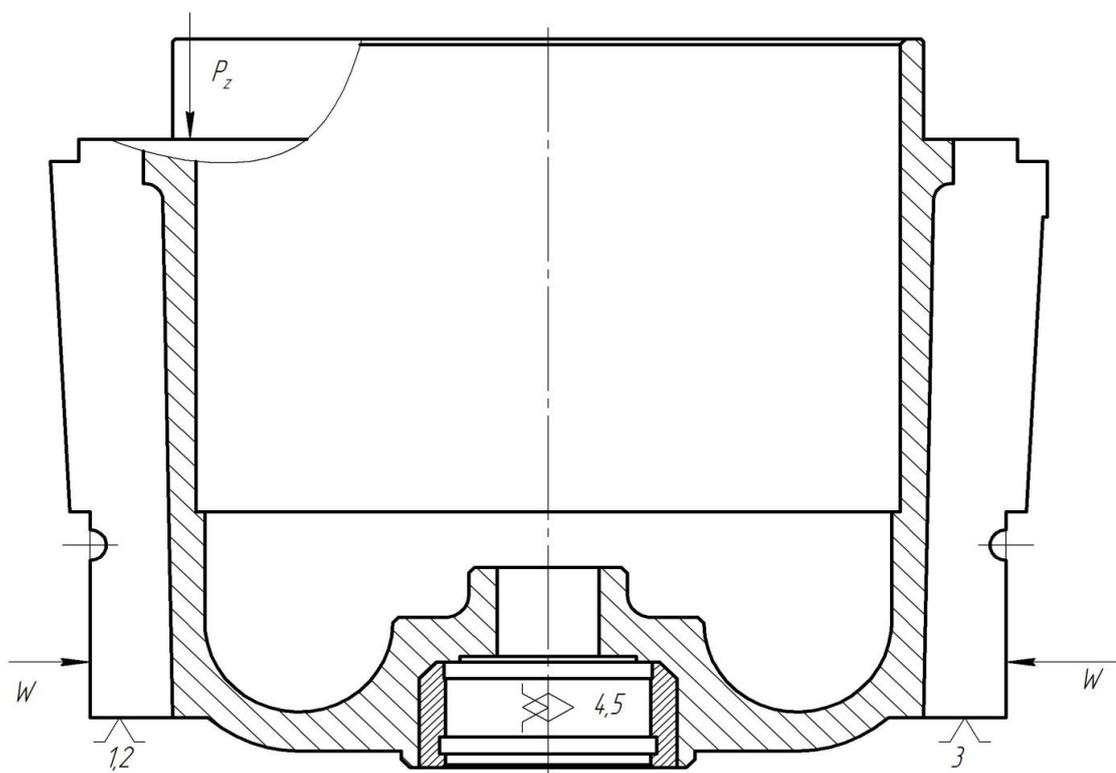


Рис. 1. Схема базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Компоновка (общий вид) приспособления показан на сборочном чертеже.

### 2.3. Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «корпус» при ее обработке на вертикально-фрезерном станке XD-40A

Заготовка устанавливается в цангу 7 приспособления.

Воздух под давлением поступает через штуцер 9 в пневмокамеру, вызывая перемещение штока 1, который двигает цангу 7 вниз, за счет конической поверхности корпуса 6 цанга сжимается и закрепляет заготовку. Втулка 8 служит для снижения трения. Для разжима заготовки воздух подается в штуцер 10, шток двигается вверх и освобождает заготовку.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC<sub>9</sub>50...55.

#### **2.4. Определение необходимой силы зажима**

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы на деталь действуют силы резания, которые стремятся повернуть заготовку вокруг оси. Расчет производим по крутящему моменту, возникающему в процессе сверления.

Для повышения гибкости производства рассчитаем режимы и силу резания при обработке чугуна, так как корпус может быть изготовлен из чугуна. При обработке Алюминиевых сплавов проблем с закреплением не будет из-за небольшой величины силы резания.

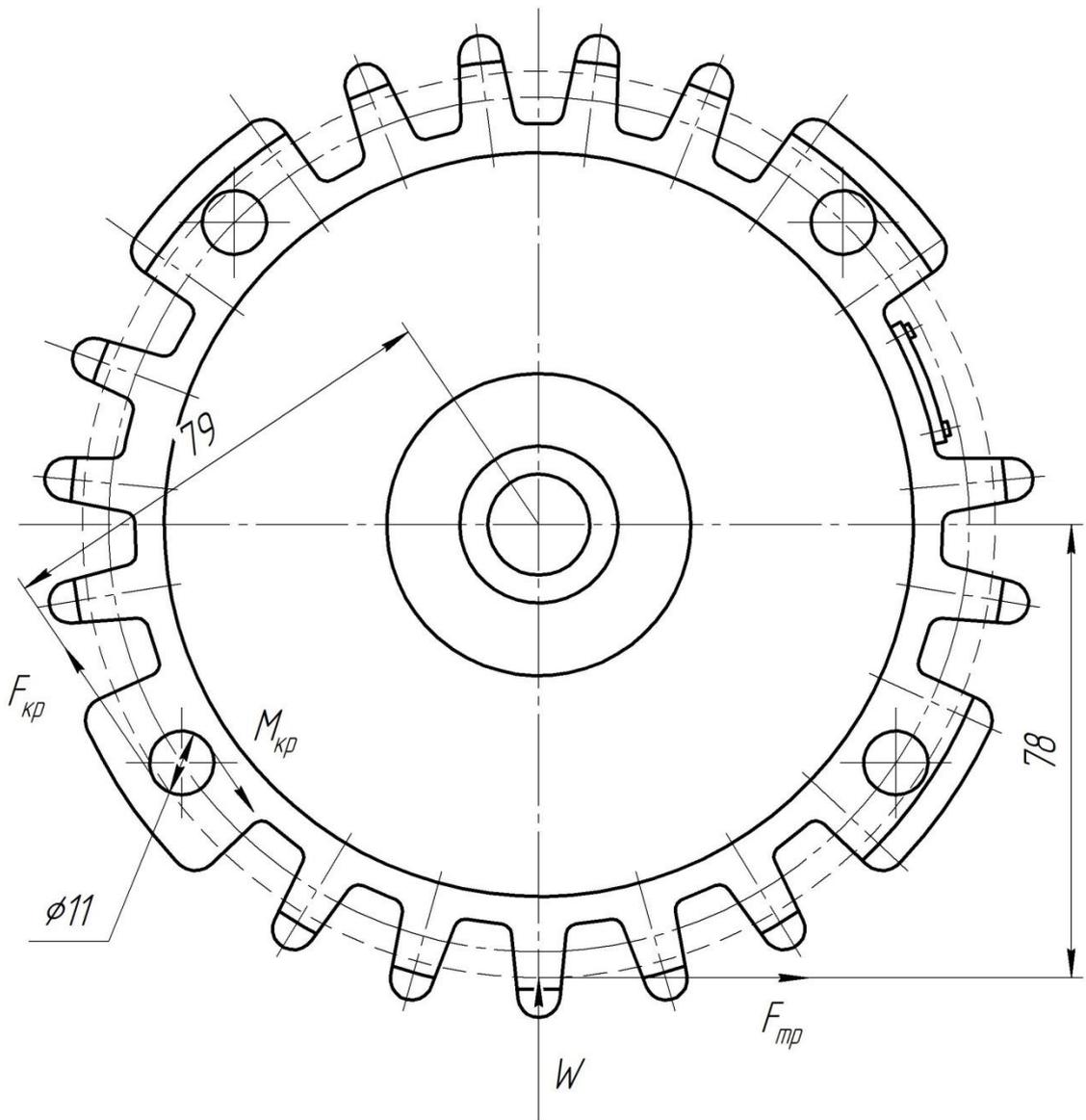


Рис 2. Расчетная схема.

Рассчитаем  $M_{кр}$

Инструмент – сверло Р6М5 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – АК9ГОСТ 1583-93 Для повышения гибкости производства рассчитаем режимы и силу резания при обработке чугуна, так как корпус может быть изготовлен из чугуна. При обработке алюминиевых сплавов проблем с закреплением не будет из-за небольшой величины силы резания.

Обрабатываемый материал – СЧ15

1. Диаметр сверла  $d=11$  мм.
2. Глубина резания:  $t= d/2= 5,5$  мм.

3. Подача по табл. 25 [2,Т.2,стр.277]:

$$S = 0,4 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 17,1$ ;  $m = 0,2$ ;  $q = 0,25$ ;  $y = 0,4$

– определены по табл. 28 [2,Т.2,стр.278].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

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

По табл. 1,5,6 [2,Т.2,стр.261]:

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

Значение коэффициента  $K_{\Gamma}$  и показатель степени  $n_V$  для материала

инструмента из Р6М5 при обработке заготовки из СЧ15 берем

из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости  $K_{\Gamma} = 1$

$$n_V = 1$$

$$K_{MV} = 1 \times \left( \frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, учитывающий глубину сверления  $K_{IV} = 1$ ;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента  $K_{ИV} = 1,15$ .

$$K_V = 0,882 \times 1 \times 1,15 = 1,015$$

Скорость резания,

$$V = \frac{17,1 \times 11^{0,25} \times 1,015}{60^{0,2} \times 0,4^{0,4}} = 20 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{20}{3,14 \times 11} = 500 \text{ об/мин}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

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

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,021$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$  – определены по табл. 32 [2, Т.2, стр.281].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP}$$

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Крутящий момент,:

$$M_{кр} = 10 \times 0,021 \times 11^2 \times 0,4^{0,8} \times 1,1 = 13,4 \text{ Нм}$$

Уравнение равновесия заготовки:

$$\sum M_0 = F_{кр} \times 79 - F_{тр} \times 78 = 0$$

$$F_{тр} = F_{кр} \times \frac{78}{79} = 0,98 \times F_{кр}$$

$$F_{кр} = \frac{M_{кр} \times 2}{d}$$

$$W_{min} = F_{тр} \times \frac{k}{f} = \frac{M_{кр} \times 2 \times 0,98 \times k}{d \times f} = \frac{13,4 \times 2 \times 0,98 \times 4,15}{11 \times 0,3} = 330,2 \text{ Н}$$

где  $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$  - коэффициент запаса [7, стр.85] и

$K_0 = 1,5$  – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,2$  – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$K_2 = 1,6$  – коэффициент затупления;

$K_3 = 1,2$  – учитывает увеличение сил резания при прерывистом фрезеровании;

$K_4 = 1,2$  – характеризует постоянство сил закрепления;

$K_5=1$  – характеризует эргономику зажимного механизма;

$K_6=1$  – характеризует моменты, стремящиеся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры;

Тогда  $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 4,15$

$f=0.3$  - коэффициент трения

## 2.5 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров

В качестве привода зажимного устройства применяем мембранный пневмоцилиндр двустороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстродействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра цилиндра при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.

Для плоских мембран из прорезиненной ткани [1, с.254]:

$$Q_{\text{расч}} = \frac{\pi}{16} (D + d)^2 \times p - P$$

где  $Q_{\text{расч}}$  – усилие на штоке;

$P$  – усилие пружины (примем  $P=100$  Н);

$D$  и  $d$  – диаметры мембраны и опорной шайбы, (мм);

$p$  – давление сжатого воздуха, (МПа);

$\eta$  - коэффициент полезного действия цилиндра, ( $\eta = 0,85...0,9$ ).

Принимаем предварительно  $D=200$ мм,  $d=170$  и  $p = 0,4$ МПа . Тогда

$$Q_{\text{расч}} = \frac{3,14}{16} (200 + 170)^2 \times 0,4 - 100 = 10500 \text{ Н}$$

Сила зажимающая заготовку

$$W_1 = Q \cdot \eta / \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) = 10500 \cdot 0.85 / \operatorname{tg}(22 - 8) = 35700 \text{ Н}$$

$\varphi$  – угол трения

$\alpha$  – угол конуса цанги

Очевидно, что такого усилия с избытком хватит для зажима заготовки

Усилие на штоке превышает требуемое усилие зажима, условие выполняется.

$$W_{\text{расч}} > W_{\text{потреб.}}$$

Следовательно, усилие зажима превышает минимальное значение  $W$  из расчетной части.

## **2.6 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, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

## **2.7 Расчёт точности приспособления**

В качестве расчетного параметра выбираем допуск выполняемого размера  $52 \pm 0,2$

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки  $\varepsilon_0$ , которая не должна

превышать допуск  $\delta$  выполняемого размера при обработке заготовки, т.е.  $\varepsilon_0 \leq \delta$ .

1. Для расчета точности приспособления  $\varepsilon_{пр}$  следует пользоваться формулой

[6, с.113]:

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

$\delta$  – допуск выполняемого размера,  $\delta = 0,4$  мм.;

$k_T = 1,2$  – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, (9, с. 151);

$k_{T1} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, (9, с. 151);

$k_{T2} = 0,6$  – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, (9, с. 152);

$\varepsilon_0 = 0$  – погрешность базирования заготовки в приспособлении (в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого)

$\varepsilon_3 = 0,07$  мм – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_Y = 0,03$  мм – погрешность установки приспособления на станке, (9, с. 169);

$\varepsilon_n = 0,01$  мм – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, (9, с. 169);

$\varepsilon_u = 0,005$  мм – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,08$  – экономическая точность обработки, (10, с. 211).

По формуле 5 определяем:

$\varepsilon_{пр}$

$= 0,4$

$$- 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \times 0,08)^2} = 0,16 \text{ мм}$$

Принимаем  $\varepsilon_{пр} = 0,05\text{мм} / 100\text{ мм}$

## 2.8 Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций

Составим технологическую карту сборки сверлильного приспособления.

№ операции	Название	Содержание
05	Сборка штока (сб. 100)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Запрессовать на шток (дет. 1) шайбу (дет. 2)</li><li>2. Установить мембрану (дет. 3), шайбу (дет. 4) и завинтить винты (дет. 7)</li></ol>
05	Сборка сверлильного приспособления (Сб. 0)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Запрессовать втулку (дет. 8) в корпус (дет. 4)</li><li>2. Ввинтить штуцеры (дет. 9, дет. 10)</li><li>3. Установить шайбу (дет. 13)</li><li>4. Установить шток (сб. 100) в корпус (дет. 4)</li><li>5. Установить пружину (дет. 11), крышку (дет. 5), закрепить винтами (дет. 16)</li><li>6. Установить корпус (дет. 6) на корпус (дет. 4) закрепить винтами (дет. 17)</li><li>7. Установить шайбу (дет. 12), цангу (дет. 7) ввинтить винты (дет. 18), закрепить винтом (дет. 14)</li><li>8. Установить шпонки (дет. 20) и закрепить винтом (дет. 15)</li></ol>
10	Контрольная	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Проверить работоспособность приспособления, плавность хода и отсутствие заеданий.</li></ol>

### 3. СОЦИАЛЬНАЯ ОВЕТСТВЕННОСТЬ

Возможные негативные факторы производственной среды:

Психофизиологические (СОЖ, Физические перегрузки: статические и динамические; перегрузки: умственное перенапряжение, монотонность труда эмоциональные перегрузки); Шумы; вибрация, Острые кромки;

#### 3.1 Производственная безопасность.

##### 3.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации корпуса горного сверла

##### 3.1.1.1 Неудовлетворительные метеорологические условия.

Параметры микроклимата в производственных цехах на ОАО «ТЭМЗ» установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 [19] в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от +17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 8 [19].

Таблица 8. Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	21 – 23	40 - 60	0.1
Теплый	средняя	22 - 24	50 - 60	0.2

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам.

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

Для обеспечения нормальных условий труда устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м<sup>2</sup> площади помещения и 20 м<sup>3</sup> объема воздуха СанПиН 2.2.4.548-96 [19].

### **3.1.1.2 Недостаточная освещенность**

В производственных цехах ОАО «ТЭМЗ» на участке изготовления корпуса горного сверла используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения недостаточно.

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

1. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП П-4-85 в пределах 150 – 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.
2. Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

### **3.1.1.3 Повышенные уровни шума и вибрации**

На предприятии ОАО «ТЭМЗ» на участке изготовления корпуса горного сверла основными источниками шума при работе оборудования, являются: двигатели приводов; зубчатые передачи; подшипники качения; неуравновешенные вращающиеся части станка; силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;

трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;

Шумы возникают в процессе обработки, вследствие трения поверхностей детали и режущей части инструмента. Во время работы гидравлических и пневматических устройств возникают аэродинамические шумы вследствие вихревых процессов в потоке рабочей среды, пульсации давления рабочей среды. Шумы создаются установками кондиционирования и вентиляции воздуха.

Шум на производстве наносит большой ущерб, неблагоприятно действуя на организм человека и снижая производительность труда. При повышенных нормах шума происходит утомление рабочих, что приводит к увеличению числа ошибок при работе и способствует возникновению травм.

Особенно большое влияние шум оказывает на органы слуха человека, отрицательно действуя на центральную нервную систему.

Нормативным документом, регламентирующим допустимые уровни шума, является «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. № 3223-85».

На рабочих местах и рабочих зонах в производственных помещениях допустимый эквивалентный уровень шума составляет 80 дБ [ГОСТ 12.1.003-83].

При проектировании и установке производственного оборудования уделяется большое внимание к бесшумной работе механизмов, которые являются источниками шума.

Для уменьшения шума в источнике их образования предусмотрены следующие мероприятия:

- замена металлических деталей деталями из материалов с большим акустическим сопротивлением (пластмассы, текстолита и др.);
- замена подшипников качения подшипниками скольжения;
- замена зубчатых и цепных передач клиноременными;
- динамически уравнивать все вращающиеся детали;
- применение демпфирующих материалов с большим внутренним трением

(резина, пластмасса, войлок и др.);

- установка экранов, звукоизолирующих кожухов, ограждений и звукоизолирующих покрытий;

- установка глушителей аэродинамических шумов, создаваемых вентиляторами и компрессорами; смазки трущихся поверхностей в сочленениях;

- применение СОЖ при обработке деталей.

Измерение шума в помещении производят при помощи шумомера ВЧП-2 по ГОСТ 17187.

## **Вибрация**

На ОАО «ТЭМЗ», на участке изготовления корпуса горного сверла на станочника воздействуют технологическая вибрация, общая (локальная).

Проявление воздействия вибрации на организм человека, отрицательно сказывающейся на его здоровье, работоспособности, комфорте и других условиях трудовой и социальной жизни, оценивается гигиеническими, психофизиологическими, социальными и иными критериями.

По ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84 нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены восемь часов составляют [ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84]:

- эквивалентное значение виброускорения  $2 \text{ м./с}^2$ ;

- эквивалентное значение виброскорости  $200 \text{ м./с}$ .

Для ослабления действия вибрации на организм человека приняты следующие меры по предупреждению распространения вибрации:

1. Уравновешивание вращающихся масс.
2. Уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов.
3. Использование специальных виброизолирующих перчаток.
4. Исключение возможности охлаждения рук рабочего во время работы.
5. Уменьшение вибрации на пути её распространения средствами

виброизоляции и вибропоглощения (пористая резина, поролон, пенопласт, войлок и др.).

б. Ограничение времени воздействия вибрации на руки рабочего (ГОСТ 12.1.012-90 п.5).

Измерение вибрации производят при помощи виброизмерительной аппаратуры ИШВ-1, ВЧП-2.

### **3.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации корпуса горного сверла**

#### **3.1.2.1 Вращающиеся части станков**

На ОАО «ТЭМЗ», на участке изготовления корпуса горного сверла при работе на токарных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков. Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

#### **3.1.2.2 Слабое и ненадежное крепление инструмента**

Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) станочника.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного слабым и ненадежным креплением инструмента.

Проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах, использование защитных экранов.

### **3.1.2.3 Стружка**

При фрезеровании и точении деталей, в производственных цехах ОАО «ТЭМЗ», на участке изготовления корпуса горного сверла возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травмы глаз и открытых частей тела.

Мероприятия по устранению попадания стружки.

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки.

### **3.1.2.4 СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость)**

ОАО «ТЭМЗ» участок изготовления корпуса горного сверла оснащен современным оборудованием, на котором, при обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова, а также попадание СОЖ в глаза.

Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

При работе на токарных, фрезерных, сверлильных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные заграждения. Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

### **3.1.2.5 Поражение электрическим током.**

ОАО ТЭМЗ участок изготовления корпуса горного сверла, основные причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции, ошибочно поданное напряжение на рабочее место; появление напряжения на корпусе оборудования, которое в нормальных условиях не находится под напряжением; отсутствие заземления, замыкание в результате аварии.

Согласно ПУЭ производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасностью, так как в нем присутствуют следующие факторы:

1. Наличие токопроводящего пола (железобетонный).
2. Имеется токопроводящая пыль.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током [15]:

1. Недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена рядом способов: изоляцией токоведущих частей, размещением их на недоступной высоте, ограждением.

2. Защитное разделение сети, т. е. разделения разветвленной (протяженной) сети на отдельные небольшие по протяженности и электрически не связанные между собою участки. Разделение осуществляется с помощью специальных разделительных трансформаторов. Изолированные участки сети обладают большим сопротивлением изоляции и малой емкостью проводов относительно земли, благодаря чему значительно улучшаются условия безопасности.

3. Применение пониженного напряжения.
4. Применение специальных электрозащитных средств.
5. Правильная эксплуатация электроустановок.

### **3.1.2.6 Пожарная и взрывобезопасность**

ОАО «ТЭМЗ» участок изготовления корпуса горного сверла пожары представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Согласно ГОСТ 12. 1.004 – 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

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

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;
- г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Согласно СНиП II-90-81 цех №4 относится к производствам категории, которые характеризуются наличием только негорючих веществ и материалов в холодном состоянии, категории Д. ППБ.

На территории всего предприятия, находятся средства пожаротушения, относятся огнетушители ОП-3, ОУ-2, внутренние пожарные краны, пожарный инвентарь (ящики с песком, асбестовые полотна, войлок) и пожарный инструмент (багры, ломы, топоры).

Первичные средства пожаротушения размещены в легкодоступных местах и не мешают при эвакуации людей из помещений.

### **3.2 Экологическая безопасность**

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных

центров, уровни загрязнения существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Согласно данным инвентаризации источников валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу было выявлено 65 источников выбросов, все организованные. Общее количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ равно 21 тонн/год. Число выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ 39,376 тонн/год.

Производственные участки предприятия:

а) основное производство - цех № 4 (гальванический участок; участок металлообработки; участок горячей штамповки, сварки и пайки), цех № 8 (участок малярный, участок литейный, участок пластмасс), цех № 5 (цинкография, литография, участок обезжиривания и резки органического стекла), цех № 7 (участок термический, участок металлообработки);

б) вспомогательное производство - цех № 7 (участок термический, участок металлообработки), участок деревообработки, участок сварки и металлообработки энергомеханического производства, гараж, котельная.

Характеристика предприятия как источника загрязнения атмосферы (Рис 1)

0001. Цинкография. Загрязняющие вещества: азотная кислота, хлористый водород.

0002, 0020. Сварочный пост - сварка в среде аргона. Загрязняющие вещества: ангидрид вольфрамовый, оксид меди.

0003. Ванна обезжиривания деталей. Загрязняющие вещества: сода кальцинированная.

0004, 0005, 0009-0017, 0029., 0052, 0056, 0070, 0081-0083. Обработка оргстекла, полировальный станок. Загрязняющие вещества: железа оксид, пыль хлопковая, пыль абразивная, эмульсол.

0006. Типография. Загрязняющие вещества: соединения свинца.

0007-0008. Термический участок. Загрязняющие вещества: хлористый барий, хлористый водород,

хлористый натрий, нитрат натрия, натрий едкий, азота диоксид, сажа, окись углерода, масло минеральное.

ОКБ. Загрязняющие вещества: соединения свинца, оксид олова.

Гибка трубок — пыль неорганическая.

0021. Паяльное оборудование. Загрязняющие вещества: оксид олова, свинец и его неорганические соединения.

0024. Окрасочные работы. Загрязняющие вещества: ацетон, бутилацетат, толуол, ксилол, бутиловый спирт, этиловый спирт.

0025, 0067, 0077. Ультразвуковое обезжиривание, резка органического стекла. Загрязняющие вещества: натр едкий, соляная кислота, сода кальцинированная, пыль стекловолокна.

0026-0027. Подготовка к оксидированию и никелированию. Загрязняющие вещества: натр едкий, сода кальцинированная, соляная кислота, натрий ортофосфат.

0028. Нанесение гальванопокрытий. Загрязняющие вещества: азота диоксид, азотная кислота.

0030. Резка трубок - железа оксид.

0031-0032. Гальванический участок. Загрязняющие вещества: натр едкий, сода кальцинированная, никель

растворимые соли, оксид хрома, сульфид натрия, азота диоксид, азотная кислота, аммиак, борная кислота, соляная кислота, кислота серная, натрия ортофосфат.

0033-0037. Тигельная печь. Загрязняющие вещества: алюминия оксид, азота диоксид, кремния диоксид аморфный, сернистый ангидрид, сероводород, окись углерода, углеводороды предельные C12-C19.

0039-0047, 0053, 0054, 0078. Малярный участок. Загрязняющие вещества: бутиловый спирт, этиловый эфир этиленгликоля, сольвент нефтяной, уайт-спирит, взвешенные вещества.

0058. Травление держателей. Загрязняющие вещества: азотная кислота.

0059-0061. Металлообработка. Загрязняющие вещества: железа оксид, масло минеральное.

0062. Приготовление эмульсола (ванна) - эмульсол.

0064-0065. Термопластавтомат - литье пластмасс. Загрязняющие вещества: окись углерода, уксусная кислота.

0066, 0068. Гидропрессы. Загрязняющие вещества: фенол, формальдегид.

Пескоструйная камера — горячая штамповка. Загрязняющие вещества: оксид железа.

Печь МП-12. Загрязняющие вещества: окись углерода.

Штамповочный пресс. Загрязняющие вещества: железа оксид, масло минеральное, окись углерода.

Деревообработка - пыль древесная.

0075-0076, 0079. Сварочные работы. Загрязняющие вещества: оксид железа, марганец и его соединения, ангидрид сернистый, окись углерода, пыль неорганическая, ((пор и фтористые газообразные соединения.

0087. Аккумуляторная - кислота серная.

0100. Гараж. Загрязняющие вещества: свинец и его неорганические соединения, азота диоксид, сажа, ангидрид сернистый, окись углерода, бензин, углеводороды предельные C123-C19.

0104-0107. Котельная газовая. Загрязняющие вещества: азота диоксид, азота оксид, окись углерода, бензапирен.

0108. Склад дизтоплива. Загрязняющие вещества: сероводород, углеводороды предельные C12-C19.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон».

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

Защита работающих от источников тепловых излучений.

Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

Применение средств воздухоочистки.

Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

### **3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами - средствами взрыво- и пожарозащиты

технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющих возможную аварию.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуется устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС.

Исследования включают в себя анализ:

- надежности установок и технологических комплексов;
- последствий аварий отдельных систем производства;
- распространения ударной волны по территории предприятия при взрывах коммуникаций;
- распространения огня при пожарах различных видов;
- рассеивания веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей.

Затем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после ЧС. К таким мероприятиям относятся правильная планировка наземных и подземных зданий и сооружений основного и вспомогательного производства, складских помещений и зданий административно-бытового назначения; внутренняя планировка помещений; расстановка сил и состояние пунктов управления, и надежность узлов связи; безопасное хранение горючих и токсичных веществ.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии со СНиП II–2–80 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех № 4 относится к категории Д, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

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

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

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

-ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

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

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

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

10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

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

-Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об

обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

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

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

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

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

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

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии. Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда. Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные

приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

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

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

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

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

**Внеплановый инструктаж** на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

**Текущий инструктаж** проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности

предусматривается следующая ответственность:

дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев) или виновные должностные лица этого предприятия.

## 4. РАСЧЁТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.

### 4.1 Расчёт штучно-калькуляционного времени на усовершенствованный технологический процесс

Из технологической части диплома имеем:

Операция 020 (токарная).

$T_{шт-к} = 9,05$  мин

Операция 030 (сверлильная)

$T_{шт-к} = 4,8$  мин

Операция 040 (сверлильная)

$T_{шт-к} = 4,64$  мин

$\sum T_{шт.к} = 9,05 + 4,8 + 4,64 = 18,49$  мин

### 4.2 Расчёт штучно-калькуляционного времени на заводской технологический процесс

Согласно заводским данным штучно калькуляционное время на заводском техпроцессе было

$\sum T_{шт.к} = 34,61$  мин

### 4.3 Определение затрат на усовершенствованный технологический процесс

#### Определение затрат на вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам относятся смазочные и обтирочные материалы, а также обтирочные смеси и эмульсии.

Затраты на вспомогательные материалы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{вм} = \frac{(3...5) \cdot C_{об}}{100 \cdot F_{го} \cdot 60} \cdot t_{штк} \quad \text{руб./изд.,}$$

где  $C_{об}$  – цена оборудования, руб.;

$F_{го}$  – годовой фонд времени работы, ч.

Средняя цена станка составляет 4 200 000 руб.

Годовой фонд времени составляет 2000 ч.

Тогда:

$$C_{\text{вм}} = \frac{4 \times 4200000}{100 \times 2000 \times 60} \times 18,49 = 25,89 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### **Затраты на заработную плату производственных рабочих**

Установим данные затраты приближённым методом по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{\text{мз}} \cdot t_{\text{штк}}}{F_{\text{мп}} \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{\text{мз}} = 31000$  руб. – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{\text{мп}} = 170$  часов/месяц – месячный фонд времени работы рабочих.

Тогда:

$$C_3 = \frac{31000 \times 18,49}{170 \times 60} = 56,2 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### **Затраты на инструмент**

Затраты на инструмент рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{ин}} = \frac{[\text{Ц}_{\text{ин}} + n_{\text{пер}} \cdot C_{\text{пер}}] \cdot k_{\text{уб}} \cdot t_o}{T_{\text{ст}} \cdot (n_{\text{пер}} + 1)} \text{ руб./изд.,}$$

где  $\text{Ц}_{\text{ин}} = 9000$  руб. – средняя цена инструмента,

$n_{\text{пер}} = 2$  – количество перестановок пластин, (неперетачиваемый)

$C_{\text{пер}} = 0$  руб. – стоимость одной переточки,

$t_o = 0,1$  мин. – среднее основное время,

$k_{\text{уб}} = 1,05$  – коэффициент, учитывающие поломки инструмента,

$T_{\text{ст}} = 180$  мин – стойкость инструмента до переточки.

Тогда:

$$C_{\text{ин}} = \frac{[9000 + 2 \times 0]}{180 \times (2 + 1)} \times 1,05 \times 0,1 = 1,75 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

## Отчисления на социальные цели

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_з}{100} \text{ руб./изд.},$$

где  $k_{отч}=26\%$  – процент отчисления на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы.

Тогда:

$$C_{отч} = \frac{26 \times 56,2}{100} = 14,61 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

## Затраты на электроэнергию

Затраты на силовую (двигательную) электроэнергию:

$$C_{эс} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{ном} \cdot t_{ук}}{\eta \cdot 60} \cdot C_{эл} \text{ руб./изд.},$$

где  $C_{эл}=2$  руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,

$N_y = 11$  кВт – установленная средняя мощность электродвигателя,

$k_N = 0,93$  – коэффициент использования электродвигателя по мощности,

$k_{вр} = 0,87$  – коэффициент использования электродвигателя по времени,

$k_{ном} = 1,05$  – коэффициент потерь электроэнергии в сети предприятия,

$\eta = 0,85$  – коэффициент полезного действия электродвигателя.

Тогда

$$C_э = \frac{11 \times 0,93 \times 0,87 \times 1,05 \times 18,49 \times 2}{0,85 \times 60} = 6,78 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

## Затраты на ремонт оборудования

Рассчитаем данные затраты приближённо по следующей формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n C_j \cdot k_{рем} \cdot t_{ук}}{F_{зо} \cdot k_з \cdot 60} \text{ руб./изд.},$$

где  $C_j$  – средняя цена оборудования соответствующего типа;

$k_{рем}=0,3$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$F_{zo} = 2000$  часов/год – годовой фонд времени работы оборудования;

$k_3 = 2/3$  – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Тогда:

$$C_p = \frac{4200000 \times 0,3 \times 18,49}{2000 \times (2/3) \times 60} = 488,04 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### **Затраты на эксплуатацию приспособлений**

Для приспособлений данные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{нpy} = \frac{Ц_{np} \cdot (1 + k_{np}) \cdot t_{ук}}{T_{нpy} \cdot F_{zo} \cdot k_3 \cdot 60} \quad \text{руб./изд.,}$$

где  $Ц_{np} = 30\,000$  руб. – средняя стоимость приспособления;

$k_{np} = 0,25$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления;

$T_{нpy} = 5$  лет – срок полезного использования приспособления.

Тогда:

$$C_{присп} = \frac{30000 \times (1 + 0,25)}{5 \times 2000 \times (2/3) \times 60} \times 18,49 = 1,73 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### **Затраты на амортизацию оборудования**

Затраты на амортизацию оборудования за год можно установить по формуле:

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n Ц_j}{T_{nu}} \quad \text{руб./год,}$$

где  $T_{nu} = 10$  лет – срок полезного использования оборудования.

Тогда:

$$C_{об} = \frac{4200000}{10} = 420\,000 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}$$

## 4.4 Определение затрат на заводской технологический процесс

### Определение затрат на вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам относятся смазочные и обтирочные материалы, а также обтирочные смеси и эмульсии.

Затраты на вспомогательные материалы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{вм}} = \frac{(3...5) \cdot C_{\text{об}}}{100 \cdot F_{\text{го}} \cdot 60} \cdot t_{\text{шк}} \quad \text{руб./изд.},$$

где  $C_{\text{об}}$  – цена оборудования, руб.;

$F_{\text{го}}$  – годовой фонд времени работы, ч.

Средняя цена станка составляет 2900 000 руб.

Годовой фонд времени составляет 2000 ч.

Тогда:

$$C_{\text{вм}} = \frac{4 \times 2900000}{100 \times 2000 \times 60} \times 34,61 = 33,46 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### Затраты на заработную плату производственных рабочих

Установим данные затраты приближённым методом по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{\text{мз}} \cdot t_{\text{шк}}}{F_{\text{мп}} \cdot 60} \quad \text{руб./изд.},$$

где  $C_{\text{мз}} = 31000$  руб. – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{\text{мп}} = 170$  часов/месяц – месячный фонд времени работы рабочих.

Тогда:

$$C_3 = \frac{31000 \times 34,61}{170 \times 60} = 105,19 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### Затраты на инструмент

Затраты на инструмент рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{ин} = \frac{[C_{ин} + n_{пер} \cdot C_{пер}] \cdot k_{уб} \cdot t_o}{T_{ст} \cdot (n_{пер} + 1)} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{ин} = 3000$  руб. – средняя цена инструмента,

$n_{пер} = 4$  – количество переточек,

$C_{пер} = 0$  руб. – стоимость одной переточки,

$t_o = 0,5$  мин. – среднее основное время,

$k_{уб} = 1,05$  – коэффициент, учитывающие поломки инструмента,

$T_{ст} = 180$  мин – стойкость инструмента до переточки.

Тогда:

$$C_{ин} = \frac{[3000 + 4 \times 0]}{180 \times (4 + 1)} \times 1,05 \times 0,5 = 1,75 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### Отчисления на социальные цели

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_z}{100} \text{ руб./изд.,}$$

где  $k_{отч} = 26\%$  – процент отчисления на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы.

Тогда:

$$C_{отч} = \frac{26 \times 105,19}{100} = 27,35 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### Затраты на электроэнергию

Затраты на силовую (двигательную) электроэнергию:

$$C_{э} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{эф} \cdot k_{ном} \cdot t_{ук}}{\eta \cdot 60} \cdot C_{эл} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{эл} = 2$  руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,

$N_y = 15$  кВт – установленная средняя мощность электродвигателя,

$k_N = 0,93$  – коэффициент использования электродвигателя по мощности,

$k_{ep} = 0,87$  – коэффициент использования электродвигателя по времени,  
 $k_{ном} = 1,05$  – коэффициент потерь электроэнергии в сети предприятия,  
 $\eta = 0,85$  – коэффициент полезного действия электродвигателя.

Тогда:

$$C_{э} = \frac{15 \times 0,93 \times 0,87 \times 1,05 \times 34,61 \times 2}{0,85 \times 60} = 17,3 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### **Затраты на ремонт оборудования**

Рассчитаем данные затраты приближённо по следующей формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n C_j \cdot k_{рем} \cdot t_{ук}}{F_{zo} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_j$  – средняя цена оборудования соответствующего типа;

$k_{рем} = 0,30$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$F_{zo} = 2000$  часов/год – годовой фонд времени работы оборудования;

$k_3 = 2/3$  – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Тогда:

$$C_p = \frac{2900000 \times 0,3 \times 34,61}{2000 \times (2/3) \times 60} = 376,38 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### **Затраты на эксплуатацию приспособлений**

Для приспособлений данные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{пры} = \frac{C_{np} \cdot (1 + k_{пры}) \cdot t_{ук}}{T_{пры} \cdot F_{zo} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{np} = 15000$  руб. – средняя стоимость приспособления;

$k_{пры} = 0,25$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт

приспособления;

$T_{пры} = 5$  лет – срок полезного использования приспособления.

Тогда:

$$C_{\text{присп}} = \frac{15000 \times (1 + 0,25)}{5 \times 2000 \times (2/3) \times 60} \times 34,61 = 1,62 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### **Затраты на амортизацию оборудования**

Затраты на амортизацию оборудования за год можно установить по формуле:

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{\text{ни}}} \text{ руб./год,}$$

где  $T_{\text{ни}} = 10$  лет – срок полезного использования оборудования.

Тогда:

$$C_{\text{об}} = \frac{2900000}{10} = 290\,000 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}$$

## **4.5 Годовой экономический эффект**

Составим сводную таблицу текущих затрат по сравниваемым данным рассчитанных ранее.

Таблица 1 - Итоговые текущие затраты по сравниваемым вариантам механообработки

№	Наименование текущих затрат	Сравниваемые техпроцессы		Изменение затрат
		Усовершенствованный	Заводской	
1	Вспомогательные материалы	25,89	33,46	7,57
2	Заработная плата	56,2	105,19	48,99
3	Инструмент	1,75	1,75	0
4	Социальные цели	14,61	27,35	12,74
5	Электроэнергия	6,78	17,3	10,52

6	Ремонт оборудования	291,22	376,38	85,16
7	Эксплуатация приспособлений	1,73	1,62	-0,11
	Итого затрат	$C^{mp} = 398,18$	$C^{mm} = 563,05$	164,87

Годовой экономический эффект от применения лучшего варианта рассчитывается по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_z = (C^{mm} - C^{mp}) \cdot Q_z \text{ руб./год,}$$

где

$C^{mp}$  и  $C^{mm}$  – суммарные текущие затраты по сравниваемым вариантам,  
руб./изд. (из табл.1);

$Q_z$  – годовой объём производимой продукции, ед./год.

$$\mathcal{E}_z = (563,05 - 398,18) \cdot 5000 = 824350 \text{ руб./год.}$$

#### 4.6 Сроки окупаемости

Затраты на разработку технологического процесса:

$$Z_{\text{разраб.тп}} = C_T \times T \times K_{\text{прем.}} \times K_{\text{доп.з/п}} \times K_{\text{районный}} \times (K_{\text{страхвзнос}} + 1,5),$$

где  $C_T$  – тарифная ставка технолога,

$T$  – время на разработку техпроцесса,

$K_{\text{прем.}}$  – премиальный коэффициент,

$K_{\text{доп.з/п}}$  – дополнительная з/п,

$K_{\text{районный}}$  – районный коэффициент,

$K_{\text{страхвзнос}}$  – отчисления в ПФР (22%)+ФСС(2,9%)+ФОМС(5,1%).

$$Z_{\text{разраб.тп}} = 1700 \times 10 \times 1,4 \times 1,14 \times 1,3 \times (0,22 + 0,029 + 0,051 + 1,5) = 63488,88 \text{ руб.}$$

Затраты на проектирование и изготовление приспособления:

$$Z_{\text{разраб.присп}} = C_T \times T \times K_{\text{прем.}} \times K_{\text{доп.з/п}} \times K_{\text{районный}} \times (K_{\text{страхвзнос}} + 1,5),$$

где  $C_T$  – тарифная ставка инженера (руб./день),

$T$  – время на разработку приспособления (дней),

$K_{\text{прем.}}$  – премиальный коэффициент,

$K_{\text{доп.з/п}}$  – дополнительная з/п,

$K_{\text{районный}}$  – районный коэффициент,

$K_{\text{страхвзнос}}$  – отчисления в ПФР (22%)+ФСС(2,9%)+ФОМС(5,1%).

$Z_{\text{разраб.присп}} = 1800 \times 9 \times 1,4 \times 1,14 \times 1,3 \times (0,22 + 0,029 + 0,051 + 1,5) = 60501,17$  руб.

Принимаем себестоимость приспособления  $60501,17 + 30000$  (средняя цена приспособления)  $= 90501,17$  руб.

Срок окупаемости:

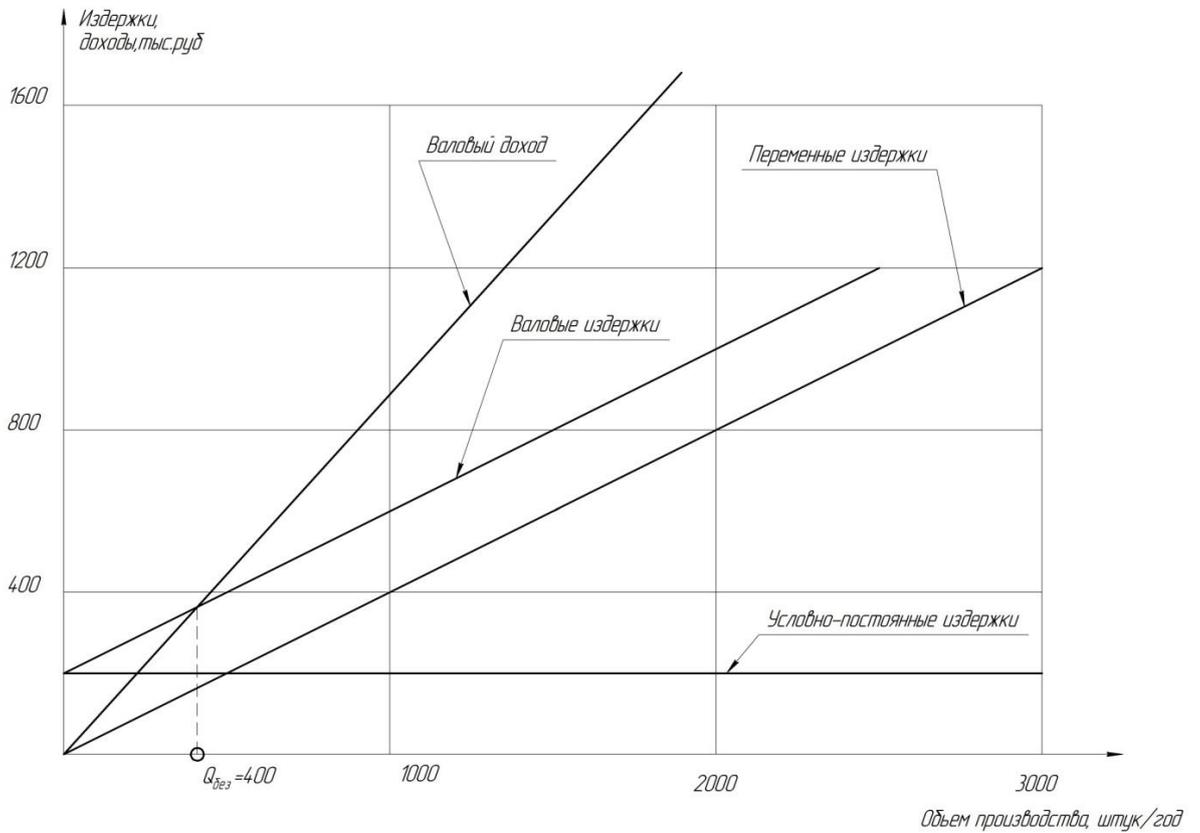
$\frac{63488,88 + 90501,17}{824350} = 0,19$  года, т. е. 69,4 дней.

#### **4.7 Построение графика безубыточности**

Принимаем цену детали 900 рублей.

Принимаем постоянные издержки в размере 200 руб.

## Определение точки безубыточности



$$\mathcal{E}_{\text{эфф}} = (C_2 - C_1) \cdot Q_{\Gamma}$$

$$Z_{\text{разраб. т.п.}} = C_T \times T \times K_{\text{прем}} \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{районный}} \times (K_{\text{пфр}} + 1,5)$$

$$\text{Срок окупаемости} = \frac{Z_{\text{разраб. т.п.}}}{Q_{\text{год}}}$$

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В дипломной работе произведён сравнительный анализ проектируемого и действующего технологического процесса. Разработано усовершенствованное приспособление для сверлильной операции с ЧПУ. Приведен аналитический обзор решений и выбраны наиболее рациональные, которые можно применить в технологическом процессе.

Также в дипломном проекте была произведена работа по расчёту экономической эффективности применения нового технологического процесса изготовления детали «Корпус».

Проведен анализ вредных и опасных производственных факторов, разработаны мероприятия по их снижению и устранению.

Проведена оценка пожарной безопасности, даны рекомендации по предотвращению и тушению.

Рассмотрено влияние на экологическую обстановку вредных производственных факторов, приведены методы борьбы с загрязнениями окружающей среды разработанные в дипломном проекте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Обработка металлов резанием Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1
2. Справочник технолога машиностроителя .В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, переработанное и доп.- машиностроение, 1985,496 с.,илл
3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие . Томск изд ТПУ 2006,100с.
4. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с .: илл
5. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов.-Москва: Высшая школа, 2007.-256 с.
6. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
7. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
8. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
9. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986
10. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
11. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
12. Каталог инструментов Sandvik Coromant.2007

13. Горшенина Н.В., Стищенко П.Г. Производственное освещение. Методические указания. Омск, 2001 – 28 с.
14. Бакико Е.В., Кирьянова Е.Н. Выполнение раздела «Охрана труда» в дипломном проекте. Омск, 2004 – 34с.
15. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ Под общ. Ред. С.В. Белова 7-е изд. стер.- М.: Высш. шк. 2007 – 616 с.: ил.
16. Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учеб. пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992.
17. Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
18. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
19. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.3
20. Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
- 21 .Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.
22. Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.
23. Глотов В.А., Юсова Г.Г. Техничко-экономические показатели участка механической обработки. Методические указания. Омск, 2003 – 22с.
24. Экономика и организация производства в дипломных проектах: Учеб. пособие для машиностроительных вузов /Под общей ред. К.М. Великанова – 4 изд., перераб. и доп. Л. Машиностроение, Ленингр. отд-е, 1986 – 285 с.: ил.