

Министерство образование и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно – Уральский государственный университет»  
(Научно-исследовательский университет)  
Факультет: «Заочный инженерно-экономический»  
Кафедра: «Технология машиностроения»

РАБОТА (ПРОЕКТ) ПРОВЕРЕНА

Рецензент

Рау /В.А. Радыгин /  
«15» 05 2016г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

В.И. Гузеев /В.И. Гузеев/  
«08» 06 2016 г.

Участок механической обработки деталей типа «Корпус»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ (ПРОЕКТУ)  
ЮУрГУ-151001.2016.846.00.00 ПЗ ВКР (ВКП)

Консультанты (должность)

Доцент кафедры ЭиФ

В.Г. Заслонов  
«28» 06 2016 г.

Руководитель дипломного проекта

к.т.н. доцент кафедры «Технология  
машиностроения»

А.М. Сарайкин  
«02» 06 2016 г.

Доцент кафедры БЖД

Д.В. Исаков  
«27» 06 2016г.

Автор проекта

Студент группы ЗФ - 618

А.А. Гацкий  
«02» 06 2016 г.

Нормоконтролер (должность)

Ст. преподаватель кафедры «ТМ»

Д.Ю. Топалов  
«31» 06 2016 г.

Челябинск 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Кафедра «Технология машиностроения»

Факультет Заочный инженерно-экономический  
Специальность 151001 – Технология машиностроения  
Кафедра Технология машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

 Гузеев В. И.

«    »      2016 г.

### ЗАДАНИЕ

на дипломное проектирование студенту

Гацкому Артему Альбертовичу

Группа: ЗФ-618

1 Тема проекта: Участок механической обработки деталей  
типа корпус

утверждена приказом по университету от «15» 04 2016 г. № 661

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 17 мая 2016 г.


3 Исходные данные к проекту

3.1 Чертеж детали корпус масляного насоса

3.2 Тип производства: Серийное

3.3 Режим работы участка: двухсменный

3.4 Материалы преддипломной практики

  
12.05.16г.

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

*Аннотация*

*Содержание*

*Введение*

*1 Общая часть*

*1.1 Назначение и описание узла изделия*

*1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке*

*1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней*

*2 Технологическая часть*

*2.1 Анализ технологичности детали*

*2.2 Анализ действующего технологического процесса*

*2.3 Разработка проектного технологического процесса*

*2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса*

*2.3.2 Выбор исходной заготовки*

*2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса*

*2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса*

*2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени*

*2.3.6 Расчет необходимого количества оборудования*

*2.4 Описание планировки участка*

*3 Конструкторская часть*

*3.1 Проектирование станочных приспособлений*

*3.2 Проектирование контрольных приспособлений*

*3.3 Проектирование режущего инструмента*

*4 Экономическая часть*

*5 Безопасность жизнедеятельности*

*Заключение*

*Список литературы*

*Приложения*

*А.С.С.* 18.04.16г.

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

5.1 Чертеж детали	2 лист
5.2 Детали представители	1 лист
5.3 Чертеж станочного приспособления	1 лист
5.4 Чертеж режущего инструмента	0,5 листа+0,5 листа
5.5 КИМ	1 лист
5.6 Расчетно-технологическая карта	1 лист
5.7 Планировка участка	1 лист
5.8 Сравнительная технология	2 листа
5.9 Техничко-экономические показатели	1 лист
5.10 САПР	1 лист
5.11	
5.12	

Всего листов 12

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов:

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
Экономическая часть	Зеленин ВГ		
Безопасность жизнедеятельности	Ткачев ВВ		

7 Дата выдачи задания: 18.01.2016 г.

Руководитель (Ф.И.О.): Сараikin A.M. / (подпись) A. Sarikin 18.01.16

Задание принял к исполнению:

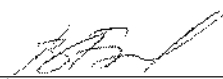
(Ф.И.О. студента): Гаскин А.А. / (подпись) A. Gasin 18.01.16

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении
1 Пояснительная записка		
1.1 Общая часть	30.03.2016	30.03.16 А.Огу
1.2 Технологическая часть	13.04.2016	13.04.16 А.Огу
1.3 Конструкторская часть	13.04.2016	13.04.16 А.Огу
1.4 Экономическая часть	20.04.2016	20.04.2016
1.5 БЖД	11.05.2016	
1.6 Оформление пояснит. записки	16.05.2016	25.05.16 А.Огу
2 Графические работы	05.05.2016	25.05.16 А.Огу
3 Оформление ТП	29.04.2016	02.05.16 А.Огу
4 Окончательное оформление проекта	17.05.2016	02.05.16 А.Огу
5 Рецензирование	26.05.2016	В.И. Гузеев
6 Сдача проекта на защиту	27.05.2016	В.И. Гузеев

Зав. кафедрой:

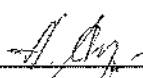
/(подпись)



Гузеев В.И.

Руководитель проекта:

/(подпись)

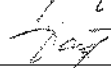


/ф.и.о

Сарайкин А.М.

Студент-дипломник:

/(подпись)



/ф.и.о

Ружков Н.Н.

## АННОТАЦИЯ

Гацкий А.А. Участок механической обработки детали типа "Корпус". – Челябинск: ЮУрГУ, ЗФ-618; 2016г., 135 с., 65 ил., библиогр. список – 16 наим., 12 листов чертежей ф. А1, 19 листов карт техпроцесса

В дипломном проекте разработан проектный маршрутно-операционный технологический процесс, произведен размерный анализ. По техническим данным выбранного для производства оборудования и режущего инструмента были произведены расчеты режимов резания и норм времени.

В ходе выполнения дипломного проекта спроектировано: станочное приспособление, контрольное приспособление, режущий инструмент. На базе произведенных расчетов, в рамках дипломного проекта был спроектирован участок механической обработки данной детали. Также разработаны меры по предупреждению и предотвращению возможных опасных факторов производства и меры по обеспечению безопасных условий труда.

Произведена экономическая оценка по доходу, внутренней норме рентабельности и сроку окупаемости затрат.

151001.2016.846.00.ПЗ											
<b>Изм</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>							
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"><b>Лит.</b></td> <td style="width: 25%;"><b>Лист</b></td> <td style="width: 50%;"><b>Листов</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">135</td> </tr> </table>	<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>	2	1	135
<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>									
2	1	135									
<b>Разраб.</b>	Гацкий		<i>Гацкий</i>	23.05.16	<b>Пояснительная записка</b>  Кафедра ТМ						
<b>Провер.</b>	Сарайкин		<i>Сарайкин</i>	23.05.16							
<b>Реценз.</b>											
<b>Н. Контр.</b>											
<b>Утв.</b>											

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 Назначение и описание узла изделия.....	10
1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке.....	12
1.3 Служебное назначение детали-представителя и техни- ческие требования, предъявляемые к ней.....	15
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	15
2.1 Анализ технологичности детали.....	15
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	19
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	57
2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса	57
2.3.2 Выбор исходной заготовки.....	58
2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса.....	58
2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса...	62
2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени.....	66
2.3.6 Расчет потребного количества оборудования.....	77
2.4 Описание планировки участка.....	82
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	85
3.1 Проектирование станочных приспособлений.....	85
3.2 Проектирование контрольных приспособлений .....	89
3.3 Проектирование режущего инструмента.....	95
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	105
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	134
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	135

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроительный комплекс занимает существенное положение в структуре промышленного производства России, обеспечивая ключевые сектора экономики производственным оборудованием, и в первую очередь, обрабатывающую промышленность. Промышленная безопасность, обороноспособность государства, а также производительность труда, материалоемкость и энергоемкость валового внутреннего продукта напрямую зависят от развития машиностроения.

Основные причины утраты машиностроительным комплексом своего устойчивого положения в экономике страны кроются в снижении экономического потенциала России в целом и замедлении темпов научно-технического прогресса и инновационного развития промышленного производства. За прошедшие два десятилетия отечественные машиностроительные предприятия значительно снизили объемы производства, и, как следствие, оказались вытесненными не только с мировых рынков, но и потеряли большую долю в продажах на отечественном рынке. Все это связано с резким сокращением интеллектуального и производственного потенциалов данной группы предприятий. В частности, снижение производственного потенциала, в первую очередь, произошло из-за отсутствия инвестиций, что ускорило процессы старения основных фондов (физического и морального).

В современных условиях хозяйствования промышленные предприятия сталкиваются с проблемой сбыта произведенной продукции. Для этого она должна обладать сочетанием новых свойств, характерных для рыночной экономики: высоким технологическим уровнем, достаточным уровнем качества и относительно низкой ценой. Недостаточный объем спроса на машиностроительную продукцию, а также повышение требований к показателям качества, таким как производительность, энергоемкость, надежность, габариты, вес и прочие, остро поставили вопрос о целесообразности комплексного исследования потребительского спроса, проведения соответствующих маркетинговых мероприятий, подготовки специалистов в данной сфере.

Машиностроительные предприятия наиболее развитых государств ориентируются на интенсивное развитие посредством формирования гибких производ-

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7



ственных подразделений, заводов «будущего», которые способны удовлетворить практически любой индивидуальный или массовый запрос потребителей. Наиболее остро встал вопрос решения проблемы информационного обеспечения производства, в том числе применения новых принципов конструирования изделий, сокращения цикла изготовления новой продукции на основе использования новейших технологий, современного оборудования, новых программных продуктов. Решение этой задачи позволило машиностроительным предприятиям развитых стран быстро реагировать на изменяющиеся потребности потребителей.

Анализируя современное положение отечественных машиностроительных компаний, приходится констатировать серьезную потерю их конкурентных преимуществ по выпуску продукции потребительского назначения даже на внутреннем рынке. Бесперспективно представляется будущее российской машиностроительной продукции, например, на мировых рынках высоких технологий: атомное машиностроение, космическая техника и др.

Отрицательные темпы роста машиностроительного производства к началу 2010 года по сравнению с 1990 годом, привели к формированию больших неиспользуемых производственных мощностей. По некоторым видам продукции в десятки раз были снижены объемы производства.

В современной экономике доля машиностроительного производства в общей структуре промышленности России составляет около 20%, уступая по меньшей мере в два раза аналогичному показателю промышленно развитых стран.

Основные проблемы в развитии отечественного машиностроения:

- критический физический и моральный износ основных производственных фондов;
- высокие издержки на содержание избыточных производственных мощностей, как правило, устаревших;
- низкая инвестиционная привлекательность предприятий для привлечения и реализации стратегических проектов преобразований, а, следовательно, дефицит финансовых ресурсов;
- нехватка квалифицированных кадров;

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

- высокая зависимость производства от использования импортных комплектующих;
  - низкий уровень производственной кооперации промышленных предприятий;
- агрессивная ценовая политика транснациональных компаний, представленных на отечественном рынке;
- нестабильная макроэкономическая конъюнктура.

События 2015 года, связанные с кризисом в экономике, не только обнажили недостатки и указали на текущие проблемы во всех секторах экономики в общем и в машиностроении в частности, но и заставили сделать следующие выводы: перспективы развития машиностроения тесно связаны с мерами господдержки, эффективной маркетинговой политикой предприятий, применением высокотехнологичных инноваций.

В качестве долгосрочных перспектив развития отечественного машиностроения можно выделить следующие:

- сохранение рыночных позиций по текущим технологиям и оборудованию с последующим постепенным ростом объемов собственного потребления;
- увеличение объемов собственного производства при использовании двойных технологий в целях минимизации рисков и повышения обороноспособности;
- развитие действующих совместных предприятий на территории России и создание новых;
- создание условий для перелома тенденции высокой доли импортного оборудования;
- занятие значимой конкурентной позиции на глобальном рынке в статусе экспортера.

В дипломном проекте представлен вариант разработки современного технологического процесса на анализе старого действующего технологического процесса, выбор технологического оборудования и оснастки для изготовления детали типа «Корпус» (корпус масляного насоса) в условиях серийного производства.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

## 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Назначение и описание узла изделия

Масляный насос шестеренчатого типа служит для подачи масла из бака в главную магистраль и откачки его из картера в бак. Насос двухсекционный, нагнетающая секция из двух цилиндрических шестерен, откачивающая – из трех.

Откачивающей секцией насоса масло забирается из переднего и заднего маслосборников картера, что обеспечивает надежную откачку при продольных наклонах дизеля. Нагнетающая секция засасывает масло из бака и нагнетает в главную магистраль дизеля, с давлением при частоте вращения  $2250 \text{ мин}^{-1}$  валика насоса, не менее 4800 л/ч. Масляный насос состоит из корпуса 13 (рисунок 1), крышки 4, рабочих шестерен 5, 16 и 19, передаточных шестерен 11 и редукционного клапана 22.

Корпус и крышка насоса, изготовлены из алюминиевого сплава. В корпусе 13 расточены камеры для установки рабочих шестерен и просверлены сквозные отверстия, служащие подшипниками, в которые входят ступицы шестерен. Аналогичные им (несквозные) отверстия 1 и 20 сделаны в крышке 4 насоса. В местах сопряжения каждой пары шестерен в крышке и корпусе профрезерованы разгрузочные канавки 17 для предотвращения распура шестерен маслом при работе насоса.

Корпус насоса имеет 4 прилива, в которых просверлены каналы подвода масла к насосу и отвода его в бак и главную магистраль, фланец с отверстиями 8 для шпилек крепления насоса, два сквозных отверстия с лысками для головок призонных болтов и шпильки 7 для крепления крышки. Каналы подвода масла в нагнетающую секцию и отвода из насоса имеют футорки 12 и 14. К каналам в приливах 6 и 9 масло подводится из обоих маслосборников картера по трубам в нижней половине картера. В крышке просверлено два канала: один для отвода масла из откачивающей секции, другой для установки редукционного клапана 22. Канал редукционного клапана с нагнетающей секцией насоса сообщается отверстием 21, канал отвода масла с откачивающей секцией – отверстием 3 и полостью 24. Для предохранения резьбы в канал отвода масла ввернут штуцер 2. Уплотнение стыка между корпусом и крышкой достигается бумажной прокладкой 15.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

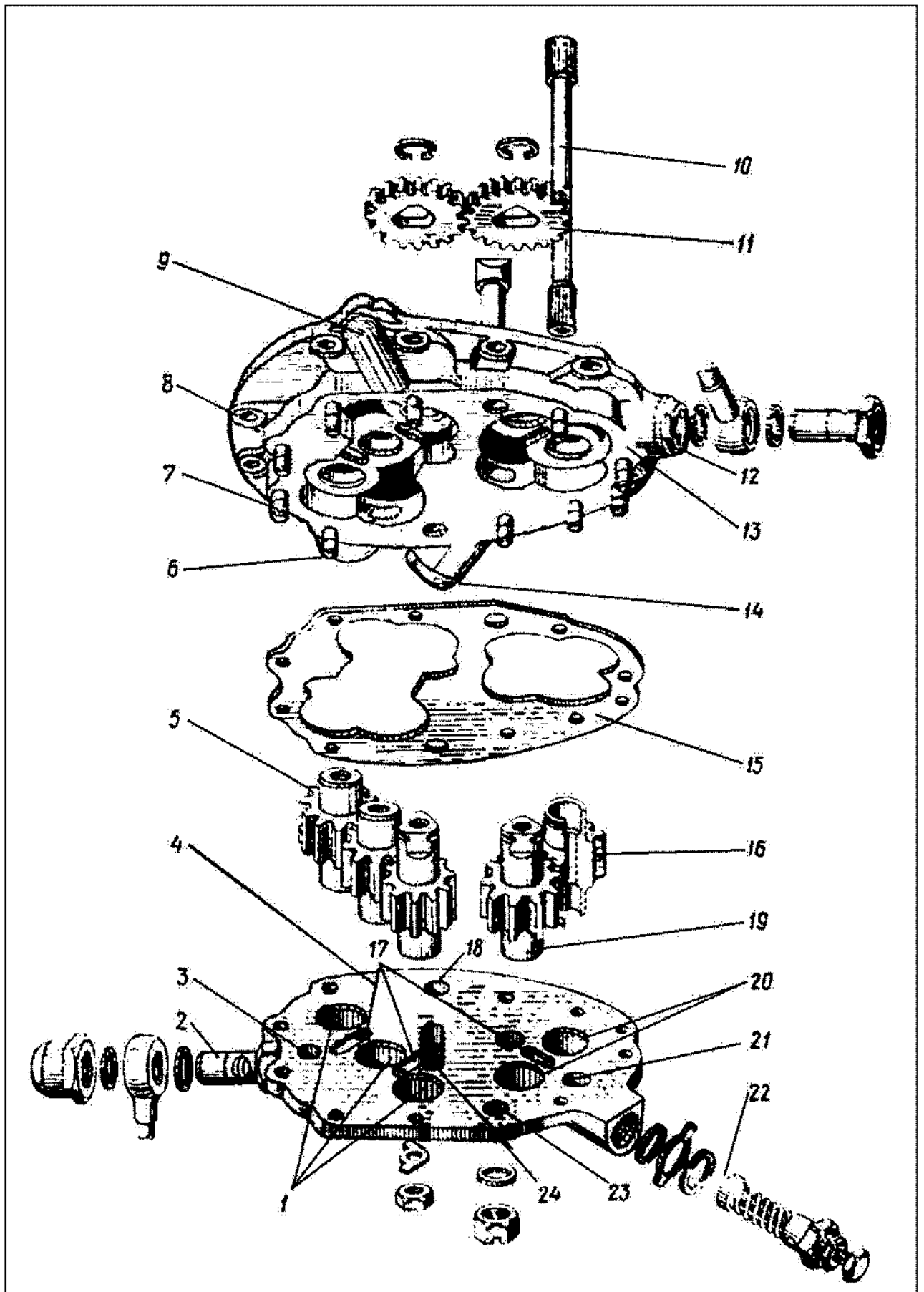


Рисунок 1 – Масляный насос

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

11

Ведущая шестерня 16 нагнетающей секции имеет в полости ступицы шлицы, в которые вставляется рессора 10 привода насоса, ведомая шестерня 19 нагнетающей секции и ближайшая к ней шестерня откачивающей секции на верхнем конце ступицы – хвостовик треугольного профиля; на хвостовик насаживаются и крепятся передаточные шестерни 11.

CAD модель корпуса масляного насоса изображена на рисунке 2.

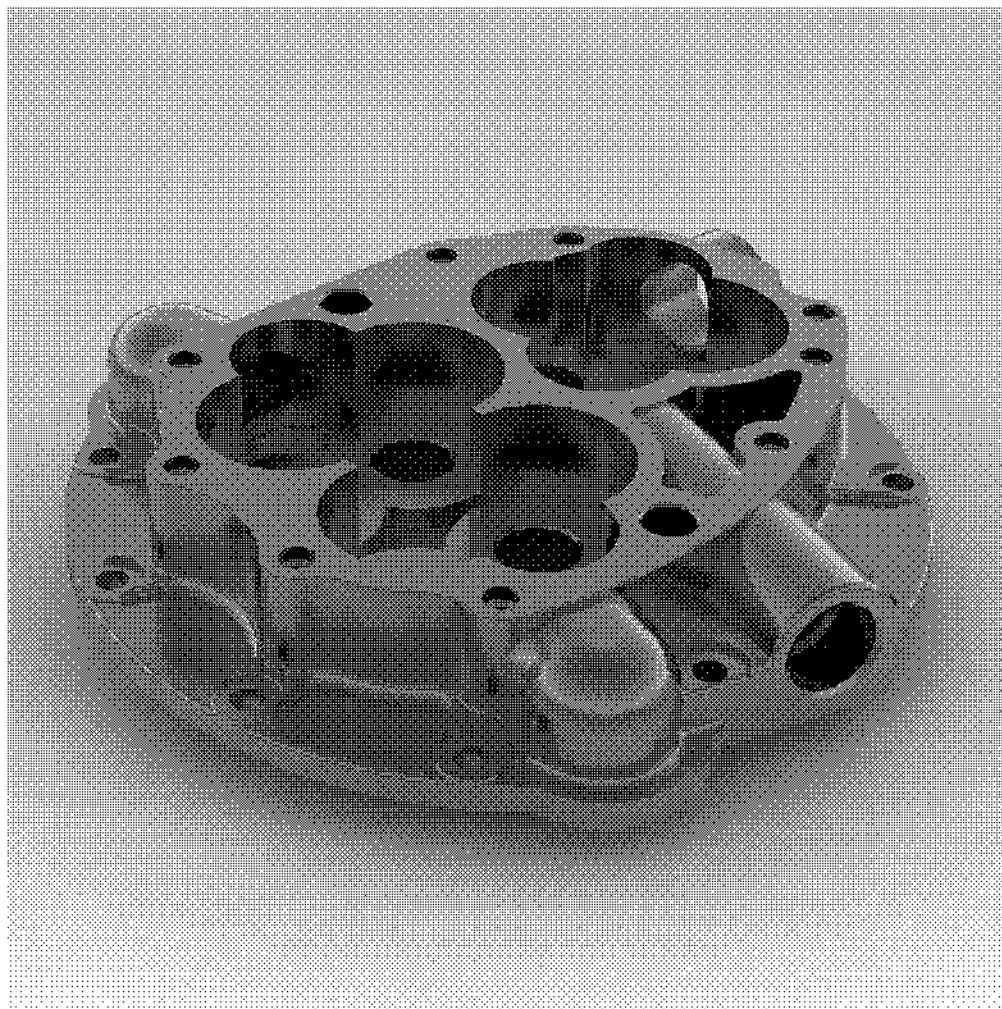


Рисунок 2 – CAD модель детали «Корпус масляного насоса»

## 1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

Детали представители необходимы для полной загрузки станка вследствие чего будет выше экономическая эффективность проектируемого производства.

На проектируемом участке обрабатываемые детали группируются исходя из схожести в конфигурации и методах обработки в условиях серийного производства (рисунок 3-6). На этом участке целесообразно применять оборудование, способное

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист  
12

обрабатывать всю номенклатуру деталей-представителей, и при этом имеющее высокую степень переналадки для повышения эффективности работы станка.

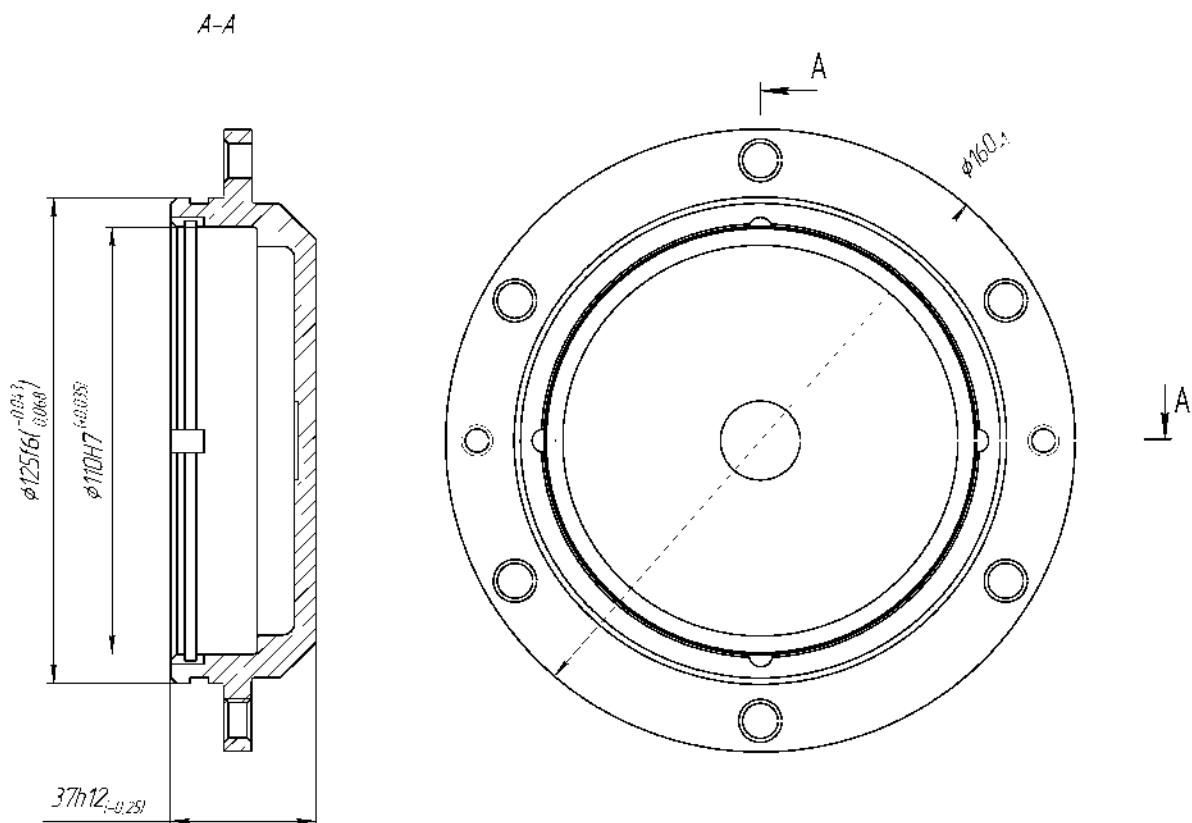


Рисунок 3 – Крышка

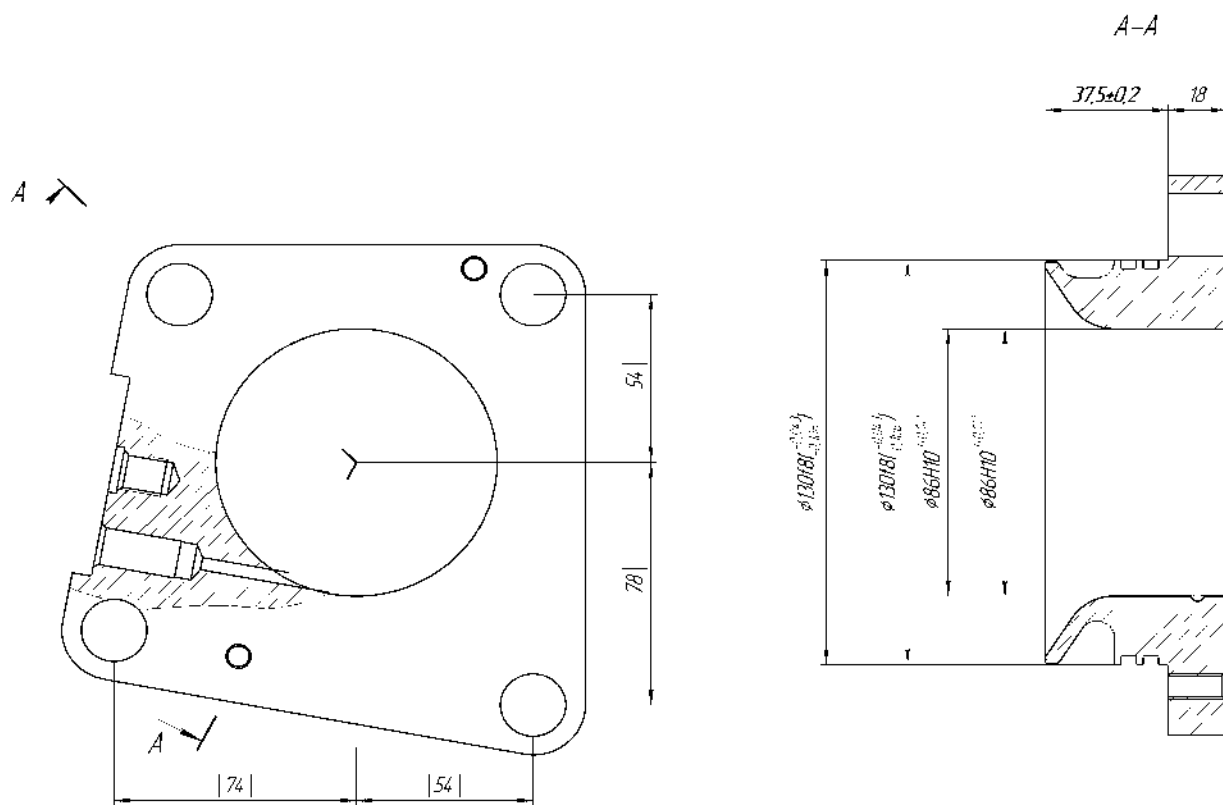


Рисунок 4 – Патрубок переходный

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист  
13

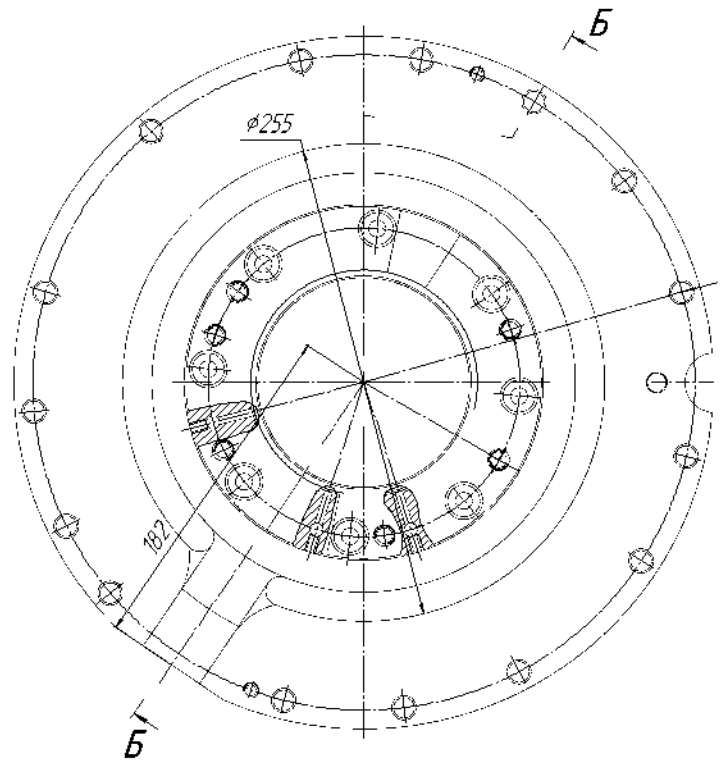
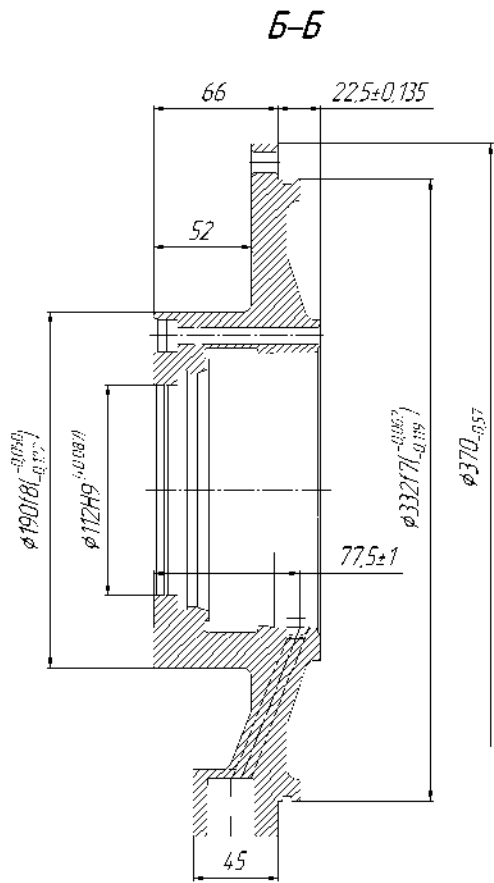


Рисунок 5 – Крышка опорная

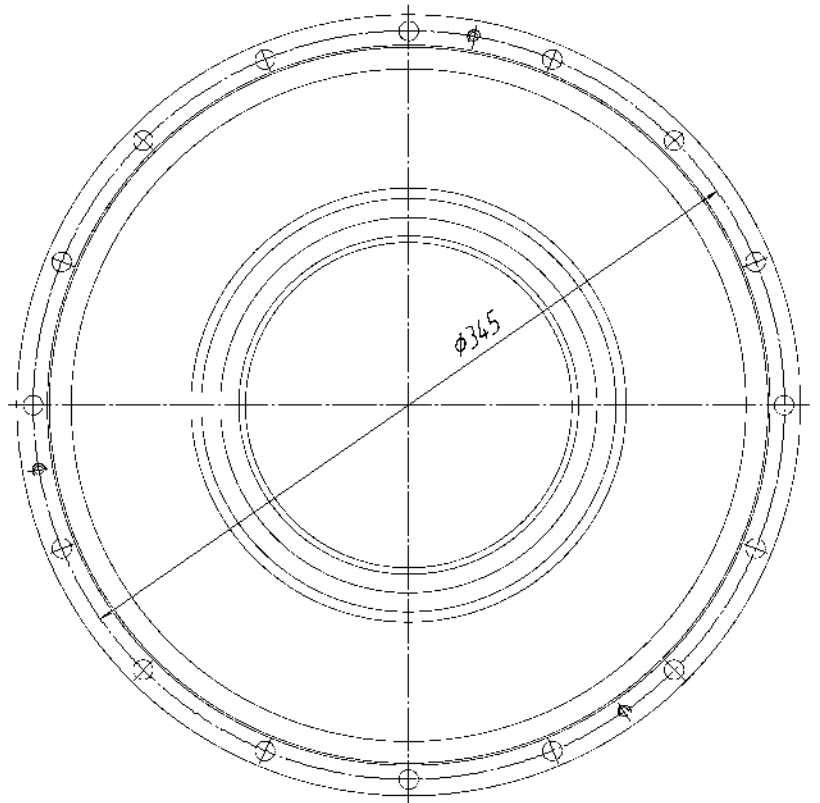
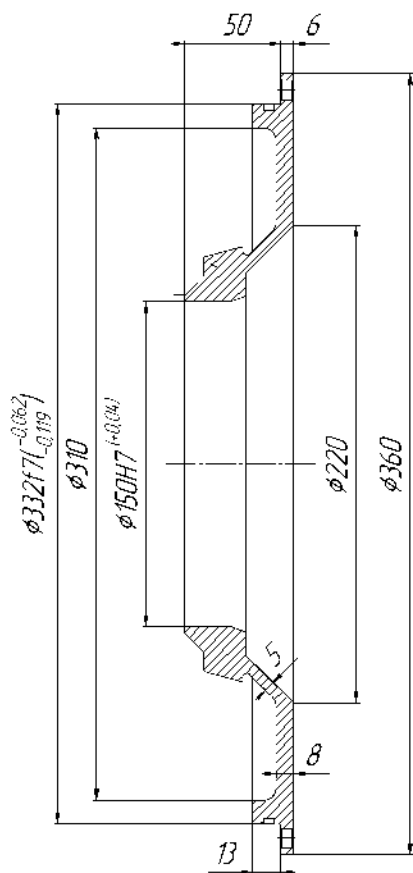


Рисунок 6 – Крышка

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

14

1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней

Крышка является составной частью корпуса, образуя замкнутую полость узла, предотвращая тем самым вытекание рабочих жидкостей, попадание инородных частиц на рабочие поверхности, а также служит для ориентации узлов относительно друг друга. Все детали представителя изготовлены из алюминиевого сплава. К техническим требованиям относится межосевое расстояние крепежных отверстий, что обеспечивает точность сборки. Также имеются высокие требования к плоскостности поверхностей, являющихся контактирующими с ответной деталью, для герметизации узла. Данные поверхности зачастую подвергаются обработке притиркой. К не менее точным поверхностям относятся посадочные диаметры.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ технологичности детали

Технологичность – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ [5].

Деталь изготавливается из алюминиевого сплава АК7ч(АЛ9) ГОСТ 1583-93, который предназначен для изготовления различных фасонных отливок различными способами литья (в песчаные формы, по выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением); отливок деталей приборов, корпусов, карбюраторов, работающих при температуре не выше 200 °С. Химический состав и механические свойства приведены в таблицах 3 и 4. Данный сплав отличается низкой пористостью, имеет хорошую коррозионную стойкость и удовлетворительную обрабатываемость резанием.

Вид заготовки – литье в металлические формы (кокиль). Все поверхности доступны для механической обработки. Наличие большого количества обрабатываемых поверхностей высокой точности (5отв.Ø24H7; 2отв. Ø15H7; Ø28H7; Ø190f7;  $42^{+0,042}_{-0,032}$ ) и технических требований, увеличивают трудоемкость изготовления. Так

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15



же на детали присутствуют необрабатываемые поверхности, что положительно сказывается на экономичности.

На детали присутствуют поверхности, обрабатываемые по седьмому качеству точности, что соответствует параметру шероховатости поверхности Ra=1,25 мкм, являющиеся основными рабочими поверхностями для подшипников, в которые входят ступицы рабочих шестерен.

В детали имеется большое количество отверстий в разных плоскостях, что подразумевает под собой использование различного станочного оборудования, специальных приспособлений и кондукторов.

В качестве количественной оценки технологичности детали используем коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки и среднюю шероховатость обработки поверхности. Данные для расчетов сводим в таблицы 1 и 2 показателей точности и шероховатости.

Таблица 1 – Показатели коэффициента точности

$T_i$	$N_i$	$T_i * N_i$
17	6	102
15	5	75
14	144	2016
13	5	65
12	4	48
11	1	11
7	6	42
<b>Итого</b>	<b>171</b>	<b>2359</b>

Коэффициент точности:

$$K_T = 1 - \left( \frac{1}{T_{\text{ср}}} \right), \quad (1)$$

где  $T_{cp}$  – средняя точность обработки детали.

$$T_{cp} = \frac{\sum(T_i n_i)}{\sum n_i}, \quad (2)$$

$T_i$  – точность обработки  $i$ -й поверхности;

$n_i$  – количество  $i$ -х поверхностей обработанных по соответствующему классу точности.

$$T_{cp} = \frac{2359}{171} = 13,8;$$

$$K_T = 1 - \left(\frac{1}{13,8}\right) = 0,93.$$

Таблица 2 – Показатели коэффициента шероховатости

$\text{Ш}_i$	$N_i$	$\text{Ш}_i * N_i$
20	6	120
10	25	250
5	2	10
2,5	9	22,5
1,25	2	2,5
Итого	44	405

Коэффициент шероховатости:

$$K_{\text{ш}} = 1 - \left(\frac{1}{\text{Ш}_{cp}}\right), \quad (3)$$

где  $\text{Ш}_{cp}$  – средняя точность обработки детали.

$$Ш_{cp} = \frac{\sum(Ш_i \cdot n_i)}{\sum n_i}, \quad (4)$$

$Ш_i$  – шероховатость  $i$ -й поверхности;

$n_i$  – количество  $i$ -х поверхностей с соответствующей шероховатостью.

$$Ш_{cp} = \frac{405}{44} = 9,2;$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{9,2} = 0,89.$$

Т.к.  $K_{ш} > 0,8$ , то исходя из рекомендаций можно сделать вывод, что деталь не относится к точным.

Коэффициент использования материала:

$$K_m = \frac{M_d}{M_3 + M_0} \geq 0,64, \quad (5)$$

где  $M_d$  – масса детали,

$M_{заг}$  – масса заготовки,

$M_0$  – масса отходов производства,

0,64 – уровень технологичности по ЕСТПП.

$$M_0 = 0,04 \cdot M_3 = 0,17, \quad (6)$$

$$K_m = \frac{3,6}{4,2 + 0,17} = 0,82.$$

Материал используется технологично.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

Таблица 3 – Химический состав АК7ч

Вид продукции	Массовая доля, %			
	основных компонентов			примесей, не более
	магния	кремния	алюминия	железа
Отливка	0,2-0,4	6,0-8,0	Основа	1,0

Таблица 4 – Механические свойства сплава АК7ч

Временное сопротивление разрыву, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю НВ, МПа
157(16,0)	2,0	50,0

## 2.2 Анализ действующего технологического процесса

В маршрутной карте анализируемого технологического процесса имеются следующие замечания: отсутствует код материала по классификатору, масса детали по конструкторскому документу, масса заготовки. Так же полностью отсутствуют данные об объёме производственной партии, коэффициент штучного времени, норма расхода и коэффициент использования материала, количество рабочих, разряд рабочего.

Описание операций действующего технологического процесса механической обработки представлено в таблице 5. Так же представлены операционные эскизы на рисунках 7-36. Поскольку корпус масляного насоса относится к 1 группе корпусных деталей, то использование плоских поверхностей в качестве основных баз, отверстий размещенных на максимально возможном удалении друг от друга и торцов для вспомогательных баз является верным решением для выбора комплекта баз механической обработки. Так на 005 операции обрабаты-

вается плоская поверхность и торец, используемые в последующей обработке, как основные базы. На 010 операции фрезеруется плоская поверхность, для последующего сверления отверстий без перекосов. На 020 операции, используя специальный кондуктор, в заготовке сверлятся отверстия, два из которых (наиболее точные), будут использоваться в качестве основы для ориентации детали в приспособлении, а остальные предназначены для крепления ответной детали. Все позиционные допуски и допуски перпендикулярности обеспечиваются проверенной оснасткой. Так же допускается выполнение данной операции на горизонтально-фрезерном станке с ЧПУ модификации ГФ2171С5. Дальнейшая механическая обработка ведется, следуя основным этапам построения технологических процессов, и содержит следующие операции:

1. Черновая и получистовая обработка рабочих поверхностей.
2. Механическая обработка (искусственное старение) для снятия внутренних напряжений.
3. Чистовая обработка рабочих плоскостей и отверстий.
4. Слесарная обработка, подгонка и регулировка, окончательное испытание и контроль.

Таблица 5 – Действующий порядок операций технологического процесса

№ оп.	Название операции	Оборудование
005	Токарная	Токарно – винторезный станок 26А–162К
010	Фрезерная	Карусельно–фрезерный станок ЛГ22
020	Сверлильная	Радиально–сверлильный станок 2М55
030	Сверлильная	Радиально–сверлильный станок 2М55
035	Сверлильная	Радиально–сверлильный станок 2М55
№ оп.	Название операции	Оборудование
045	Сверлильная	Вертикально–сверлильный станок 2М118
050	Агрегатная	Агрегатно–сверлильный станок КЛ–А888
055	Агрегатная	Специально-сверлильный станок 603.19
065	Сверлильная	Вертикально–сверлильный станок 2125

Продолжение таблицы 5

№ оп.	Название операции	Оборудование
070	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 680
080	Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2Н125
085	Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2225
090	Сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2М55
095	Притирочная	Притирочный стол
100	Токарная	Токарно-винторезный станок 26А 162К
105	Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2125
120	Контроль	Стол контрольный
125	Сборка	Верстак
130	Сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2А55
135	Сборка	Верстак
140	Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2135
145	Расточная	Спец. расточной станок ВВFX051-0362
155	Контроль	Стол контрольный
160	Разборка	Верстак
165	Токарная	Токарно-револьверный станок R5
175	Расточная	Расточной станок FB7014
175-1	Токарная	Токарно-револьверный станок R5
185	Сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2М55
190	Сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2М55
195	Сборка	Верстак
205	Сборка	Верстак
210	Притирочная	Притирочный стол
225	Контроль	Стол контрольный
230	Сборка	Верстак
235	Испытательная	Стенд Н778

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Продолжение таблицы 5

245	Контроль	Стол контрольный
255	Консервация	Верстак

Так же в маршрутной карте имеются транспортировочные операции, операции промывки и сушки детали.

Действующий на предприятии технологический процесс механической обработки детали корпуса масляного насоса имеет подробную технологическую документацию с оформлением операционных эскизов и тщательным заполнением операционных карт.

При анализе операционных карт механической обработки были выявлены следующие замечания: отсутствует материал, твердость, масса детали, профиль и размеры исходной заготовки, масса заготовки, СОЖ и номер позиции инструментальной наладки. Данные замечания присутствуют на всех операционных картах.

Для данного технологического процесса на всех операционных эскизах выполнена необходимая проекция, на главной проекции заготовка показана в положении, которое она имеет, если на нее смотреть со стороны рабочего места у станка. Все обрабатываемые поверхности выделены, указаны размеры, их предельные отклонения. Обозначение опор и зажимов выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ.

На всех операционных эскизах обозначение неуказанной шероховатости не соответствует ГОСТ 2.309-73.

Далее проанализируем режимы резания[2].

Токарная (005) – подрезка торца.

Глубина резания  $t=2,0$  мм;

Подача  $S=2,5$  мм/об;

Диаметр обработки  $d=260$  мм.

Скорость резания рассчитана по формуле 7:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^{x \cdot S^y}} \cdot K_v} = \frac{285}{40^{0,2} \cdot 2^{0,18} \cdot 2,5^{0,45}} \cdot 2,7 = 453 \frac{\text{м}}{\text{мин}}; \quad (7)$$

где  $K_v = K_{\mu v} \cdot K_{Пv} \cdot K_{uv} = 1 \cdot 1 \cdot 2,7 = 2,7$  – поправочный коэффициент;

$K_{\mu v} = 1$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Пv} = 1$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{uv} = 2,7$  – коэффициент, учитывающий состояние инструментального материала.

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{453 \cdot 1000}{3,14 \cdot 260} = 554 \frac{\text{об}}{\text{мин}}; \quad (8)$$

В операционной карте действующего технологического процесса указана подача  $S=0,4$  мм/об; глубина резания  $t=2,0$  мм; скорость резания  $v=150,3$  м/мин. Сравнивая расчетные данные с действующими, можно сделать вывод, что режим резания на черновую обработку торца занижен, и требует корректировки. Расчет производится по формулам 7 и 8.

Сверлильная (020) – сверление отверстий.

Подача  $S=0,44$  мм/об, с учетом глубины сверления  $l < 7D$ ;

Диаметр сверления  $D=12$  мм;

Глубина сверления  $L=70$  мм.

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{40,7 \cdot 12^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,44^{0,4}} \cdot 0,7 = 44 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

где  $K_v = K_{\mu v} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,7$  – поправочный коэффициент;

$K_{\mu v} = 1$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

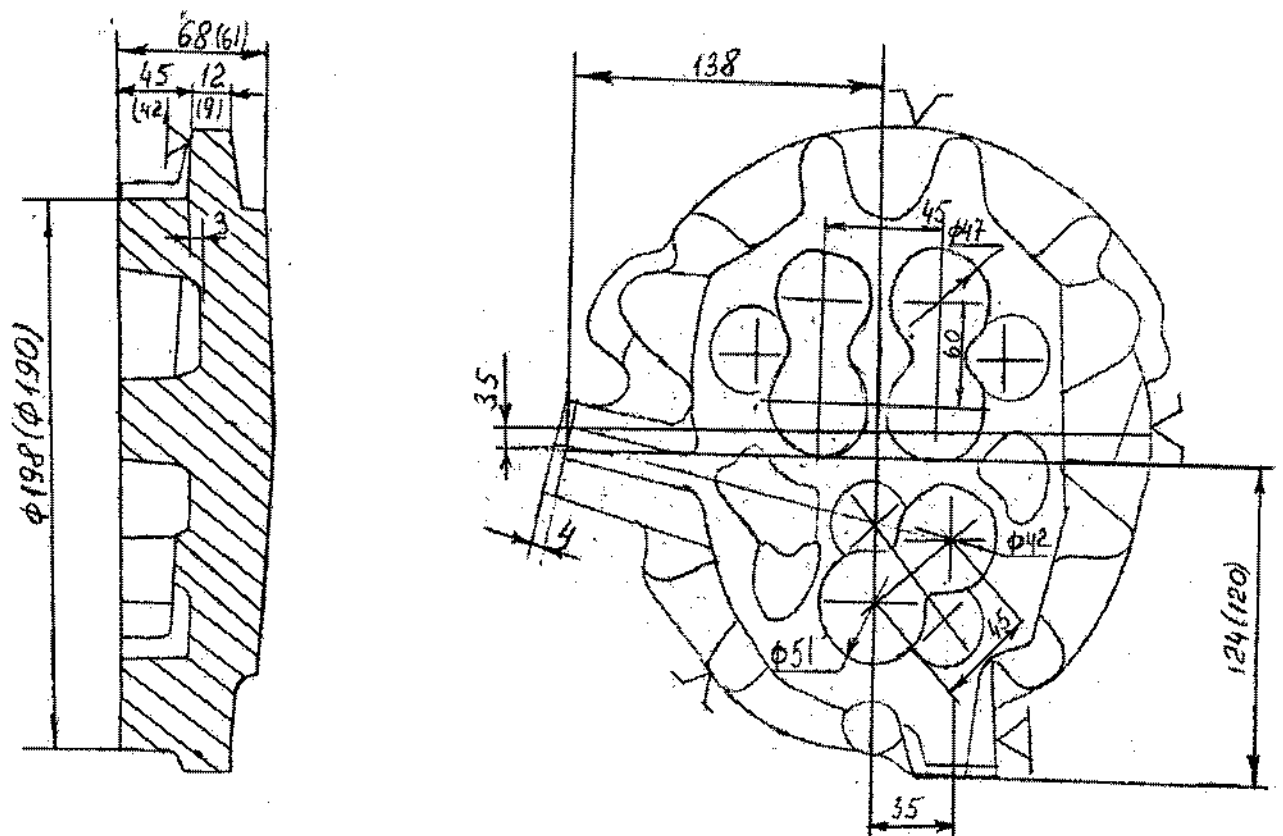
$K_{uv} = 1$  – коэффициент на инструментальный материал;

$K_{lv} = 0,7$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления.



$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{44 \cdot 1000}{3,14 \cdot 12} = 1167 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

В операционной карте действующего технологического процесса сверлильной операции указана подача  $S=0,16$  м/об; глубина сверления  $L=70$  мм; скорость резания  $v=47,2$  мм/мин. Сравнивая с расчетными данными, можно сделать вывод, что режим резания подобран, верно, и не требует корректировки.



1. Литейные уклоны, не более  $2^\circ$
2. Неуказанные литейные радиусы 5...6 мм.
3. Допускается местное утонение или утолщение стенок до 1,5 мм на площади не более 3 см<sup>2</sup>
4. Точность отливки 11-0-0-10 ГОСТ 26645-85
5. Допускаются остатки от приливов до 5 мм.
6. Допускается остаток облоя толщиной до 2 мм, выступающий за контур отливки до 1,5 мм
7. Допускаются следы от выталкивателей 13 мм
8. V – базы механической обработки

Рисунок 7 – Эскиз заготовки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

24

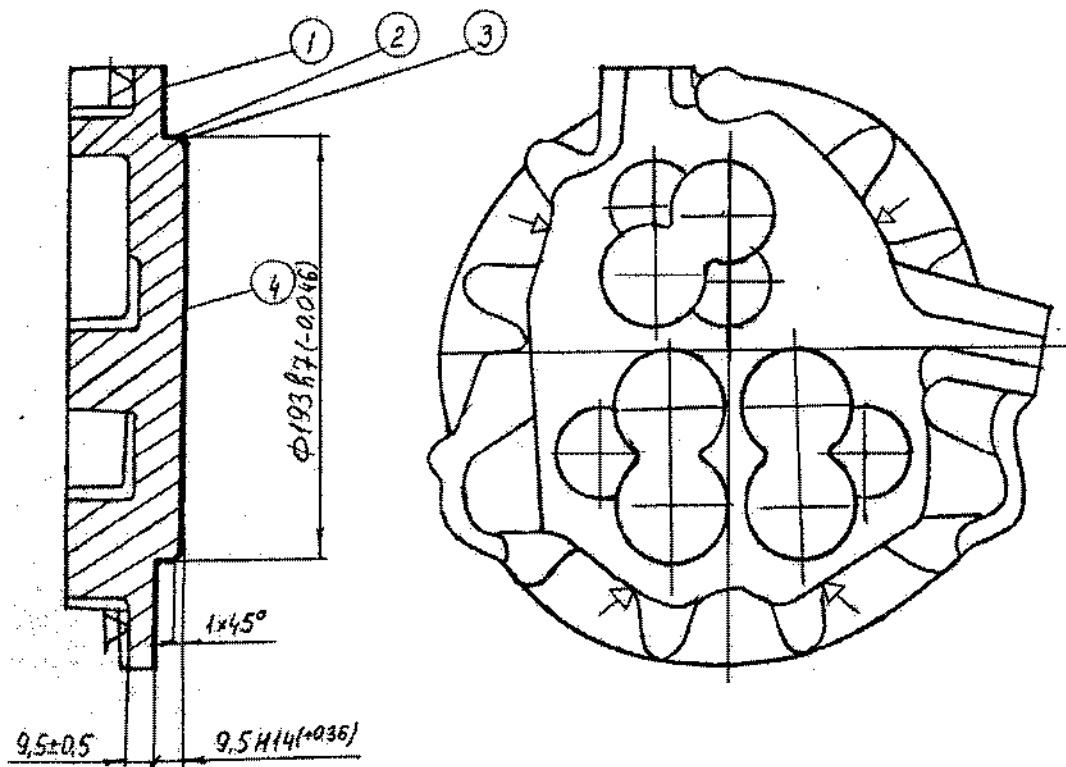


Рисунок 8 – Операционный эскиз на 005 операцию

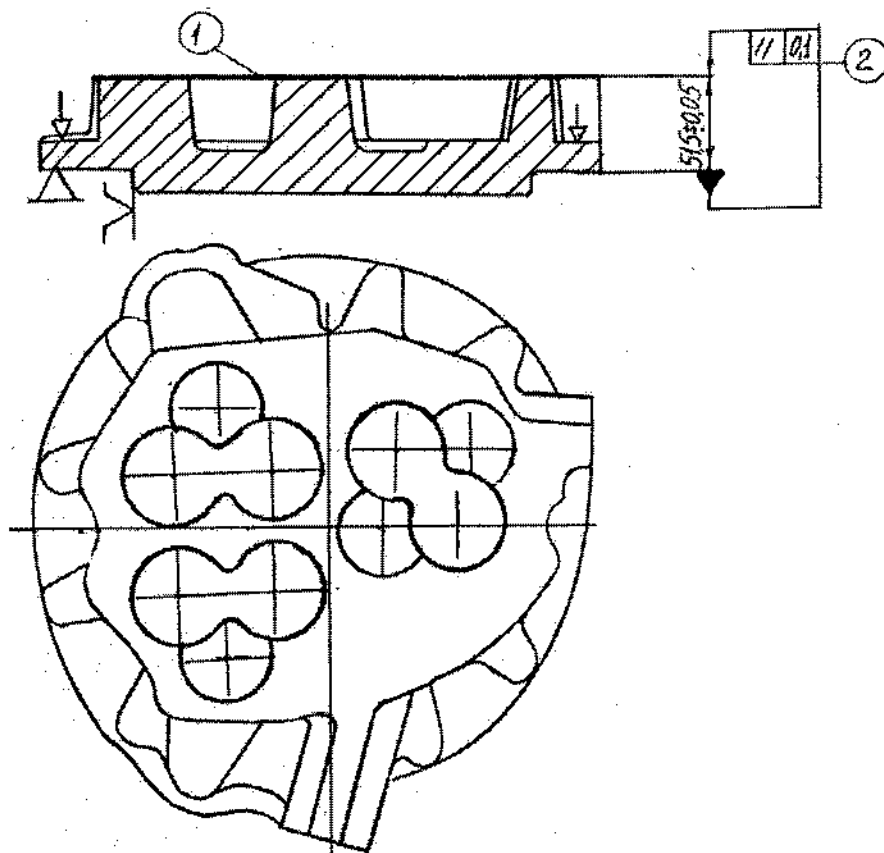


Рисунок 9 – Операционный эскиз на 010 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист  
25

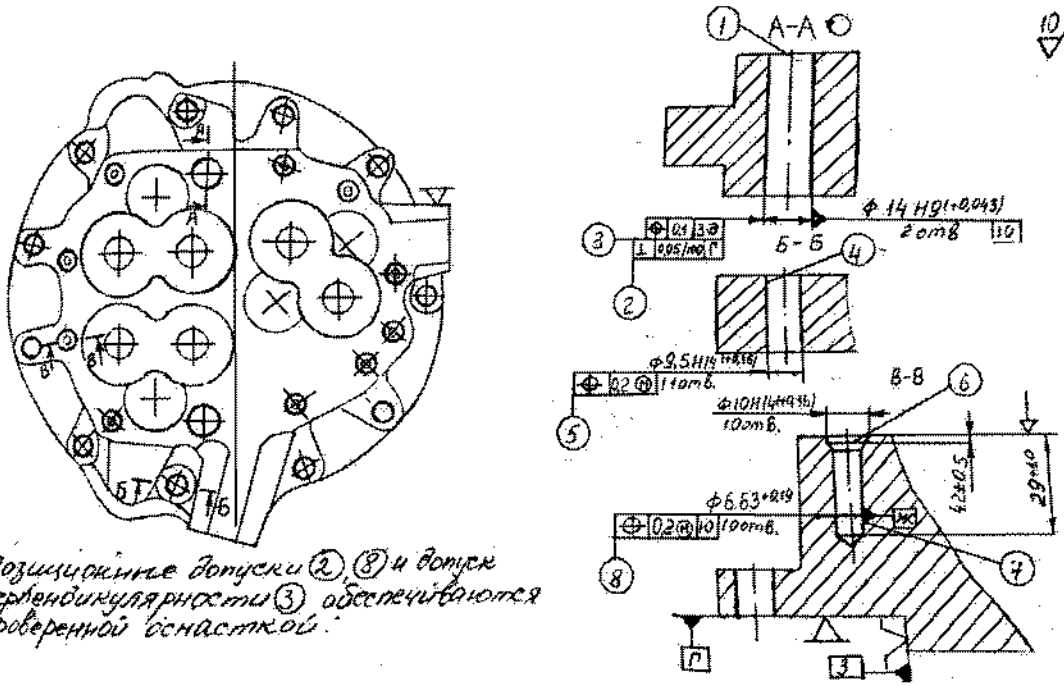
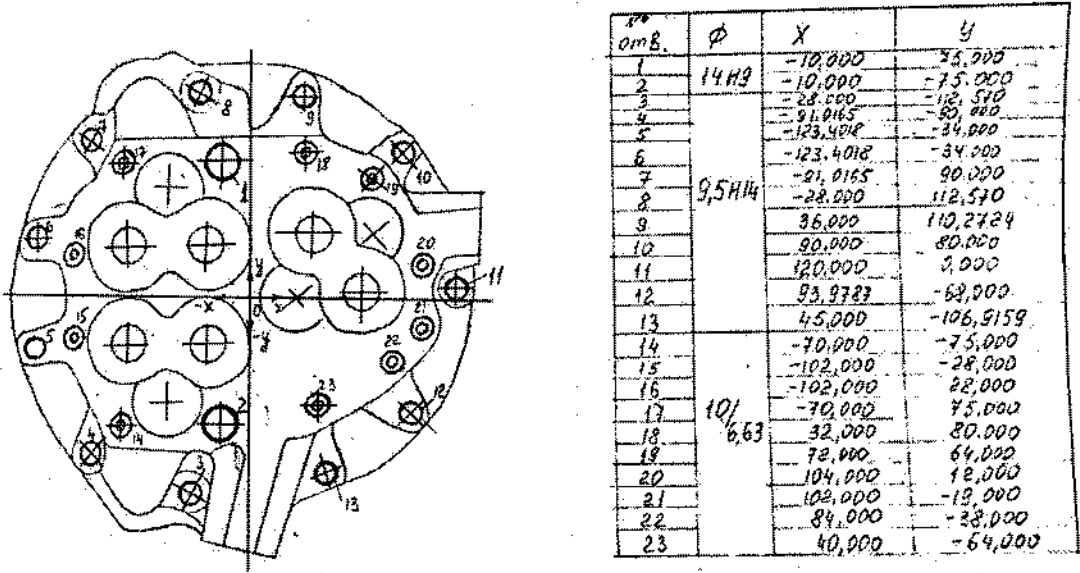


Рисунок 10 – Операционный эскиз на 020 операцию



Допускается операцию выполнять на станке гориз-фрез УПУ мод ГФ217/СЗ

Рисунок 11 – Операционный эскиз на 020 операцию (продолжение)

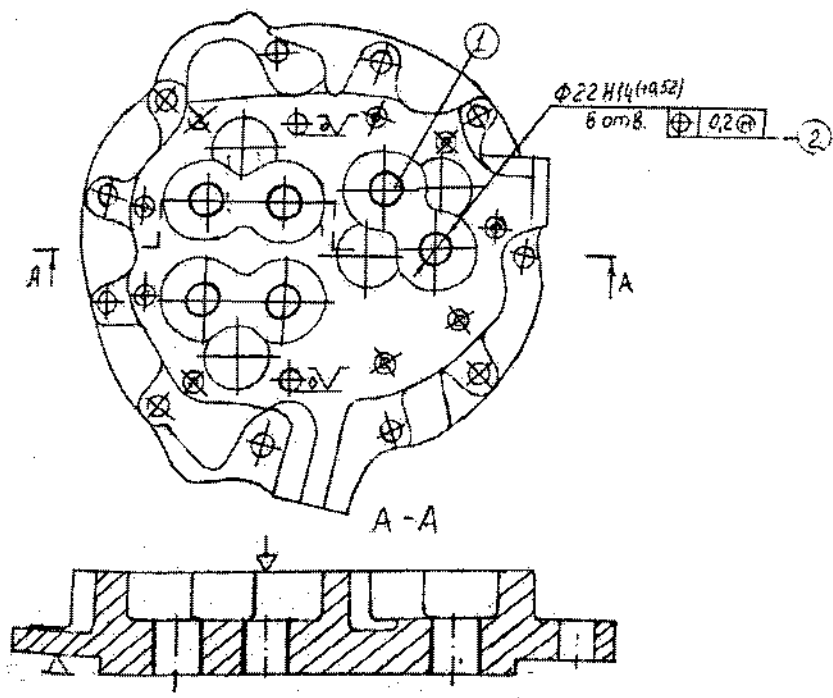
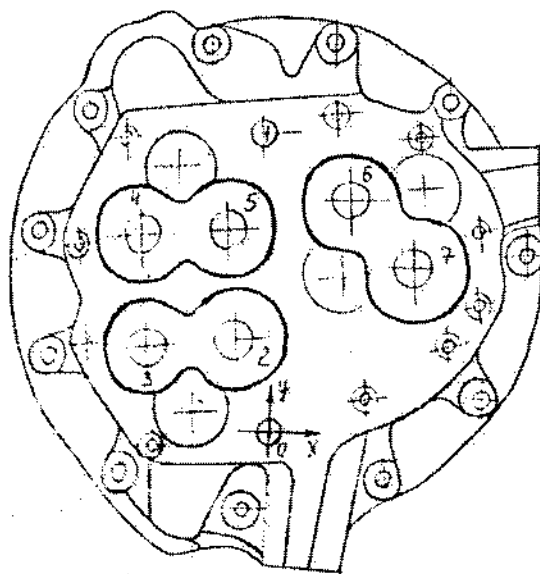


Рисунок 12 – Операционный эскиз на 030 операцию



№ отв.	$\phi$	x	y
0		0,000	0,000
1	14H8	0,000	150,000
2	52	-8,000	45,000
3		-53,000	45,000
4		-53,000	105,000
5		-8,000	105,000
6		47H14	51,6493
7	57H14	78,000	75,000

Рисунок 13 – Операционный эскиз на 030 операцию (продолжение)

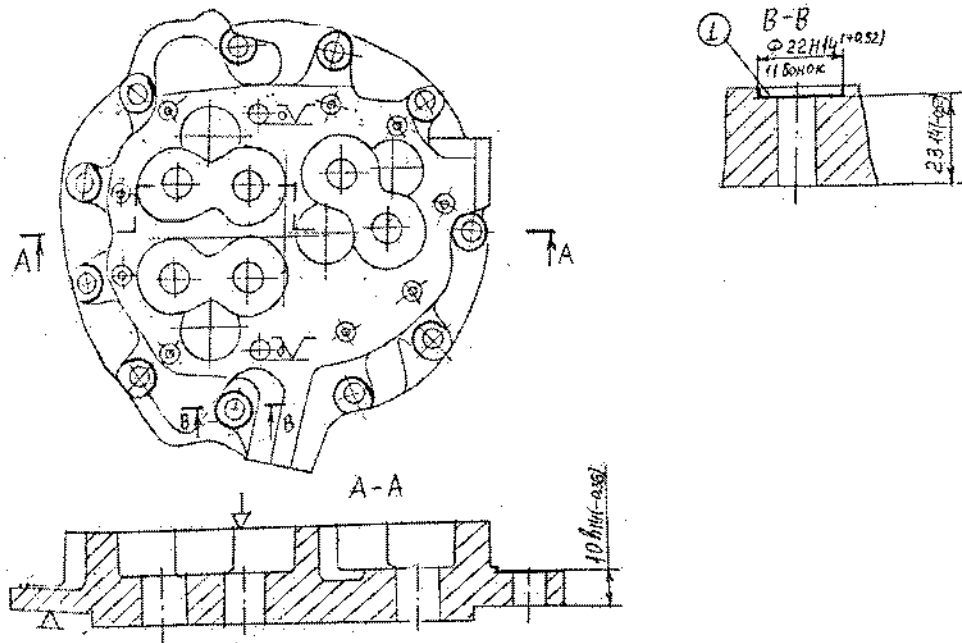


Рисунок 14 – Операционный эскиз на 035 операцию

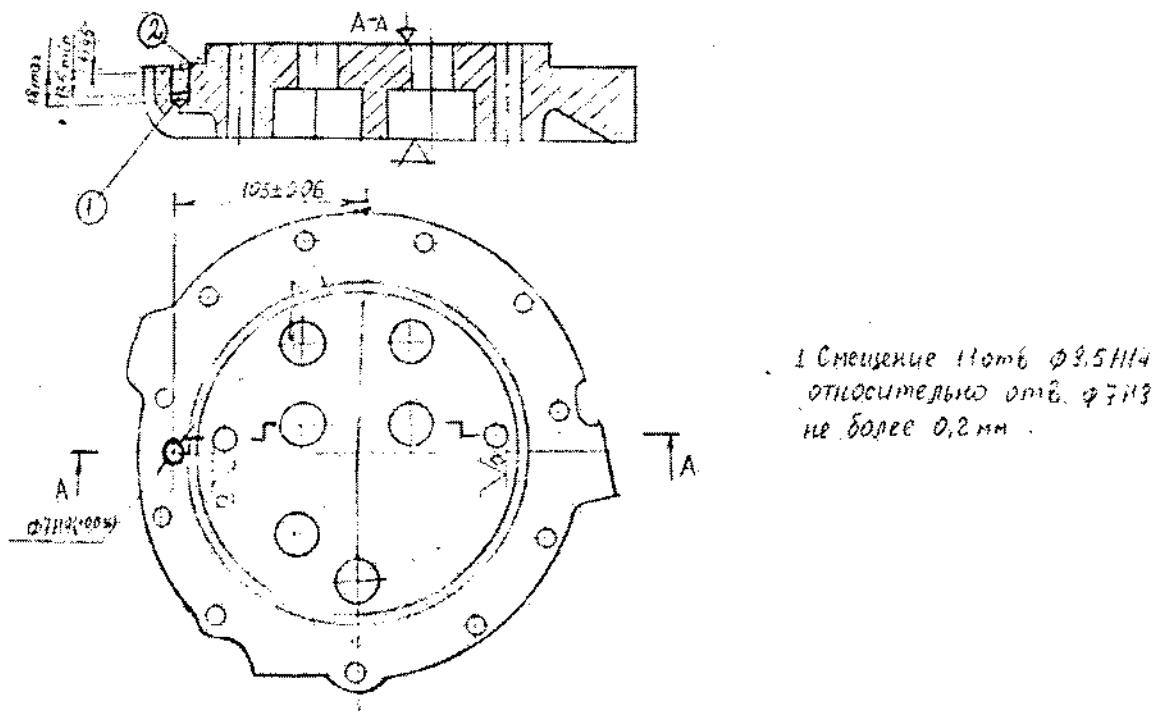


Рисунок 15 – Операционный эскиз на 045 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

28

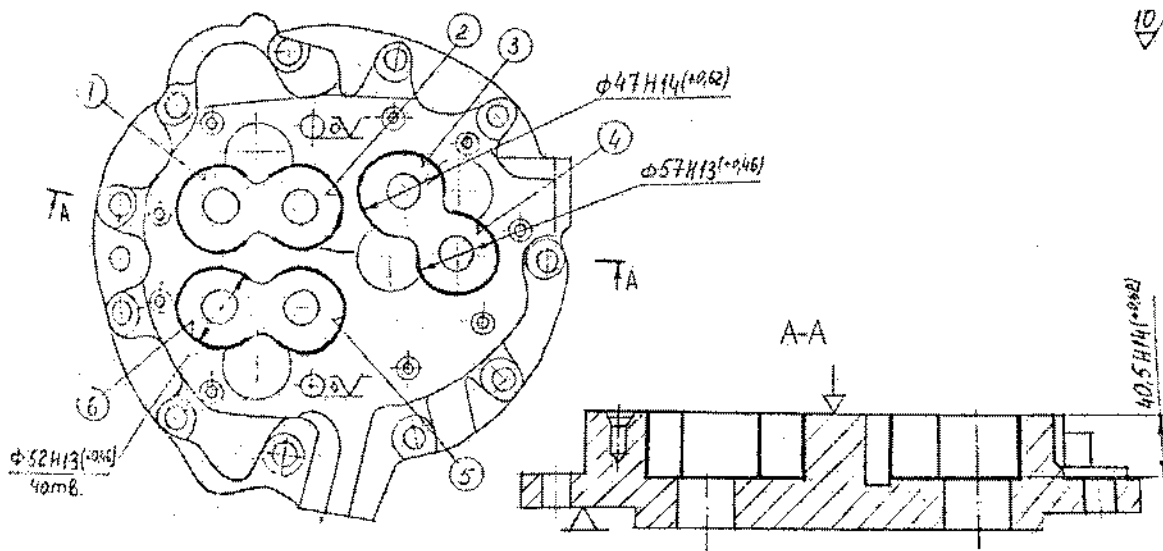
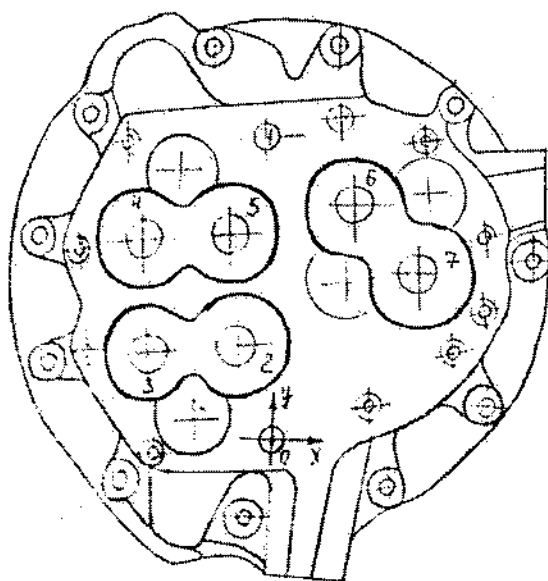


Рисунок 16 – Операционный эскиз на 050 операцию



№ отб.	$\phi$	X	Y
0	14H8	0,000	0,000
1		0,000	150,000
2		-8,000	45,000
3	52	-53,000	45,000
4		-53,000	105,000
5		-8,000	105,000
6	47H14	51,6493	111,4779
7	57H14	78,000	75,000

Рисунок 17 – Операционный эскиз на 050 операцию (продолжение)

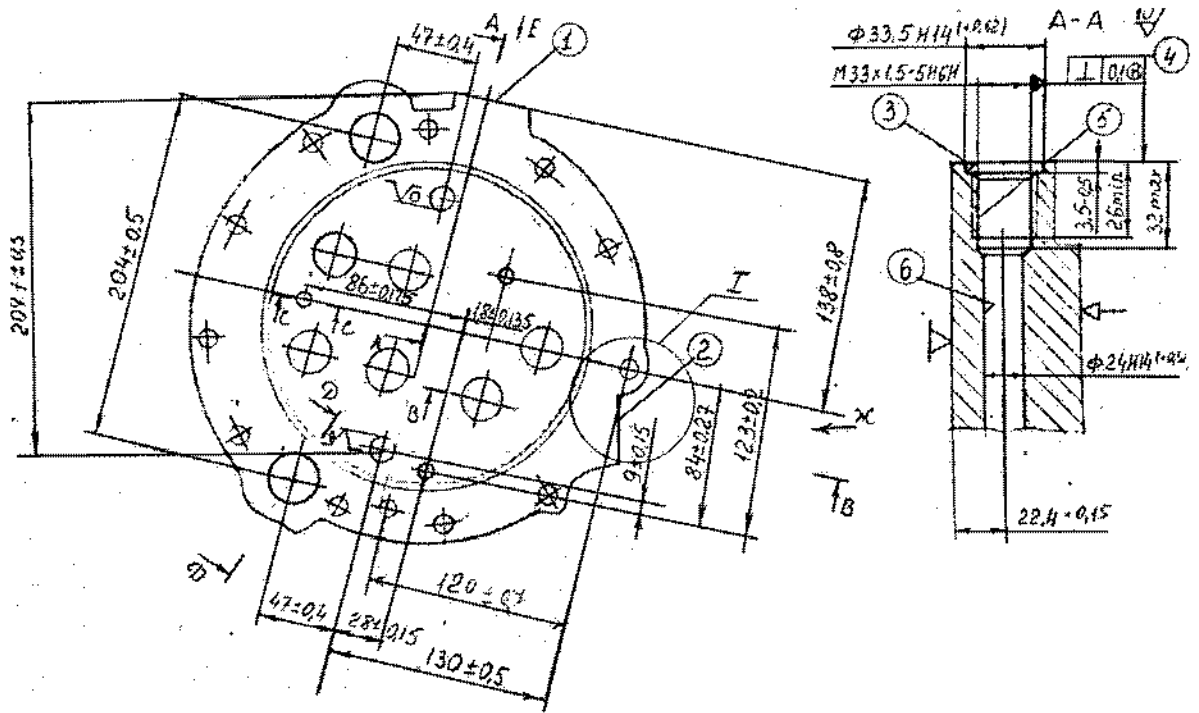


Рисунок 18 – Операционный эскиз на 055 операцию

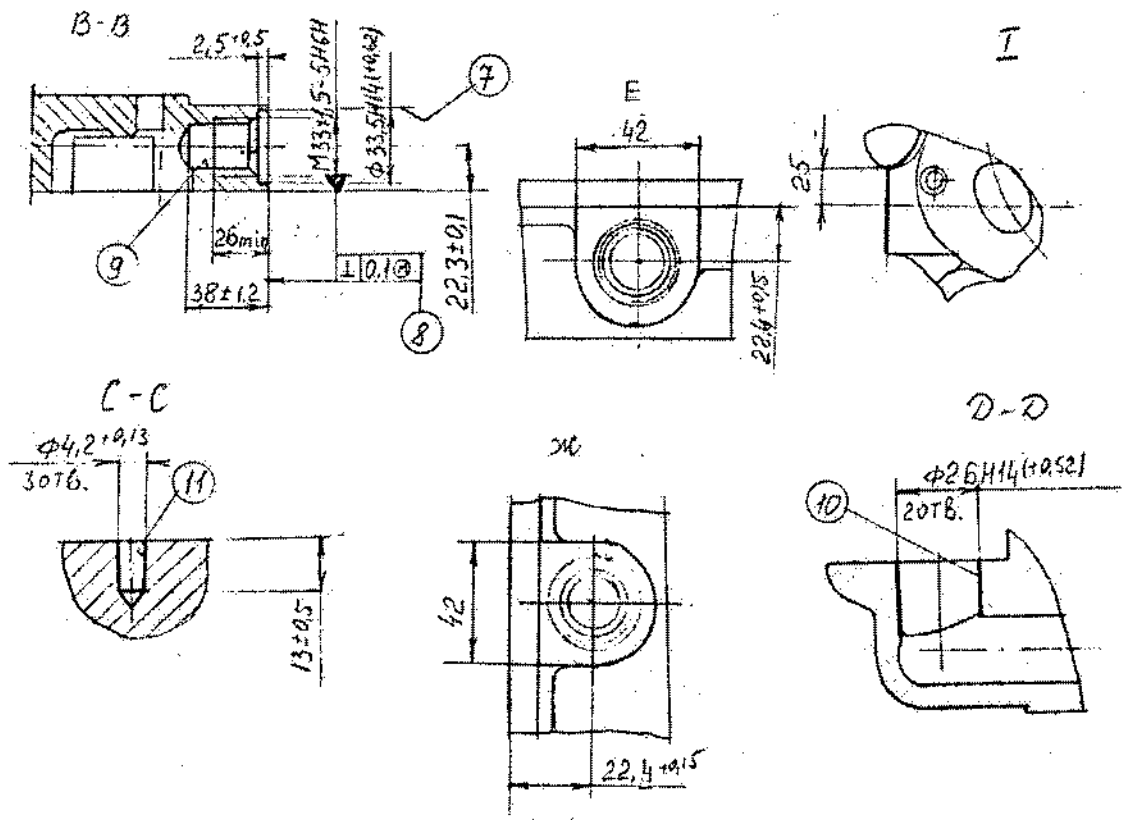


Рисунок 19 – Операционный эскиз на 055 операцию (продолжение)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

30

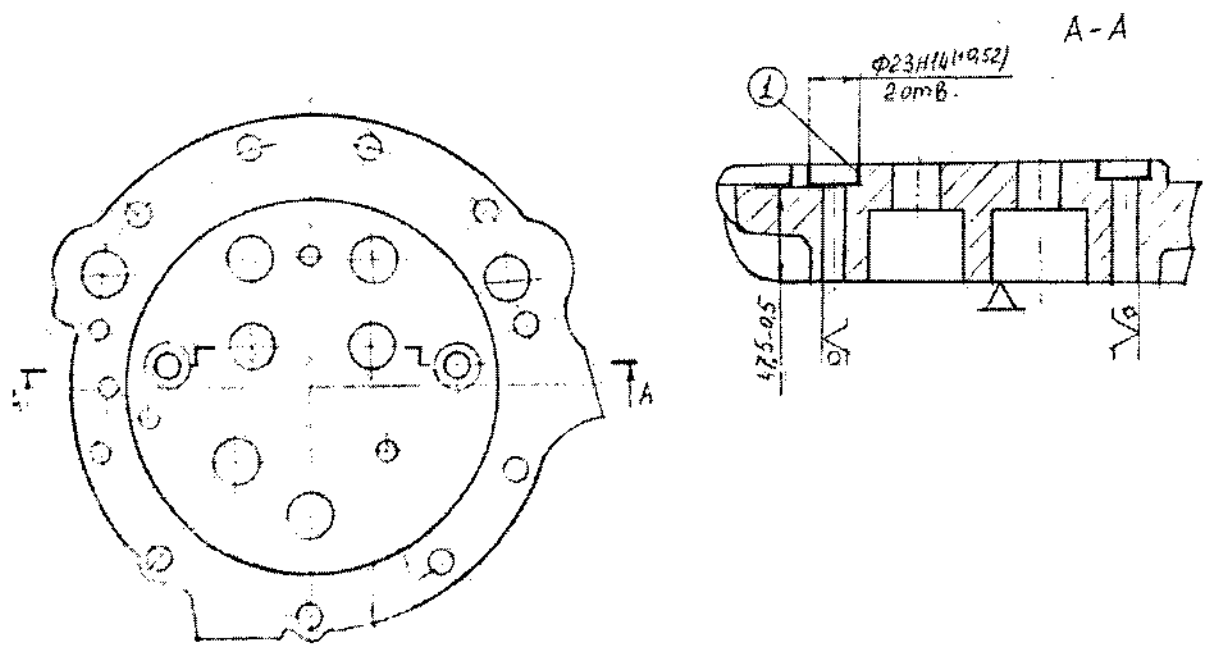


Рисунок 20 – Операционный эскиз на 065 операцию

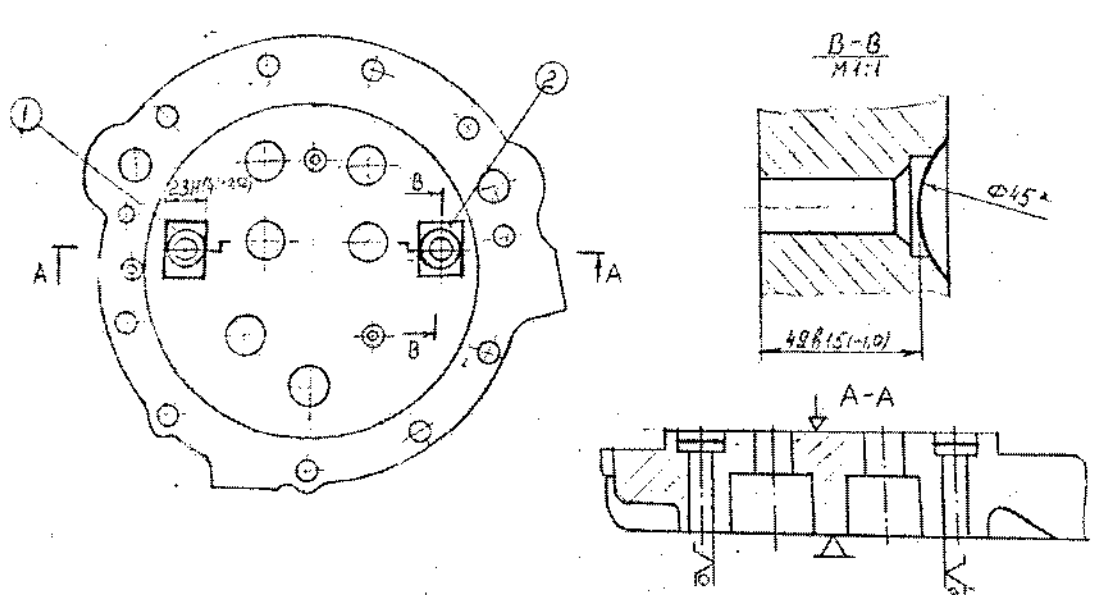


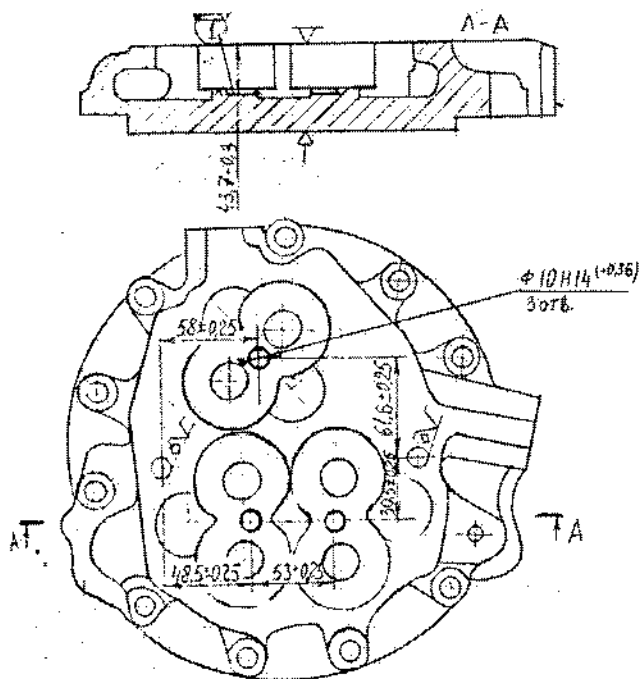
Рисунок 21 – Операционный эскиз на 070 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

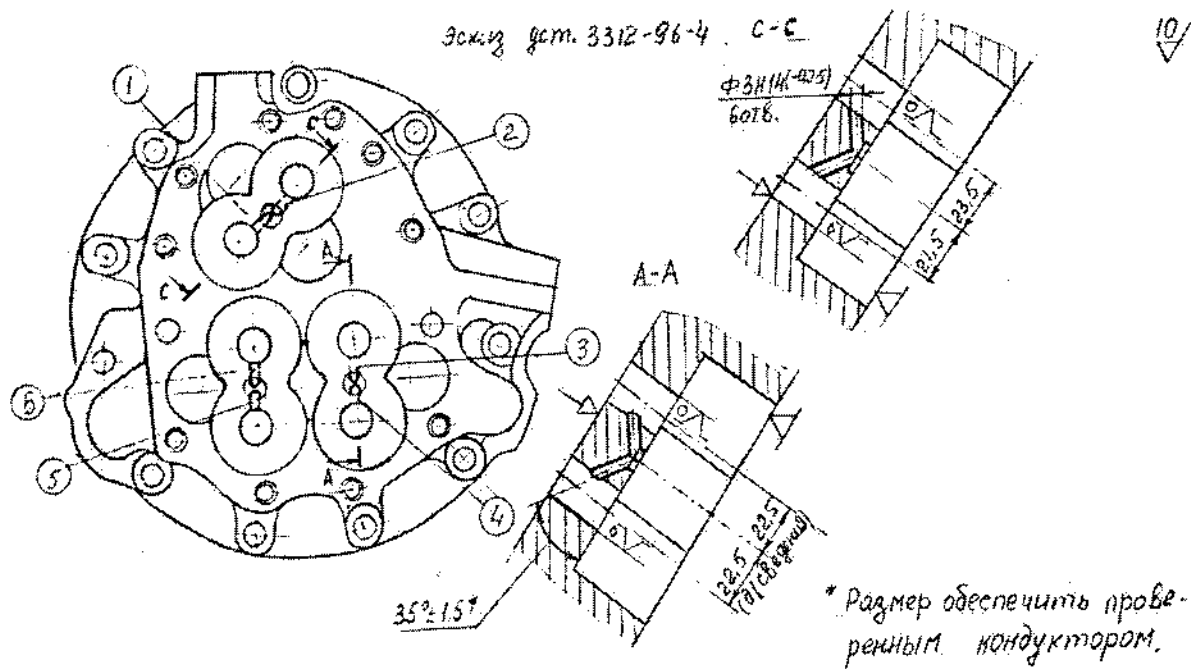
Лист  
31





20/

Рисунок 22 – Операционный эскиз на 080 операцию



10/

Рисунок 23 – Операционный эскиз на 085 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист  
32

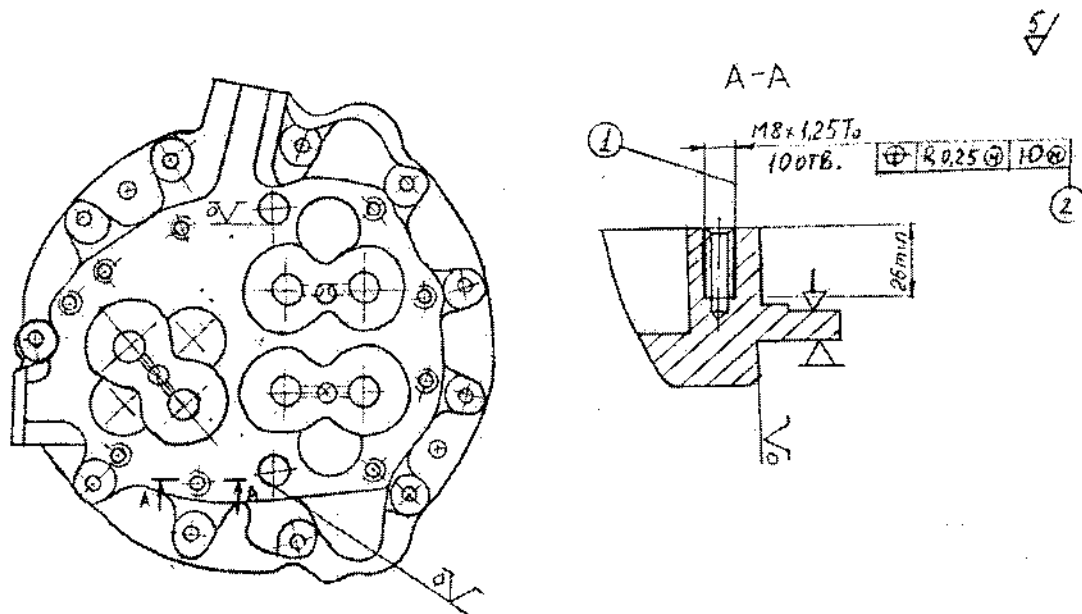


Рисунок 24 – Операционный эскиз на 090 операцию

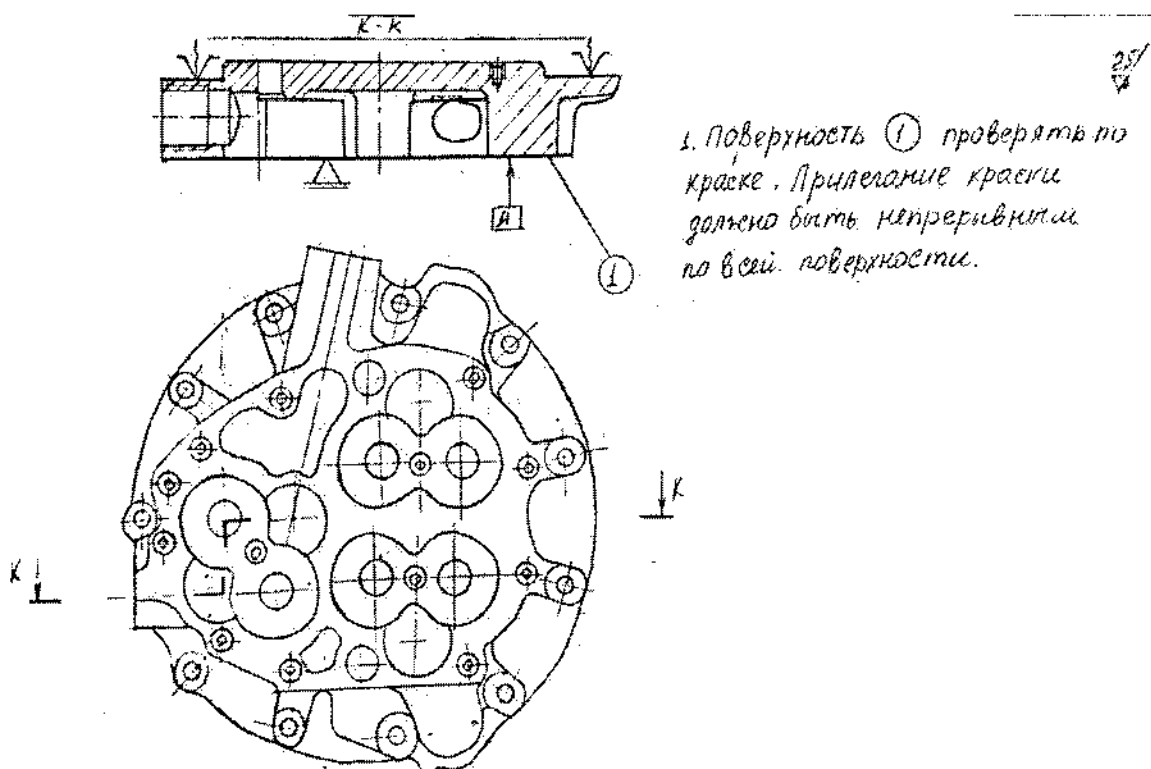


Рисунок 25 – Операционный эскиз на 095 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист  
33

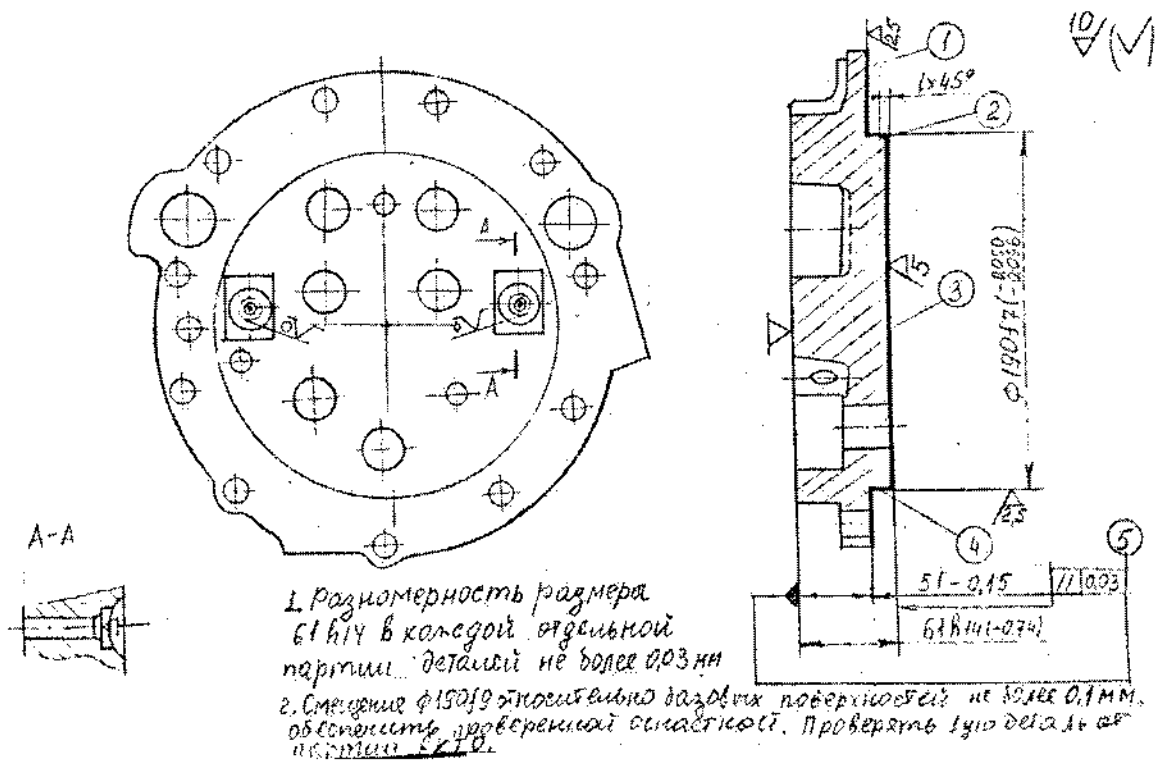


Рисунок 26 – Операционный эскиз на 100 операцию

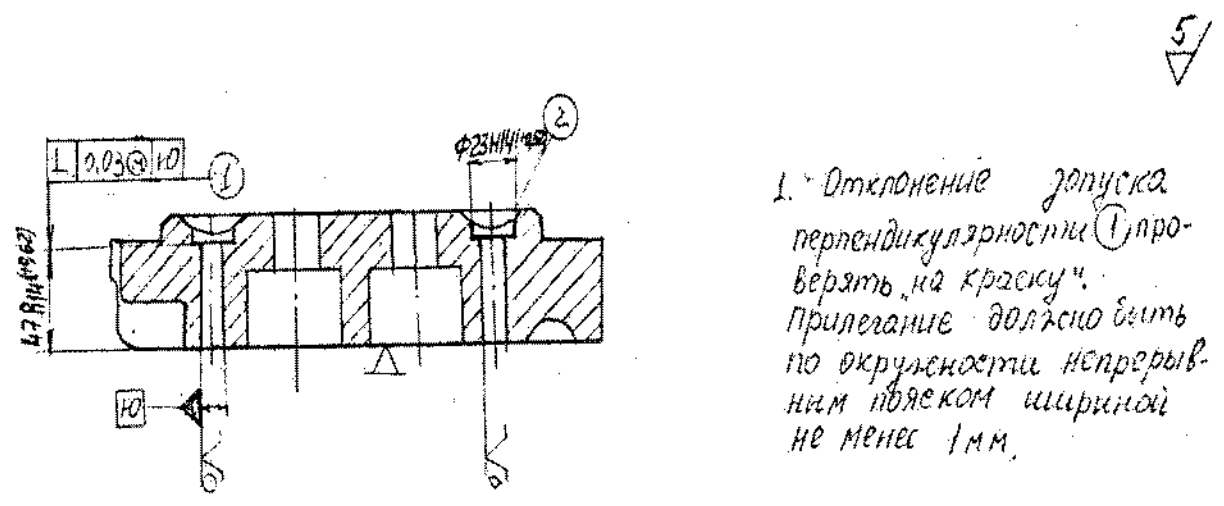


Рисунок 27 – Операционный эскиз на 105 операцию

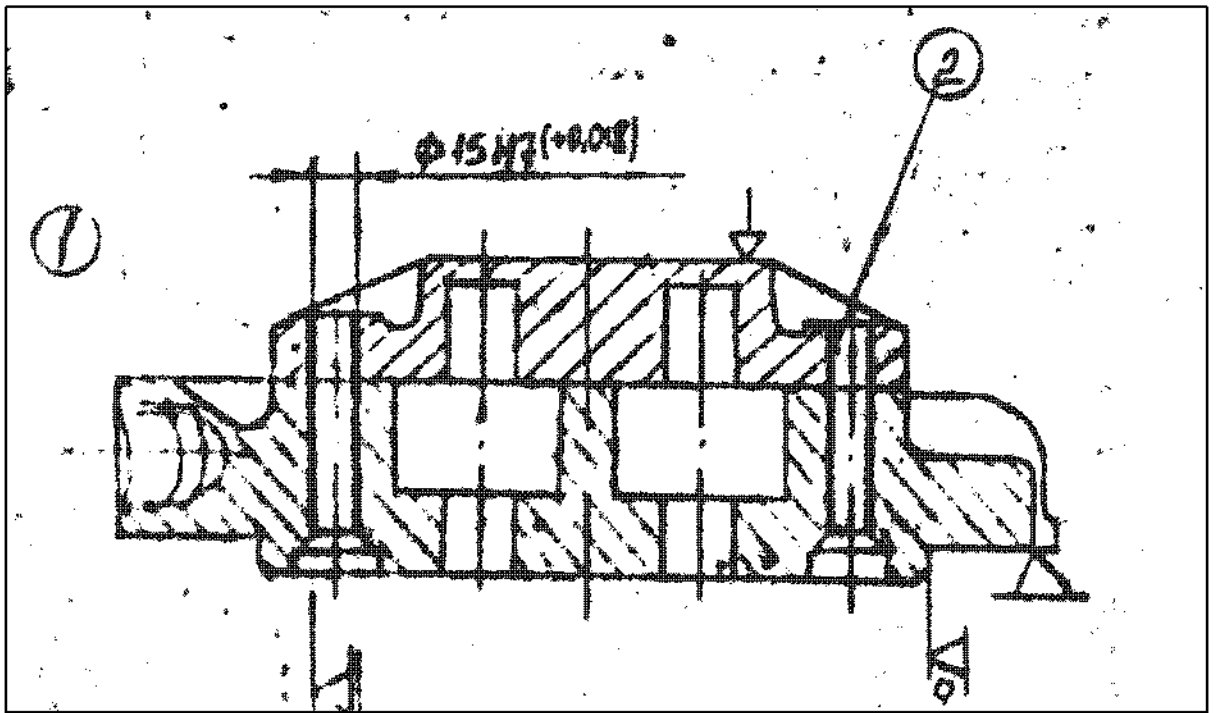


Рисунок 28 – Операционный эскиз на 130 операцию

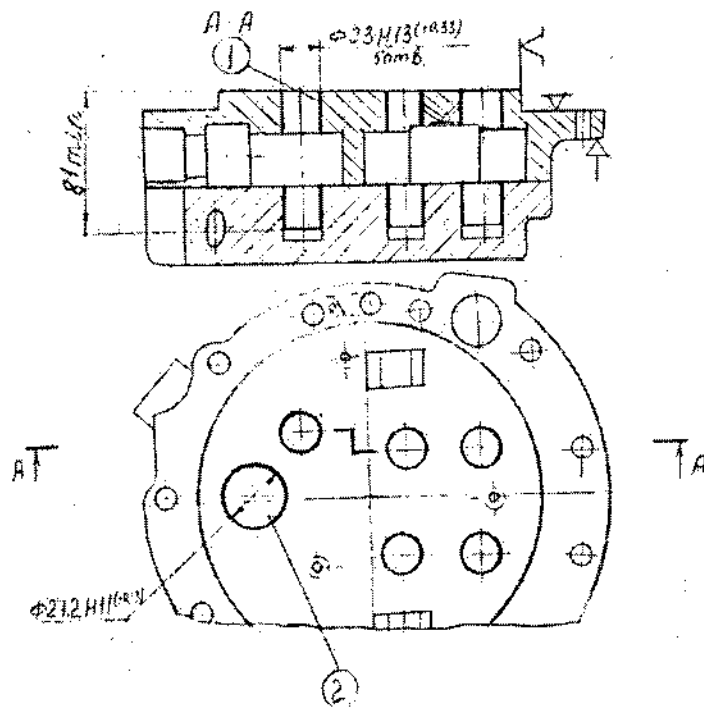


Рисунок 29 – Операционный эскиз на 140 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

35

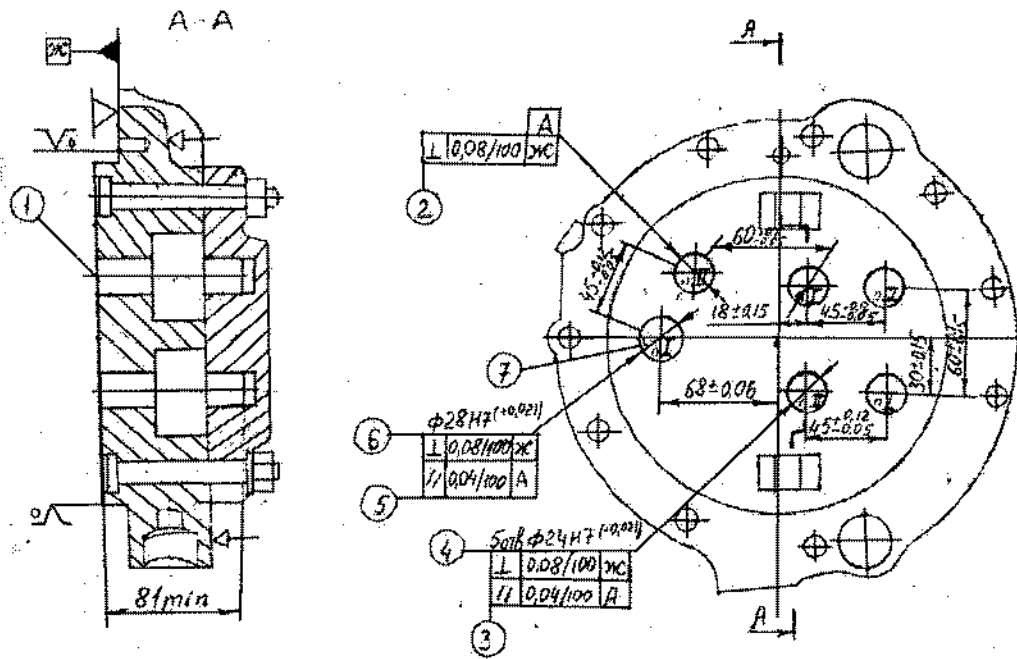


Рисунок 30 – Операционный эскиз на 145 операцию

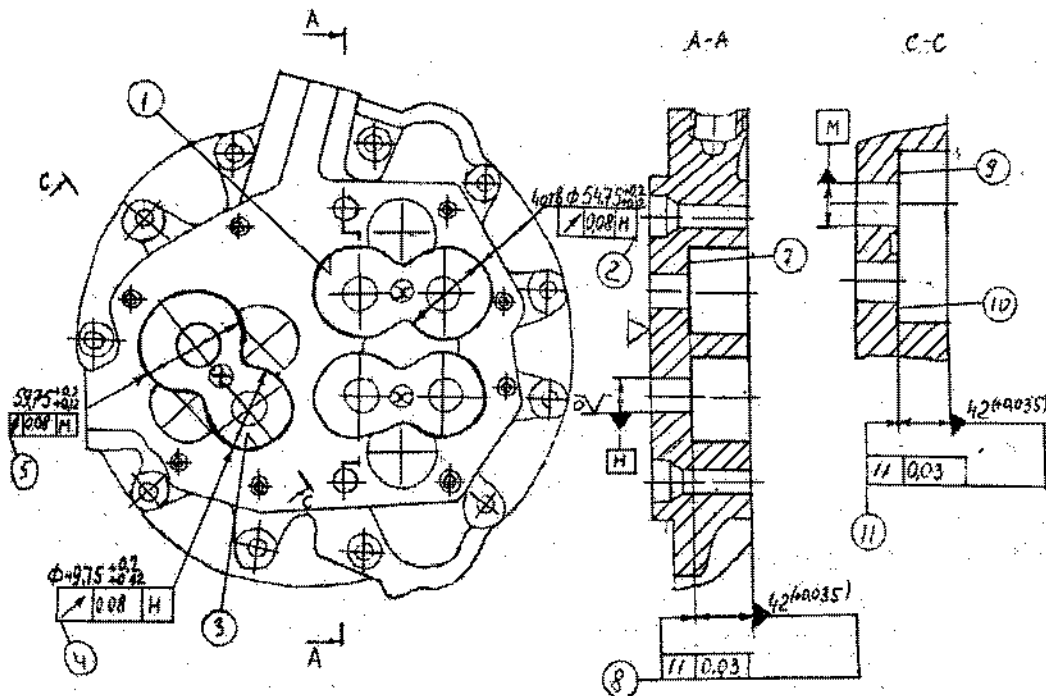


Рисунок 31 – Операционный эскиз на 165 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

36

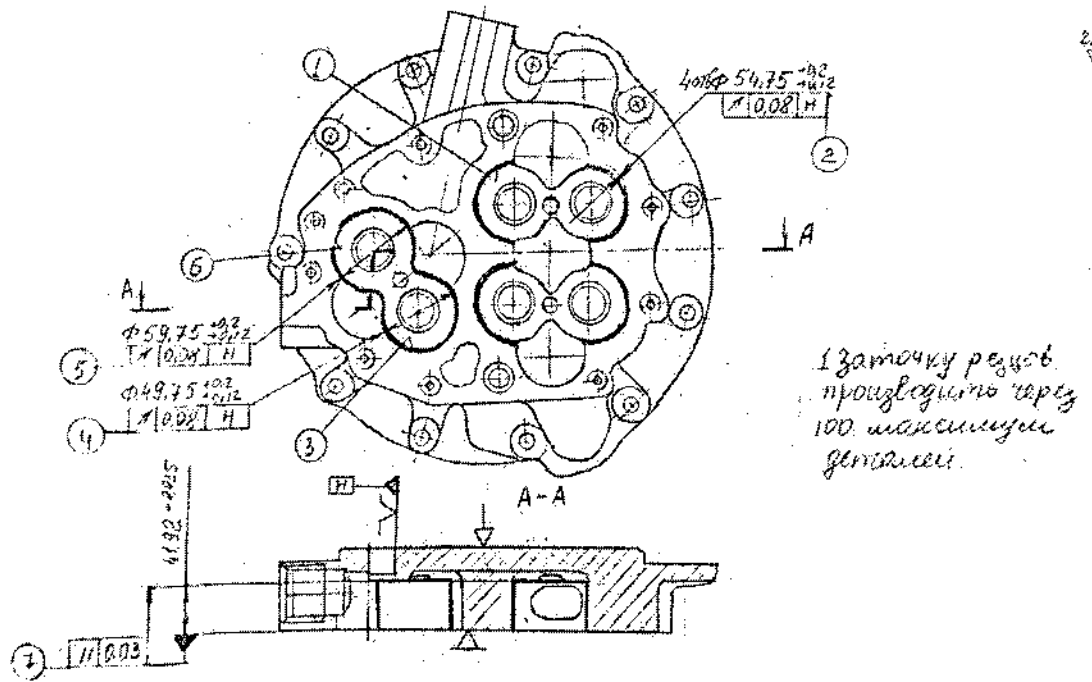


Рисунок 32 – Операционный эскиз на 175 операцию

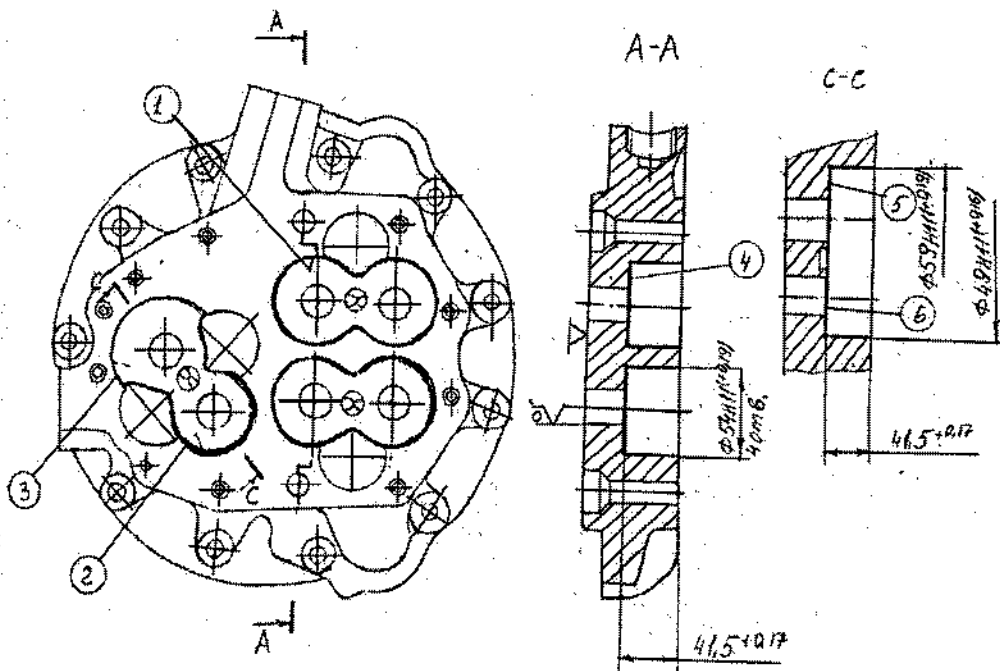


Рисунок 33 – Операционный эскиз на 175-1 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

37

5/

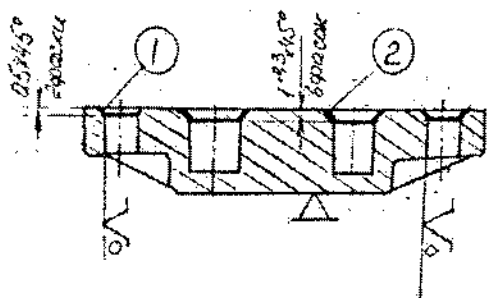


Рисунок 34 – Операционный эскиз на 185 операцию

5/

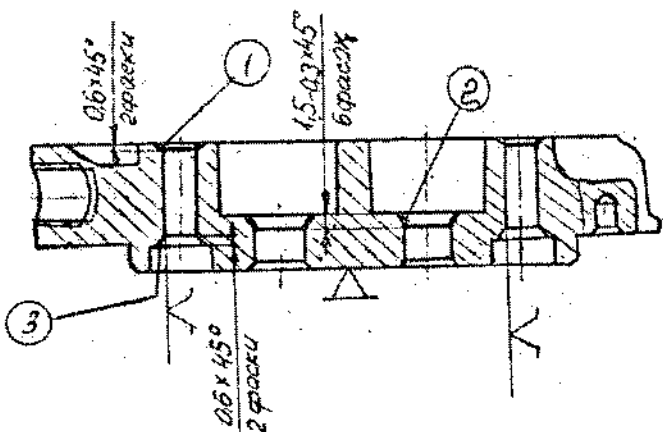
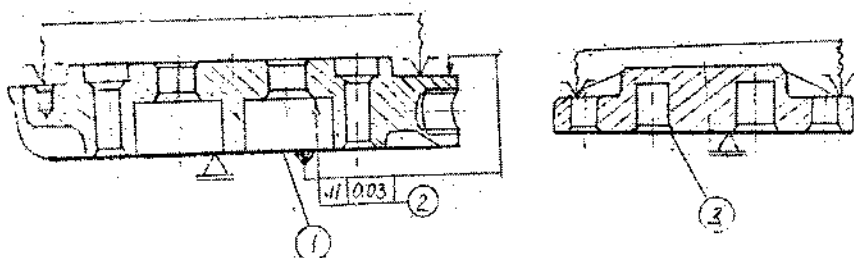


Рисунок 35 – Операционный эскиз на 190 операцию

30/



*1 Допуск плоскостности пов. ① и ③ проверять по краям.  
 Прилегание краски должно быть непрерывным по всей пов-ти*

Рисунок 36 – Операционный эскиз на 210 операцию

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист  
38

На операциях сборки, притирки и испытаниях, имеются все необходимые операционные эскизы с указанием используемого оборудования, инструмента.

На всех контрольных операциях имеются все необходимые карты обмера детали, указаны все необходимые мерительные инструменты. Заполнены операционные карты с указанием необходимых размеров для проведения контроля.

Анализ применяемого оборудования, инструмента, оснастки.

Рассмотрим металлорежущие станки. Металлорежущими станками называют технологическую машину, на которой путем снятия стружки с заготовки получают деталь с заданными размерами, формой, взаимным расположением и шероховатостью поверхности.

На предприятии ЧТЗ-УРАЛТРАК для изготовления корпуса масляного насоса используются на 80% станки отечественного производства, применяемые как в единичном производстве, так и в крупносерийном. Так же в данном технологическом процессе применяется станки зарубежного производителя с ЧПУ.

Универсальный токарно-винторезный станок 1А62К, 1967 года выпуска (рисунок 37), предназначен для выполнения токарных, резбонарезных и сверлильных работ. Имеет наибольшую частоту вращения шпинделя  $1200 \text{ мин}^{-1}$ , мощность электродвигателя 7,0 кВт, максимальный диаметр обрабатываемой заготовки 400 мм, максимальная грузоподъемность 1500 кг, максимальная длина заготовки в центрах до 1500 мм.

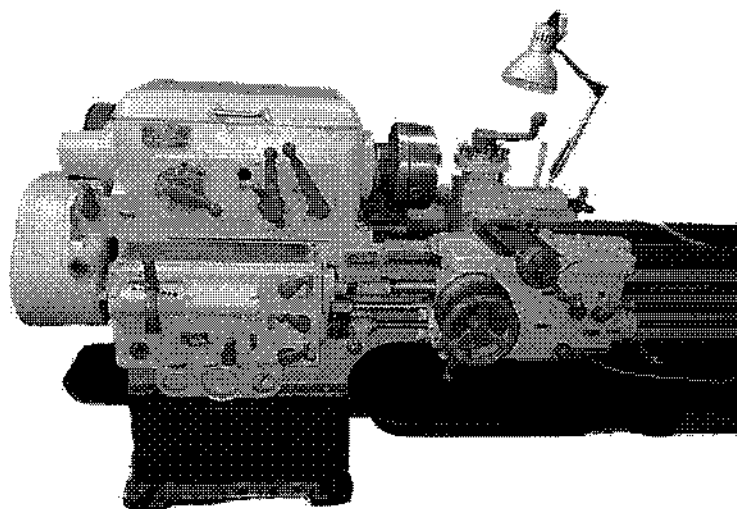


Рисунок 37 – Токарно-винторезный станок 1А62К

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

151001.2016.846.00.01ПЗ



Карусельно – фрезерный станок модели ЛГ–22 (рисунок 38) предназначен для непрерывного фрезерования плоскостей различных деталей закреплённых в приспособлении торцовыми фрезами в условиях массового и крупносерийного производства. Шпиндельная бабка имеет два шпинделя, что позволяет производить за один проход черновую и чистовую обработку. Наибольший диаметр фрезы устанавливаемой на станке 250мм. Технические характеристики и высокая жёсткость станка позволяют полностью использовать возможности быстрорежущего и твёрдосплавного инструмента при обработке стальных и чугунных деталей. Наибольший вес деталей с приспособлениями, устанавливаемыми на станке 1500 кг.

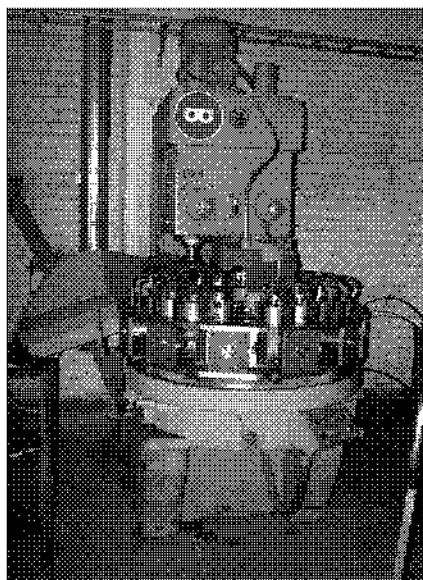


Рисунок 38 – Карусельно-фрезерный станок ЛГ22

Радиально – сверлильный станок модели 2М55, 1988 года выпуска (рисунок 39), предназначен для широкого применения в промышленности. Благодаря своей универсальности станок находит применение везде, где требуется обработка отверстий, от ремонтного цеха, до крупносерийного производства. На станке можно производить сверление в сплошном материале, рассверливание, зенкерование, развёртывание, подрезку торцов в обоих направлениях. Нарезку резьбы метчиками и другие подобные операции. Применение приспособлений и специального инструмента значительно повышает производительность станка и расширяет круг возможных операций, позволяя производить на нём выточку внутренних канавок, вырезку

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

круглых пластин из листа и т.д. При соответствующей оснастке на станке можно выполнять многие операции характерные для расточных станков. Максимальный диаметр сверления в стали твердости 45 мм. Максимальное перемещение шпинделя по оси 350 мм. Максимальное количество оборотов шпинделя до 1700 об/мин.

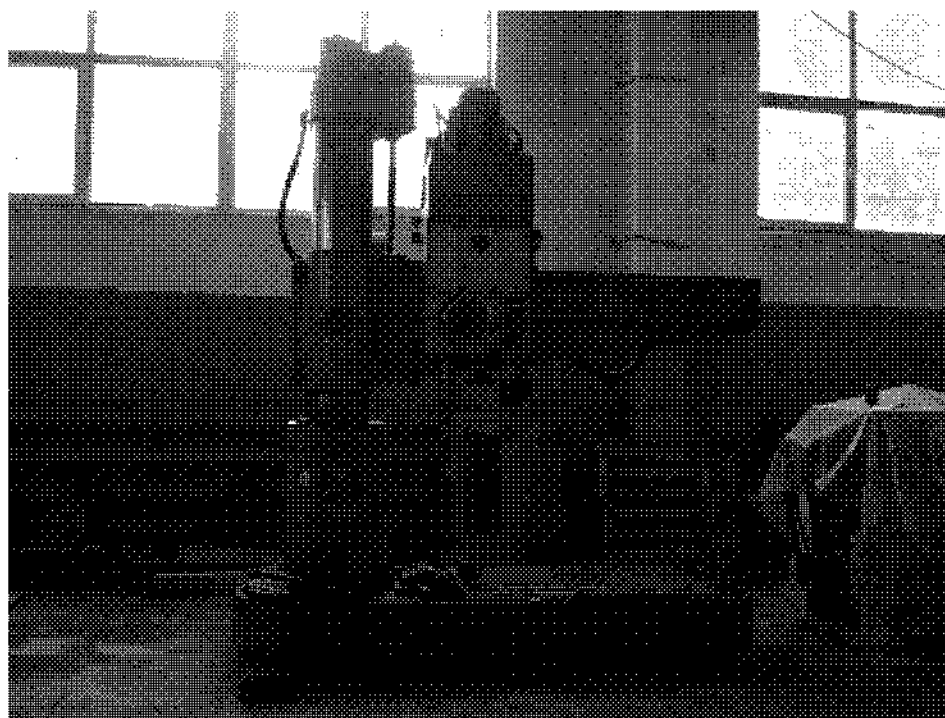


Рисунок 39 – Радиально-сверлильный станок 2М55

Вертикально – сверлильный станок 2М118 (рисунок 40) предназначен для сверления, рассверливания, зенкования, развертывания, нарезания резьбы; применяется в условиях единичного и серийного производства. Имеет наибольший диаметр сверления 18 мм., вылет шпинделя 200 мм. максимальное количество оборотов шпинделя 2800 об/мин. Габариты станка 870x590x2080 мм.

Специально-сверлильный станок 603.19 оснащен тремя многошпиндельными головками, что дает возможность одновременно обрабатывать корпус масляного насоса с нескольких сторон. Каждый шпиндель может вращаться с необходимой скоростью согласно выполняемой операции. Для осуществления заданного технологического процесса на специально-сверлильном станке 603.19 применяется специальная наладка позволяющая последовательно выполнять операции сверления, зенкерования, снятия фасок, фрезерования и др.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

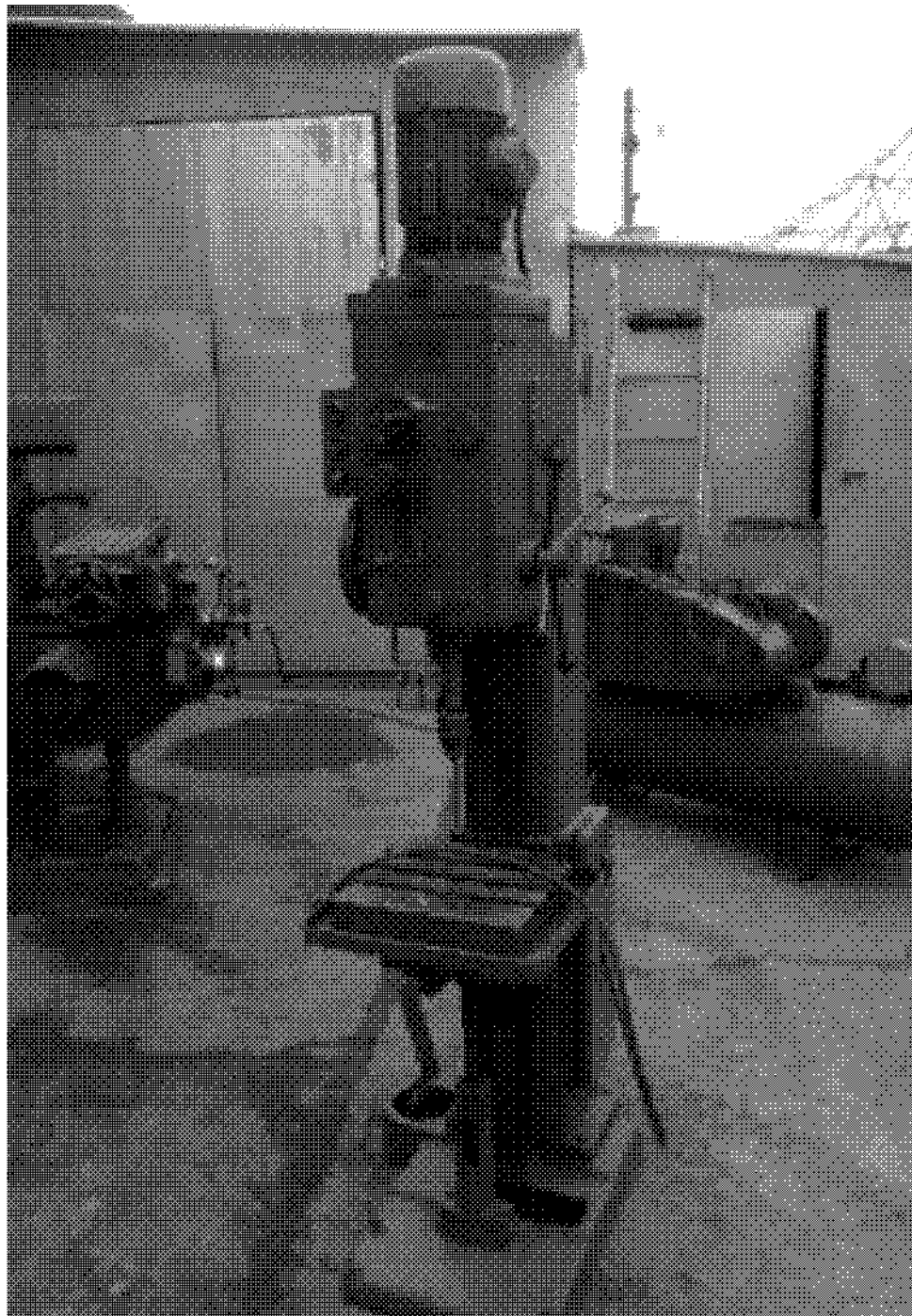


Рисунок 40 – Вертикально-сверлильный станок 2М118

Универсально – фрезерный станок 680 (рисунок 41) предназначен для фрезерования всевозможных деталей цилиндрической, дисковой, угловой фасонными фрезами. На этих станках можно фрезеровать плоскости, прорезы, пазы и т.д. Габариты станка 750х225мм. Наибольший угол поворота станка  $\pm 45^\circ$ . Число оборотов фрезерного шпинделя 47,5–530. Вес станка 800кг.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист
42

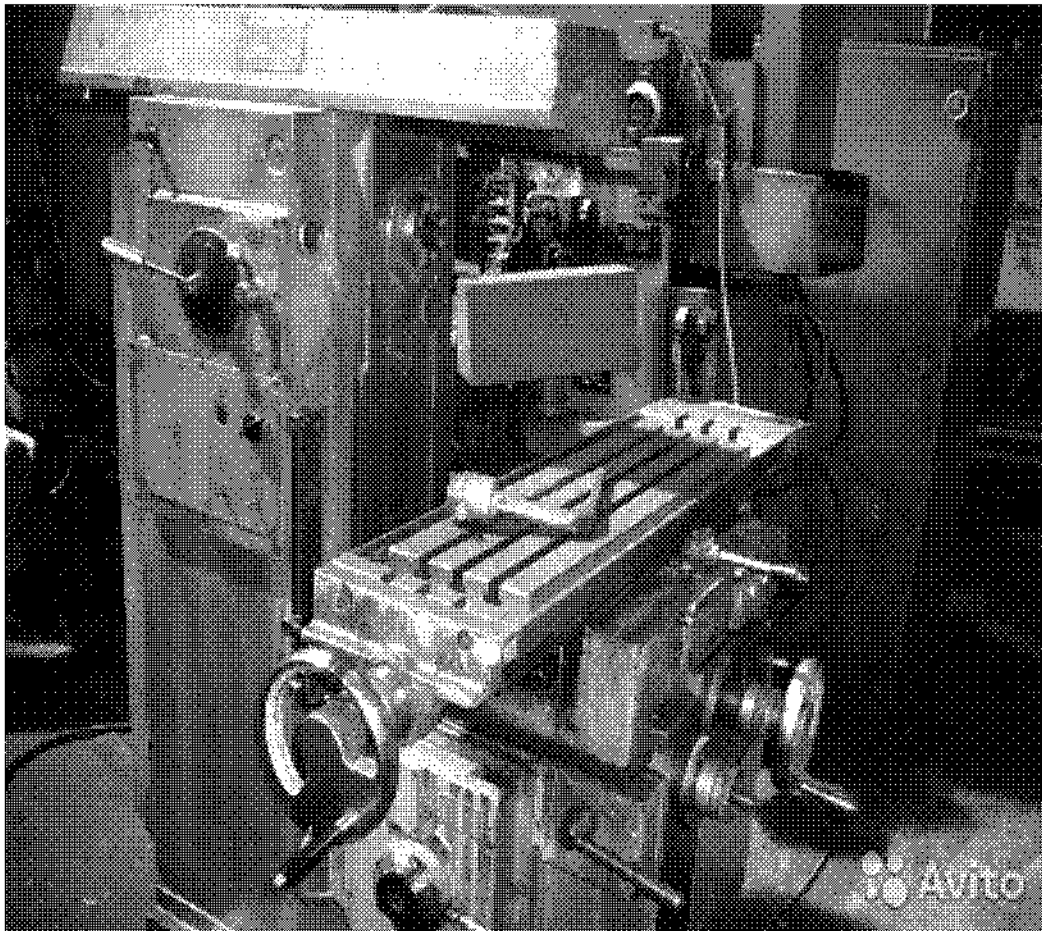


Рисунок 41 – Горизонтально-фрезерный станок 680

Универсальный вертикально-сверлильный станок 2125 (рисунок 42) используется на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначены для выполнения следующих операций: сверления, рассверливания, зенкования, зенкерования, развертывания и подрезки торцев ножами. Пределы чисел оборотов и подач шпинделя позволяют обрабатывать различные виды отверстий на рациональных режимах резания.

Наличие на станках механической подачи шпинделя, при ручном управлении циклами работы. Допускает обработку деталей в широком диапазоне размеров из различных материалов с использованием инструмента из высокоуглеродистых и быстрорежущих сталей и твердых сплавов.

Станки снабжены устройством реверсирования электродвигателя главного движения, что позволяет производить на них нарезание резьбы машинными метчиками при ручной подаче шпинделя.

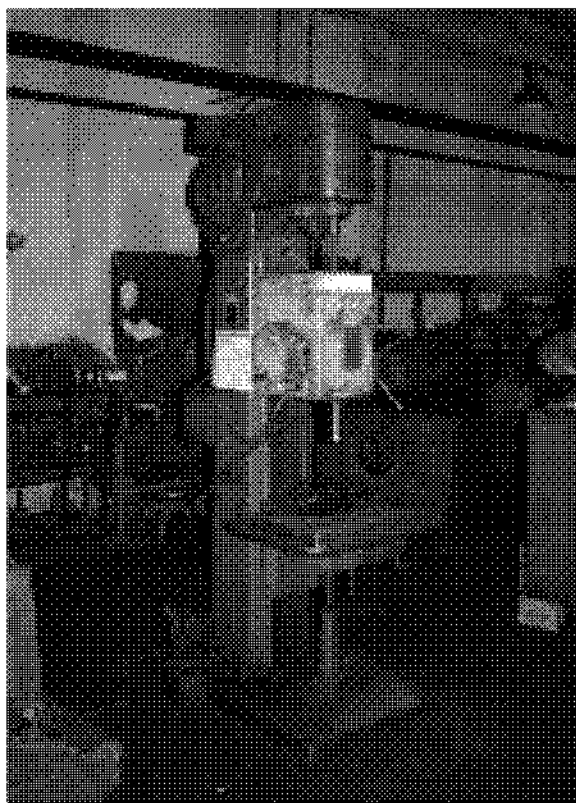


Рисунок 42 – Вертикально-сверлильный станок 2125

Специально – расточной станок BWFX051-0362 фирмы Krause является узко-профильным станком, приобретенным предприятием для обработки детали корпус масляного насоса, а именно расточки камер сгорания. BWFX051-0362 способен одновременно растачивать несколько отверстий, что дает высокую эффективность производства.

Анализируя все полученные данные, можно сказать, что для изготовления корпуса масляного насоса, был сформирован отдельный участок, оснащенный как универсальными, так и узкоспециализированными станками, что позволило увеличить эффективность производства без потери уровня качества деталей. Учитывая большой износ основных узлов и выработку рабочих поверхностей, отвечающих за точность обработки, а так же моральное старение оборудования можно сделать вывод, о снижении эффективности работы универсальных и агрегатных станков перед многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

Рассмотрим также технологическую оснастку

Станочным приспособлением в машиностроении называют дополнительное устройство к металлорежущим станкам, предназначенное для базирования и закрепления заготовки, обрабатываемой на этих станках.

Такие приспособления необходимы для закрепления заготовки на станках в требуемом положении относительно режущих инструментов.

На операции 005 используется токарное приспособление Т 9662-11102 для закрепления детали на станке.

На операции 010 используется фрезерное приспособление 9664-337 для закрепления детали на станке.

На операции 020 используется кондуктор Т 9640-9996 для установки детали на станке.

На операции 030 используется кондуктор Т 9640-9997 для установки детали на станке.

На операции 045 используется кондуктор Т 9641-4240 для установки детали на станке.

На операции 065 используется подставка 9629-747 для установки детали на станке.

На операции 070 используется подставка 9629-1183 и угольник 9614-871 для установки детали на станке.

На операции 080 используется кондуктор Т 9646-6159 для установки детали на станке.

На операции 085 используется кондуктор Т 9643-9472 для установки детали на станке, Т7840-0001–шило круглое для контроля наличия выхода маслоканалов.

На операции 090 используется подставка Т 9698-43583 для установки детали на станке.

На операции 095 используется кольцо кондиционное Т 9698-25376 для притирки поверхности на станке.

На операции 100 используется приспособление токарное Т 9662-11175 для установки детали на станке.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

На операции 130 используется кондуктор Т 9643-8101 для установки детали на станке.

На операции 140 используется приспособление зажимное Т 9643-6060 для установки детали на станке, шпиндельная головка Т9647-817.

На операции 165 используется приспособление токарное Т 9662-12410 для установки детали на станке.

На операции 185 используется подставка Т 9698-43777 для установки детали на станке.

Таким образом, в действующем технологическом процессе используется большое количество приспособлений, что экономически невыгодно, тратится большое время на установку и снятие детали, уменьшается производительность, необходимо поддерживать в рабочем состоянии множество приспособлений, что требует дополнительных рабочих. Всего этого можно избежать с помощью выбора нового оборудования, помогающего максимально сконцентрировать операции и сократить применение приспособлений до минимума, стараясь использовать универсальные, а не специальные.

Проанализируем применяемый инструмент. В действующем технологическом процессе применяется следующий режущий инструмент:

Осевой режущий инструмент:

- 2301-3417 Сверло 12 ГОСТ 12121-77;
- 2300-0005 Зенкер 12№1 ГОСТ 12489-71;
- 2363-0119 Развертка 14Н9 ГОСТ 1672-80;
- 2301-0028 Сверло 10903-77;
- 2301- 3359 Сверло 6,7 ГОСТ 12121-77;
- 2301-3392 Сверло 9,7 ГОСИ 12121-77;
- 2301-0928 Сверло 22 ГОСТ 19546-74;
- 6020-0544 Цапфа ГОСТ 26259-87;
- 2301-0808 Сверло 6,8 ГОСТ 19546-74;
- 2353-0133 Зенковка 16x90° ГОСТ 14953-80;
- 03533-05 Развертка 7Н9;

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

Т9347-3582 Зенкер 45;  
 Т9347-8954 Зенкер 50;  
 Т9347-8954 Зенкер 50;  
 Т9347-3581 Зенкер 55;  
 Т 9347-8953 Зенкер 52;  
 Т9347-3583 Зенкер 47;  
 Т 9347-8953 Зенкер 52;  
 Т9347-3584 Зенкер 57;  
 Т9342-2900 Сверло 31,5х33,5;  
 2350-0834 Цековка 52ВК8 ГОСТ 26258-87;  
 Т 9342-504 Сверло 24;  
 2350-0845 Цековка 61 ВК8 ГОСТ 26258-87;  
 2620-1997 Метчик М33х1,5 ГОСТ 3266-81;  
 2301-0090 Сверло 26,25 ГОСТ 10903-77;  
 Т9347-9570 Зенкер 23х14;  
 2301-0030 Сверло 10,2 ГОСТ 10903-77;  
 2300-2222 Сверло 3 ГОСТ 886-77;  
 Т9363-1697 Метчик М8х1,25То;  
 Т9347-9570 Зенкер 23х14.

**Резцы:**

2110-0008 Резец ВК8 32х20х140 МН593-64;  
 2102-0005 Резец А-ВК8-I 16х25х140 ГОСТ 18877-73;  
 Т 9319-1835 Резец 12х12х60.

**Фреза:** 93366-40 Фреза 45.

Особо важной задачей в технологии машиностроения является усовершенствование, а так же замена напаянного инструмента сборным, с пластинами СМП. К основным недостаткам напаянного инструмента относятся: снижение прочности и повреждение пластин в процессе пайки; низкая стойкость инструмента в связи с интенсивным диффузионным и абразивным износами твердосплавных пластин, незащищенных поверхностными износостойкими покрытиями; ограниченный ассорти-

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47



мент устаревших марок твердых сплавов, что затрудняет выбор оптимальных геометрических характеристик инструмента и режимов резания. Несовершенна геометрия передней поверхности и режущей кромки, получаемая при переточке пластин, что не позволяет добиться хорошего стружкообразования. Большое количество сливной стружки создает проблемы с ее утилизацией, увеличивает вспомогательное время на очистку станка. Кроме того, необходимо содержать специальное оборудование, технологическую оснастку и вспомогательных рабочих для напайки, заточки и переточки инструмента.

Основной тенденцией повышения эффективности использования твердосплавного режущего инструмента является переход к резцам с механическим креплением сменных многогранных пластин (СМП). Они имеют немало преимуществ. Как показывает отечественная и мировая практика, при использовании резцов с СМП в тяжелых условиях резания в 1,5-2 раза повышается стойкость режущей кромки по сравнению с лучшими образцами непаянного инструмента из той же марки твердого сплава за счет отсутствия внутренних напряжений, вызываемых пайкой и заточкой режущих пластин. Производительность увеличивается на 40% в результате снижения общего времени механической обработки за счет расширения возможных диапазонов скоростей резания и рабочих подач. Резцы с СМП могут работать на сильно изношенном станочном оборудовании при повышенных режимах резания. Появляется возможность применения инструмента со стабильными режущими свойствами и использования более износостойких марок инструментальных твердых сплавов, в том числе сплавов с поверхностными износостойкими покрытиями. Специальная форма передней поверхности обеспечивает хорошее стружкообразование и стружколомание в широком диапазоне режимов резания, а полная взаимозаменяемость однотипных пластин, регламентируемая международными стандартами, гарантирует постоянство геометрии режущей кромки при смене или повороте пластин, что обеспечивает постоянную точность установки инструмента относительно центров станка. Простая и быстрая смена режущих кромок пластин после затупления способствует значительному сокращению вспомогательного времени на механическую обработку. Исключаются затраты на изготовление корпусов резцов,

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	151001.2016.846.00.01ПЗ					

пайку, заточку и переточку режущего инструмента. Сокращается и расход твердого сплава за счет возврата его на переработку, так как норма сдачи кусковых отходов сплавов от напайного инструмента составляет не более 15%, а от сменного - не менее 90%.

Рассмотрим средства контроля

В данном технологическом процессе для контроля используется:

На 005 операции применяется:

штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;

штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89;

T9549-037 скоба 193h7;

T9546-1988 шаблон 193xR-125xR-137.

На 010 операции применяется:

T9549-15188 скоба 51,5;

T9578-979 кольцо;

T9579-704 стойка индикаторная.

На 020 операции применяется:

штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;

8133-0928 пробка 14Н9 ГОСТ 14810-69;

8133-0922 пробка 10Н14 ГОСТ 14810-69;

T 8133-0965 пробка 6,63<sup>+0,19</sup> ГОСТ 14810-69;

2301-3392 сверло 9,7 ГОСТ 12121-77;

8133-0921 пробка 9,5Н14 ГОСТ 14810-69.

На 030 операции применяется:

8133-0936 пробка 22Н14 ГОСТ 14810-69.

На 035 операции применяется:

штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.

На 045 операции применяется:

штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;

8133-0916 пробка 7Н9 ГОСТ 14810-69;

412-06-1-Э22 контрольное приспособление.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

На 055 операции применяется:

Т 8133-0946 пробка  $31,43^{+0,22}$  ГОСТ 14810-69;  
штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;  
8133-0938 пробка 24Н14 ГОСТ 14810-69;  
Т 9578-9581 приспособление для р-ра  $130 \pm 0,5$ ;  
8221-3120 пробка М33х1,5-5Н ГОСТ 17759-72.  
Т 9537-1650 калибр М33х1,5х26;  
Т 9537-150 калибр М33х1,5;  
8133-0907 пробка  $4,2^{0,13}$  ГОСТ 14810-69;  
штангенглубиномер ШЦ-160-0,05 ГОСТ 162-90.

На 070 операции применяется:

Т 9563-14392 шаблон 49h15;  
Т 9539-434 калибр на расположение.

На 085 операции применяется:

8133-0620 пробка 3Н14 ГОСТ 14807-69;  
Т 7840-0001 шило круглое 165.

На 090 операции применяется:

Т 9558-552 пробка М8х1,25Т<sub>0</sub>.

На 100 операции применяется:

Т 9579-704 стойка индикаторная;  
штангенглубиномер ШЦ-160-0,05 ГОСТ 162-90;  
Т 9549-038 скоба 190F7;  
05424-33 шаблон 1х45.

На 105 операции применяется:

штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;  
В 92 МЦ-1 калибр.

На 125 операции применяется:

8221-3027 пробка М5-5Н ГОСТ 17758-72;  
8133-0929 пробка 15Н7 ГОСТ 14810-69;  
штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Т 9533-361 кольцо 15.

На 140 операции применяется:

Т 8133-0942 пробка 27,2Н11 ГОСТ 14810-69;

8133-0937 пробка 23Н13 ГОСТ 14810-69;

На 145 операции применяется:

Т 9578-978 набор валиков;

микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90;

Т 9578-13015 приспособление контрольное;

Индикатор ИЧ 0-2 кл1 ГОСТ 577-68.

На 165 операции применяется:

Т 9566-3947 калибр 54;

штангенглубиномер ШЦ-160-0,05 ГОСТ 162-90;

Т 9566-3946 калибр 49;

Т 9566-3945 калибр 59.

На 175 операции применяется:

Т 9532-479 калибр 49,75x24;

Щупы-70, набор 2, класс точности 1 ТУ2-034-0221197-011-91;

Щуп 0,02-проходной, щуп 0,14-непроходной;

Глубиномер ГИ-100 ГОСТ 7667-67;

Индикатор ИЧ 0-2кл. 0 ГОСТ 577-68;

Т 9579-13612 эталон;

Т 9579-8241 основание;

Т 9532-477 калибр 54,75x24.

На 190 операции применяется:

05425-63 шаблон 16,2x90;

05425-64 шаблон 27x90;

штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.

На 200 операции применяется:

8133-0918 пробка 8С11 ГОСТ 14810-69;

Т 9567-905 контрольное приспособление  $105 \pm 0,06$ ;

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

05425-61 шаблон 9x90.

Анализируя мерительный инструмент, можно сказать, что для межоперационного и окончательного контроля детали использование специального мерительного инструмента влечет за собой необходимость организации проведения следующих мероприятий:

- создание конструкторского отдела, для оснащения базы мерительного инструмента;
- создание архива для хранения технологической документации;
- создание лаборатории для контроля годности мерительного инструмента;
- создание склада для хранения и обслуживания инструмента;
- обеспечение возможности изготовления оснастки на предприятии;
- привлечение большого числа работников для обеспечения функционирования данной структурой.

Вышеуказанные мероприятия доказывают низкую эффективность производства, вследствие чего, требуется модернизация отдела технического контроля.

Размерный анализ действующего технологического процесса.

На рисунке 43 представлена линейная размерная цепь действующего технологического процесса механической обработки, которая позволит сделать выводы об обеспечении точности конструкторской документации, а так же эффективности использования материала на всех стадиях обработки детали.

Уравнение замыкающих чертежных размеров и припусков.

$$[48\_68]=[18\_68]-[18\_67]+[48\_67]=51_{-0,15}-51,5\pm 0,05+9,5\pm 0,5=9_{-0,7}^{+0,55};$$

Схема допусков указана на рисунке 44.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

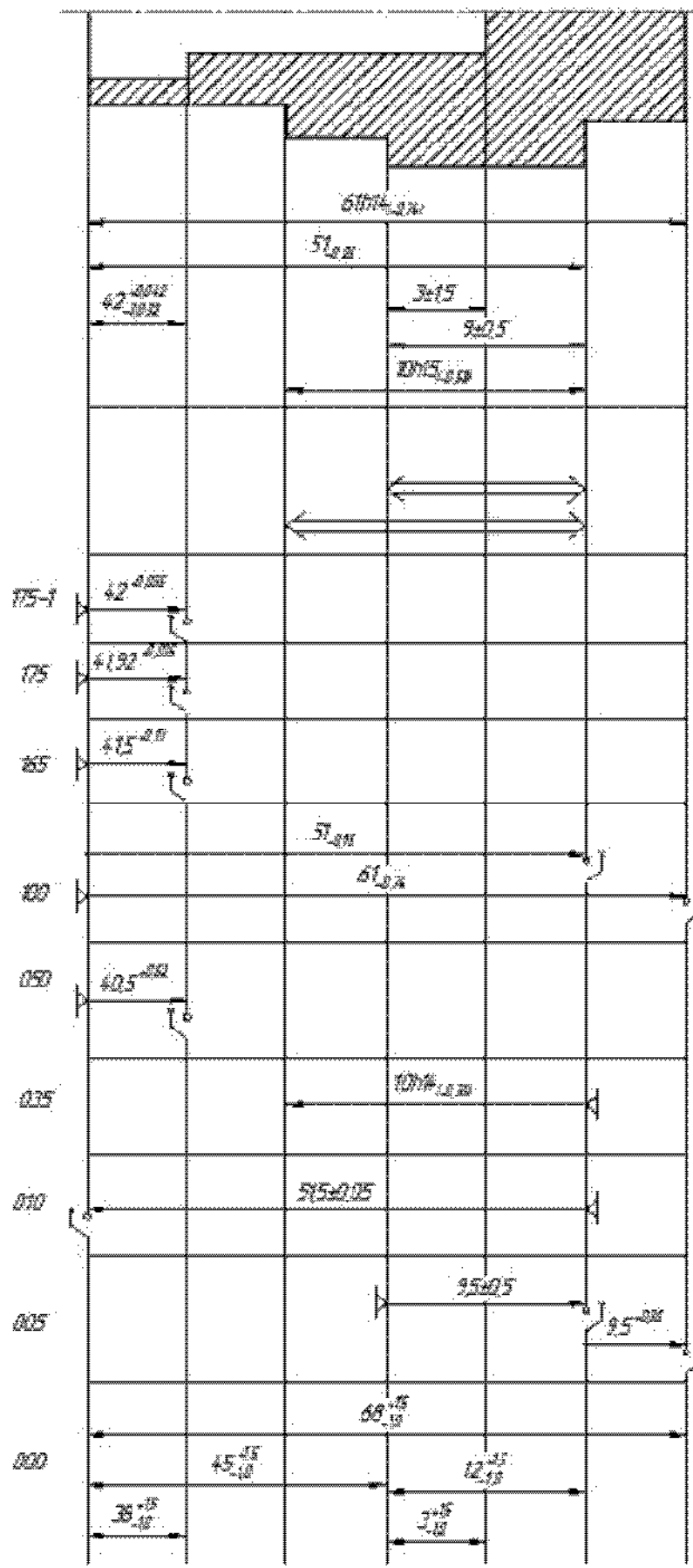


Рисунок 43 – Линейный размерный анализ действующего тех. процесса

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

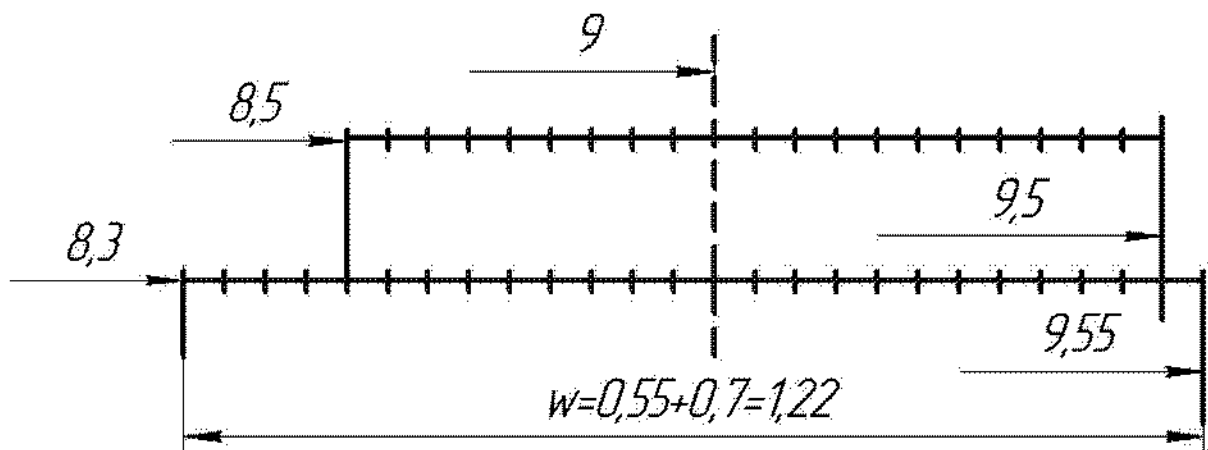


Рисунок 44 – Схема допусков для замыкающих звеньев

Замыкающее звено [48\_68] имеет возможность получения брака. Данный брак можно исправить подрезкой торца только со стороны 48. Со стороны 68 подрезать нельзя, так как это повлечет за собой изменение остальных размеров.

$$[38_68] = [18_68] - [18_67] + [38_67] = 51_{-0,15} - 51,5 \pm 0,05 + 10_{-0,36} = 9,5_{-0,56}^{+0,05}$$

Схема допусков указана на рисунке 45.

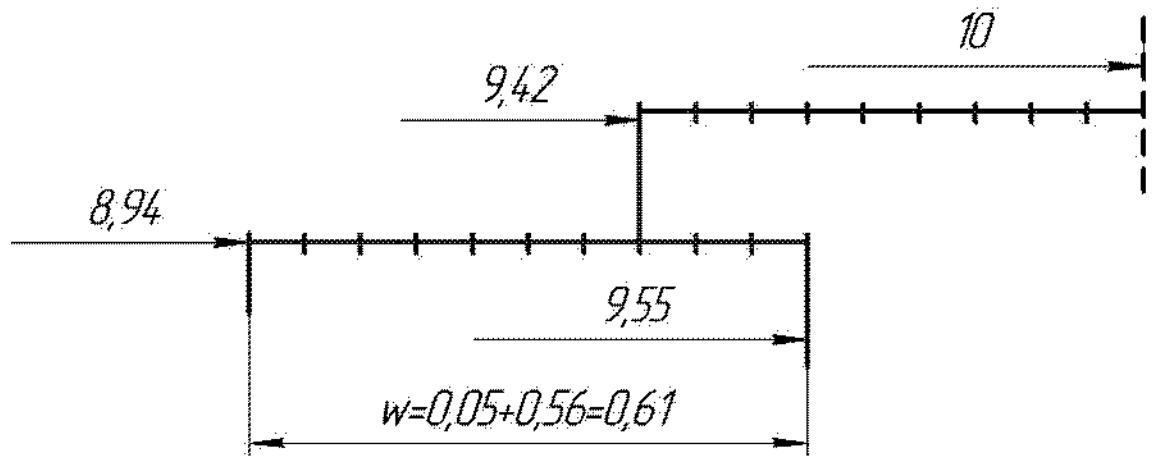


Рисунок 45 – Схема допусков для замыкающих звеньев

Замыкающее звено [36\_68] имеет возможность получения брака. Данный брак нельзя исправить.

$$[27_28] = [18_28] - [18_27] = 42^{+0,035} - 41,92^{+0,035} = 0,08_{-0,035}^{+0,035}$$

$$[27_28]_{\min \text{ необх.}} = 0,01 + 0,02 = 0,03;$$

$$[27_28]_{\min \text{ расч.}} = 0,045;$$

$$[27_28]_{\max \text{ расч.}} = 0,0845.$$

Припуск завышен на 0,015мм.

$$[26\_27]=[18\_27] - [18\_26]=41,92^{+0,035} - 41,5^{+0,17}=0,42^{+0,35}_{-0,17},$$

$$[26\_27]_{\min \text{ необх.}}=0,01+0,02=0,03;$$

$$[26\_27]_{\min \text{ расч.}}=0,25;$$

$$[26\_27]_{\max \text{ расч.}}=0,77.$$

Припуск завышен на 0,22мм.

$$[25\_26]=[18\_26] - [18\_25]=41,5^{0,17} - 40,5^{+0,62}=1^{+0,17}_{-0,62},$$

$$[25\_26]_{\min \text{ необх.}}=0,04+0,045=0,085;$$

$$[25\_26]_{\min \text{ расч.}}=1,17;$$

$$[25\_26]_{\max \text{ расч.}}=0,38.$$

Припуск завышен на 1,085мм.

$$[24\_25]=[18\_25] - [18\_67]+[48\_67]+[17\_48] - [17\_24]=40,5^{+0,62} - 51,5 \pm 0,05 + 9,5 \pm 0,5 + 45^{+1,5}_{-1,0} - 38^{+1,5}_{1,0} = 5,5^{+3,67}_{-3,05},$$

$$[24\_25]_{\min \text{ необх.}}=0,08+0,25=0,33;$$

$$[24\_25]_{\min \text{ расч.}}=2,45;$$

$$[24\_25]_{\max \text{ расч.}}=9,17.$$

Припуск завышен на 2,12мм.

$$[68\_67]=[18\_67] - [18\_68]= 51,5 \pm 0,05 - 51_{-0,15} = 0,5^{+0,2}_{-0,05};$$

$$[68\_67]_{\min \text{ необх.}}=0,04+0,05=0,09;$$

$$[68\_67]_{\min \text{ расч.}}=0,45;$$

$$[68\_67]_{\max \text{ расч.}}=0,7.$$

Припуск завышен на 0,36мм.

$$[78\_77]=[66\_77]+[48\_66] - [48\_67]+[17\_67] - [18\_78]=9,5^{+0,36} + 12^{+1,5}_{-1,0} - 9,5 \pm 0,5 + 51,5 \pm 0,05 - 61_{-0,74} = 2,5^{+3,15}_{-1,55},$$

$$[78\_77]_{\min \text{ необх.}}=0,09;$$

$$[78\_77]_{\min \text{ расч.}}=0,95;$$

$$[78\_77]_{\max \text{ расч.}}=5,65;$$

Припуск завышен на 0,86мм.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55



$$[66\_67]=[48\_66] - [48\_67]=12_{-1,0}^{+1,5} - 9,5 \pm 0,5 = 2,5_{-1,5}^{+2,0};$$

$$[66\_67]_{\min \text{ необх.}}=0,08+0,25=0,33;$$

$$[66\_67]_{\min \text{ расч.}}=1;$$

$$[66\_67]_{\max \text{ расч.}}=4,5.$$

Припуск завышен на 0,67мм.

$$[77\_76]=[17\_76] - [17\_48] - [48\_66] - [66\_77]=68_{-1,0}^{+1,5} - 45_{-1,0}^{+1,5} - 12_{-1,0}^{+1,5} - 9,5^{+0,36} = 1,5_{-4,36}^{+3,5};$$

$$[77\_76]_{\min \text{ необх.}}=0,08+0,25=0,33;$$

$$[77\_76]_{\min \text{ расч.}}=-2,86;$$

$$[77\_76]_{\max \text{ расч.}}=4.$$

Припуск занижен на 3,19.

В размерной схеме значения припусков [24\_25] и [77\_76] имеют отрицательные значения, что ведет за собой появление брака. Положительный запас избыточных припусков легко устранить при решении проектной задачи.

Из размерного анализа можно сделать вывод, что в производстве по действующему технологическому процессу присутствует брак. Необходимо учесть все недочеты в проектом варианте технологического процесса, используя современные станки с ЧПУ.

Сделаем следующие выводы из анализа действующего технологического процесса. Подводя итоги из анализа действующего технологического процесса, можно сделать вывод, что в процессе изготовления корпуса масляного насоса не обеспечивается точность конструкторских размеров, что собой подразумевает возможность получения брака. Но это не значит, что идет один брак. В силу того, что на производстве используется старое оборудование, рабочие вынуждены делать пробные проходы, производить промежуточный контроль детали, что сильно сказывается на времени обработки. Так же с каждым годом станки нуждаются в более квалифицированных работниках, для поддержания работоспособности станков. Увеличение всех издержек производства ведет к росту себестоимости детали, что

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

неблагоприятно сказывается на спросе продукции производства. Поэтому переход к новому технологическому процессу будет выгоден для завода-изготовителя.

### Предложения по разработке проектного ТП

Предлагается заменить все универсальные и специальные станки на более совершенное оборудование с ЧПУ. Оптимизировать схему механической обработки детали, используя комплексные операции на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Заменить специальный режущий и мерительный инструмент на стандартный, с использованием координатно-измерительной машины. Так же спроектировать более совершенное станочное приспособление, позволяющее проводить многопрофильную обработку детали.

## 2.3 Разработка проектного варианта технологического процесса

### 2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса

Технологический маршрут определяет последовательность операций и состав технологического оборудования. От того, как построен технологический маршрут, во многом зависят качество детали и эффективность ее изготовления. Разработка маршрута обработки зависит от конструкции детали, материала, требований к качеству, вида заготовки, масштаба производства.

Маршрутная технология

000 Заготовительная;

005 1-й установ комплексная операции на ОЦ с ЧПУ;

005 2-й установ комплексная операции на ОЦ с ЧПУ;

010 Контрольная.

Дальнейшую обработку проводить по действующему технологическому процессу.

### 2.3.2 Выбор исходной заготовки

Выбор исходной заготовки является важным этапом разработки технологического процесса. Исходную заготовку выбирают из расчета минимальной себестои-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

57

мости готовой детали с учетом годового плана выпуска. Чем больше размеры и формы заготовки приближены к детали, тем дороже обходится ее изготовления, но в тоже время будут снижены затраты на дальнейшую механическую обработку, и уменьшен расход материала.

Корпус масляного насоса изготавливается методом литья в облицовочный кокиль. Данный способ исключает процесс формовки, и обеспечивает благоприятные условия охлаждения, а также простоту удаления заготовки из формы. Так как производство является серийным, то изготовление заготовки, приближенной по форме и размерам к готовой детали экономически оправдано при таком выпуске изделий.

Поверхности, используемые в качестве литейных баз для дальнейшей механической обработки должны быть гладкими, не иметь заусенцев и литников.

Основным недостатком литья в металлические формы является дорогая и сложная оснастка, а также дорогие формовочные смеси, которые не подлежат регенерации. Но в сравнении с другими способами литья, например в песчано-глинистые формы, где в совокупности с большими припусками на механическую обработку, высоким расходом металла, и формовочных материалов, литье в облицовочный кокиль обеспечивает большую эффективность.

### 2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса

Учитывая конфигурацию заготовки и подготовленные литейные базы для механической обработки, выбираем базирование для первого установа в трех кулачковом патроне на плоскость с упором в цилиндрический палец. На первом установе, проводим черновую и получистовую обработку базовых поверхностей, а также выдерживая все позиционные допуски и технические требования, сверлим крепежные отверстия. Для повышения производительности, станок Multicut 500s оснащен протившпинделем с возможностью перехвата детали без потери ее ориентации в станке. Данная функция позволяет вести обработку детали в несколько установов без участия человека.

Первый установ

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

Установить и закрепить заготовку.

1. Подрезать торец, выдерживая размер (5).
2. Точить диаметр (3) с подрезкой торца, выдерживая размер (4).
3. Сверлить 11 отв. (1).
4. Сверлить 6 отв. (2).
5. Сверлить 2 отв. (6).
6. Сверлить 2 отв. (9).
7. Сверлить 3 отв. (11).
8. Нарезать резьбу в 3 отв. (11).
9. Сверлить отв. (10) предварительно.
10. Развернуть отв. (10)
11. Фрезеровать 2 отв. (8).
12. Фрезеровать поверхность (7).
13. Поворот шпинделя на 180°.
14. Фрезеровать поверхность (7).

На втором установе производится получистовая и чистовая обработка рабочих плоскостей и отверстий. Базирование заготовки осуществляется от обработанной плоскости в трехкулачковом патроне. Ориентация детали в станке передается с противошпинделя на программном уровне. За счет возможности дискретного вращения шпинделя, есть возможность обработки не осевых поверхностей.

#### Второй установ

1. Перехват детали в контр-шпиндель
2. Точить торец выдерживая размер (17).
3. Центровать 10 отв. (20).
4. Сверлить 10 отв. (20) предварительно.
5. Расфрезеровать 10 отв. 21
6. Нарезать резьбу в 10 отв. (20)
7. Фрезеровать подторцовки (13)
8. Поворот шпинделя 180°

						151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			59

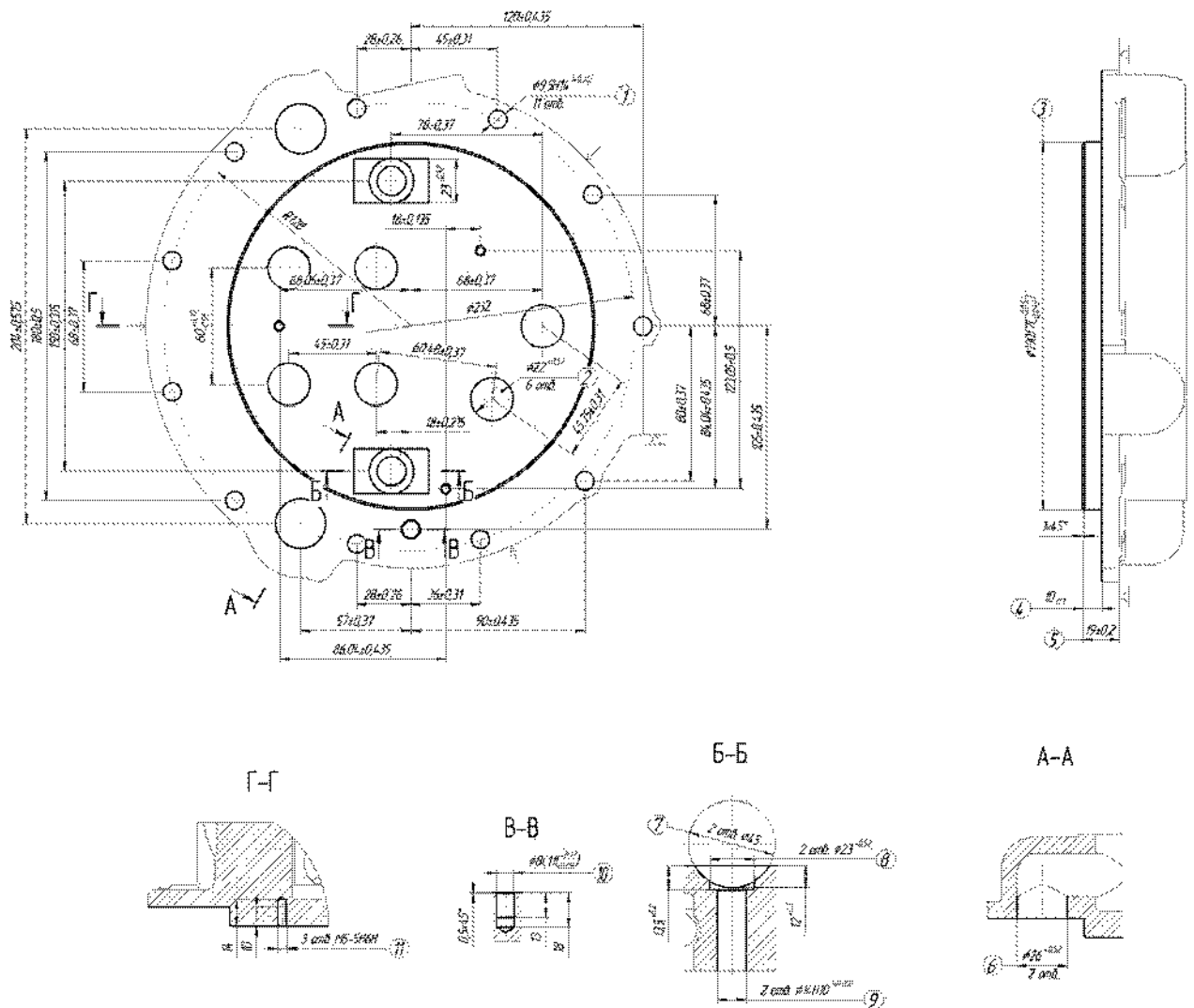


Рисунок 46 – Эскиз 005 операции (первый установ)

9. Фрезеровать подторцовки
10. Поворот шпинделя на  $90^\circ$
11. Фрезеровать плоскость выдерживая размер 120.
12. Сверлить отв. (19) предварительно.
13. Сверлить отв. (19) под резьбу.
14. Расфрезеровать отв. (18).
15. Фрезеровать резьбу в отв. (19).
16. Поворот шпинделя  $79^\circ$
17. Фрезеровать плоскость выдерживая размер  $138 \pm 0,5$ .
18. Сверлить отв. 24
19. Нарезать резьбу 25
20. Поворот шпинделя на  $11^\circ$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист  
60

21. Фрезеровать колодцы (12) (15) (16).
22. Расточит 4 колодца (12).
23. Расточить колодец (15).
24. Расточить колодец (16).
25. Расточит два отв. 23
26. Фрезеровать три отв. (14).
27. Сверлить последовательно 4 отв. 22
28. Поворот шпинделя на  $54^\circ$
29. Сверлить последовательно 2 отв. 22
30. Поворот шпинделя на  $54^\circ$
31. Зенкеровать фаски в 2 отв. 23
32. Открепить, снять деталь.

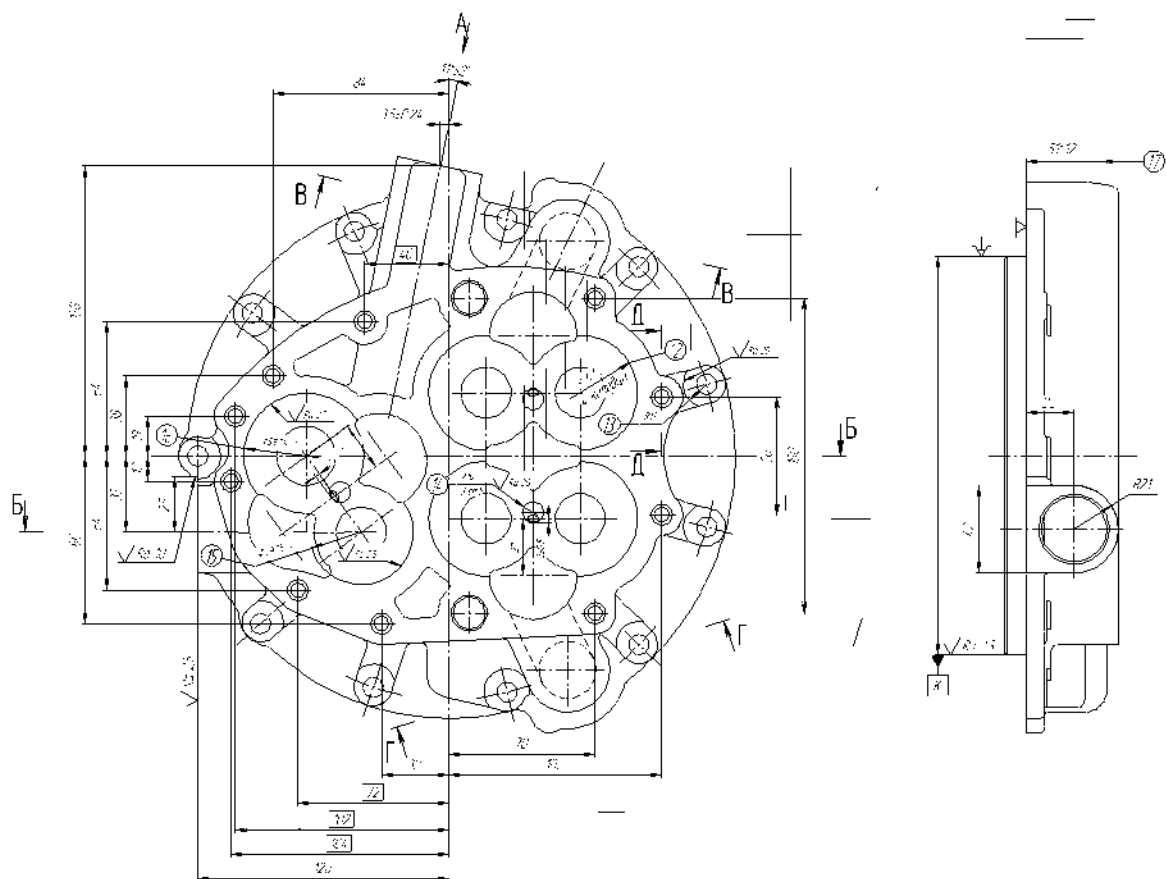


Рисунок 47 – Эскиз операции (второй установ)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист  
61

### 2.3.4 Размерный анализ проектного варианта технологического процесса

Размерная схема проектного технологического процесса представлена на рисунке 48.

Уравнения замыкающих размеров-звеньев и их решения

$$Td[18_78] = 0,74 \geq W = 0,15 + 0,12 = 0,27;$$

$$[18_78]_{\text{ном}} = [18_78]_{\text{ср}} - \Delta_0 = 60,64 - \left( -\frac{0,15}{2} - \frac{0,12}{2} \right) = 60,775;$$

$$60,775 = 51 + (68_78);$$

$$(68_78) = 60,775 - 51 = 9,775;$$

Округляем 9,775 до 9,8.

$$[28_27] = -(18_27) \pm 0,1 + (18_28)_{-0,032}^{+0,042};$$

$$[28_27]_{\text{ном}} = 0,03 + \frac{0,2 + 0,074}{2} - \left( \frac{0,2 - 0,074}{2} \right) =$$

$$= 0,03 + 0,137 - 0,063 = 0,104;$$

$$0,104 = (18_27) - 42;$$

$$[18_27] = 42,104;$$

Округляем 42,104 до 42,2 (+0,096).

$$[28_27]_{\text{min необх.}} = 0,03;$$

$$[28_27]_{\text{min расч.}} = 0,03 + 0,096 = 0,126;$$

$$[28_27]_{\text{max расч.}} = 0,126 + 0,2 + 0,074 = 0,4;$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{0,126 + 0,4}{2} = 0,263.$$

$$[17_18] = (17_48)_{-1,0}^{+1,5} + (48_68)_{-0,22} - (18_68)_{-0,12};$$

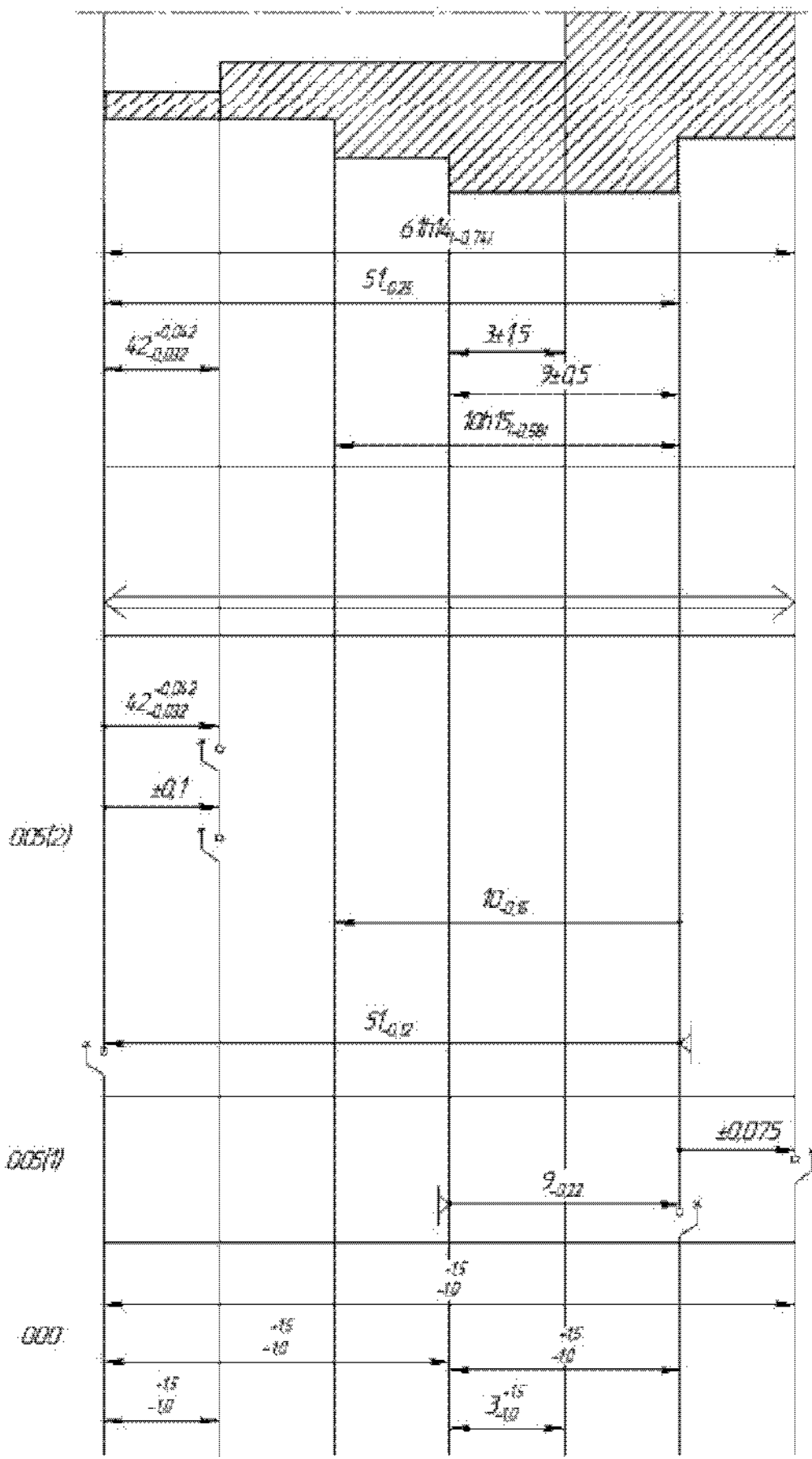


Рисунок 48 - линейный размерный анализ проектного тех. Процесса

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ



$$\begin{aligned}
 [17\_18]_{\text{НОМ}} &= 0,33 + \frac{2,5 + 0,22 + 0,12}{2} - \left( \frac{-2,5 - 0,22 + 0,12}{2} \right) = \\
 &= 0,33 + 1,42 + 1,3 = 3,05; \\
 3,05 &= (17\_48) + 9 - 51; \\
 [17\_48] &= 45,05;
 \end{aligned}$$

Округляем 45,05 до 45,1 (+0,95).

$$\begin{aligned}
 [17\_18]_{\text{мин необх.}} &= 0,33; \\
 [17\_18]_{\text{мин расч.}} &= 0,33 + 0,95 = 1,28; \\
 [17\_18]_{\text{макс расч.}} &= 1,28 + 0,12 + 0,22 + 2,5 + 2,5 = 6,62; \\
 t_{\text{ср}} &= \frac{0,33 + 6,62}{2} = 3,475.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [27\_26] &= -(18\_68)_{-0,12} + (48\_68)_{-0,22} + (17\_48)_{-1,0}^{+1,5} - (17\_26)_{-1,0}^{+1,5} + (18\_27); \\
 [27\_26]_{\text{НОМ}} &= 0,33 + \frac{0,12 + 0,22 + 2,5 + 2,5}{2} - \left( \frac{+0,12 - 0,22 - 2,5 + 2,5}{2} \right) = \\
 &= 0,33 + 2,67 + 0,05 = 3,05; \\
 3,05 &= -51 + 9 + 46 + 42,2 - (17\_26); \\
 [17\_26] &= 43,15
 \end{aligned}$$

Округляем 43,15 до 43,2 (+0,05).

$$\begin{aligned}
 [27\_26]_{\text{мин необх.}} &= 0,33; \\
 [27\_26]_{\text{мин расч.}} &= 0,33 + 0,05 = 0,83; \\
 [27\_26]_{\text{макс расч.}} &= 0,83 + 0,12 + 0,22 + 2,5 + 2,5 = 5,72; \\
 t_{\text{ср}} &= \frac{0,33 + 5,72}{2} = 3,025.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [77\_78] &= -(68\_78) \pm 0,075 - (48\_68)_{-0,22} - (17\_48)_{-1,0}^{+1,5} + (17\_77)_{-1,0}^{+1,5}; \\
 [77\_78]_{\text{НОМ}} &= 0,33 + \frac{0,15 + 0,22 + 2,5 + 2,5}{2} - \left( \frac{+0,22 + 2,5 - 2,5}{2} \right) =
 \end{aligned}$$

$$= 0,33 + 2,685 - 0,11 = 2,905;$$

$$2,905 = (17,77) - 46 - 9 - 9,8;$$

$$[17,77] = 67,705;$$

Округляем 67,705 до 67,8 (+0,95).

$$[27,26]_{\text{min необх.}} = 0,33;$$

$$[27,26]_{\text{min расч.}} = 0,33 + 0,95 = 1,28;$$

$$[27,26]_{\text{max расч.}} = 1,28 + 0,22 + 2,5 + 2,5 = 6,5;$$

$$t_{\text{cp}} = \frac{0,33 + 6,5}{2} = 3,415.$$

$$[68,67] = -(48,68)_{-0,22} + (48,67)_{-1,0}^{+1,5};$$

$$[68,67]_{\text{ном}} = 0,33 + \frac{0,22 + 2,5}{2} - \left( \frac{+0,22 - 2,5}{2} \right) =$$

$$= 0,33 + 1,36 + 1,14 = 2,83;$$

$$2,83 = -9 + (48,67);$$

$$[48,67] = 11,83;$$

Округляем 11,83 до 11,2 (+0,17).

$$[68,67]_{\text{min необх.}} = 0,33;$$

$$[68,67]_{\text{min расч.}} = 0,33 + 0,17 = 0,5;$$

$$[68,67]_{\text{max расч.}} = 0,5 + 0,22 + 2,5 = 3,22;$$

$$t_{\text{cp}} = \frac{0,33 + 3,22}{2} = 1,775.$$

### 2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени

При выборе режимов резания необходимо учитывать: тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

Расчет режимов резания может производиться аналитическим и табличным методом. К режимам резания относят глубину резания, подачу, скорость резания, частоту вращения шпинделя.

При расчете режимов резания сначала устанавливают глубину резания. Глубина резания берется из размерной цепи как среднее значение подсчитанного припуска на обработку. Затем устанавливают подачу станка. После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания.

Параметры режимов резания выбирают таким образом, чтобы достичь наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции.

Определение режимов резания сводится к нахождению оптимальных глубин резания  $t$ , величины падения  $S$ , стойкости  $T$  и скорости резания  $V$ , при котором должна быть достигнута наибольшая производительность обработки должна на станке, при наименьшей ее себестоимости и достижении требуемого качества обработанной поверхности.

Определим режим резания на обработку отверстий комбинированным сверлом-зенкером.

Исходные данные:

Материал – АК7ч;

Параметры шероховатости:  $D_1=Ra\ 20$ ,  $D_2=Ra\ 20$ ,  $D_3=Ra\ 10$ ;

Диаметры обработки:  $D_1=24$ ;  $D_2=31,46$ ;  $D_3=33,5$ .

Поскольку комбинированное сверло-зенкер работает по принципу одновременной работы всех ступеней, то режим работы рекомендуется назначать по лимитирующему элементу, т.е. скорость резания и подача назначается по тому виду обработки, у которого рекомендуемое значение режимного параметра имеет минимальную величину. Из-за разницы в диаметрах каждой ступени сверла-зенкера скорости резания будут иметь разную величину, однако следует выбирать ту частоту вращения шпинделя, которая соответствует рекомендуемой нормативами скорости резания для лимитирующего элемента. Что касается подачи

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

на оборот инструмента, то она будет одинаковой для всех ступеней, но выбранной по величине для лимитирующего элемента.

Для подачи на оборот и скорости резания последовательность увеличения рекомендуемых значений такова:

1. Цекование
2. Сверление
3. Зенкерование

Устанавливаем рекомендуемое значение подачи для лимитирующего элемента[2]:

$$S = C \cdot D^{0,6}, \quad (9)$$

где D – диаметр цековки, мм;

C=0,11 – коэффициент.

$$S = 0,11 \cdot 33,5^{0,6} = 0,9 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Устанавливаем рекомендуемое значение скорости для лимитирующего элемента по формуле 10:

$$v = \frac{C_v \cdot D^z \cdot HB^{n1}}{T^m \cdot t^x \cdot s^y}, \quad (10)$$

где  $C_v$  – коэффициент;

D – диаметр цековки, мм;

T – стойкость цековки, мин;

t – глубина резания, мм;

s – оборотная подача, мм/об;

z, m, x, y,  $n^1$  – показатели степени.

$$v = \frac{72 \cdot 33,5^{0,3} \cdot 50^0}{17^{0,3} \cdot 1,02^{0,2} \cdot 0,9^{0,3}} = 91 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения шпинделя для комбинированного инструмента:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D_d} = \frac{91 \cdot 1000}{3,14 \cdot 33,5} = 865 \text{мин}^{-1},$$

где  $D_d$  – диаметр инструмента для лимитирующей ступени, мм.

Определим режим резания для токарной обработки резцом.

Для получения размеров детали, соответствующих 7-му качеству, из заготовки 14-го качества необходимо вести обработку за одну получистовую, одну чистовую и одну отделочную стадию.

Выбор глубины резания

При получистовой обработке  $\varnothing 198$  мм рекомендуется глубина резания  $t=3$  мм.

При чистовой обработке  $\varnothing 192$  мм рекомендуется глубина резания  $t=0,2$  мм.

Выбор подачи

Для получистовой обработки детали  $\varnothing 198$  мм с  $t=3$  мм рекомендуется подача  $S_o=0,29$  мм/об; для чистовой обработки  $S_o=0,08$  мм/об.

Устанавливаем рекомендуемое значение скорости по формуле 11:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^{x \cdot s \cdot y}}} \cdot K_v, \quad (11)$$

где  $C_v$  – коэффициент;

$T$  – стойкость резца, мин;

$t$  – глубина резания, мм;

$s$  – обратная подача, мм/об;

$m, x, y$  – показатели степени.

$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv} = 1 \cdot 1 \cdot 2,7 = 2,7$  – поправочный коэффициент.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

$K_{\mu v} = 1$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

$K_{Пv} = 1$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки.

$K_{uv} = 1,5$  – коэффициент, учитывающий состояние инструментального материала.

Для получистовой обработки:

$$v = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} \cdot 1,5 = 350 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Для чистовой обработки:

$$v = \frac{420}{40^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,08^{0,2}} \cdot 2,7 = 700 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D_d}$$

Для получистовой обработки:

$$n = \frac{350 \cdot 1000}{3,14 \cdot 198} = 562 \text{ мин}^{-1}$$

Для чистовой обработки:

$$n = \frac{700 \cdot 1000}{3,14 \cdot 192} = 1125 \text{ мин}^{-1}$$

Расчет остальных режимов резания на 005 операцию производится аналогично и представлено в таблице 6.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

Таблица 6 – Режимы резания

№ инструмента	Инструмент операции	t, мм	S, мм/об, мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин
1	Резец	1,5	0,1	560	891-4910
1	Резец	3	0,3	350	562
1	Резец	0,2	0,08	700	1125
2	Сверло	4,75	0,35	179	6000
3	Сверло	11	0,22	180	2600
4	Сверло	13	0,25	225	2755
5	Сверло	7	0,22	155	3525
6	Сверло	2	0,175	75	6000
7	Метчик	10	0,8	24	1221
8	Сверло	3,5	0,175	75	6000
9	Развертка	4	0,06	30	1194
10	Фреза грибковая	12	0,15	160	1132
11	Фреза	13,5	0,09	160	2215

#### Определение норм времени

Нормой времени называют регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации. Техническая норма времени на обработку заготовки является одной из основных параметров для расчета стоимости изготавливаемой детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей технологической оснастки, режущего инструмента, станочного оборудования и правильной организации рабочего места.

Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

Общая норма времени на механическую обработку одной заготовки на станке с ЧПУ определяют по формуле 12:

$$T_{шт} = (T_{авт} + T_{всп} + K_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{ен}}{100}\right), \quad (12)$$

где  $T_{авт}$  – время автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{всп}$  – время выполнения ручной вспомогательной работы, не перекрываемой временем автоматической работы станка, мин;

$K_B$  – поправочный коэффициент на время выполнения ручной вспомогательной работы в зависимости от партии обрабатываемых деталей;

$a_{тех}$ ,  $a_{орг}$ ,  $a_{ен}$  – время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на естественные потребности, в процентах от оперативного времени.

Время автоматической работы станка по программе определяется по формуле 13:

$$T_{авт} = T_{осн.авт.} + T_{всп.авт.}, \quad (13)$$

где  $T_{авт.}^{осн.}$  - основное программное время, мин;

$T_{авт.}^{всп.}$  - вспомогательное программное время, мин .

Основное программное время определяется по формуле 14:

$$T_{осн.авт.} = \sum_{i=1}^m \left( \frac{L_i}{n_i s_i} \right), \quad (14)$$

где  $m$  – число участков обработки;

$L_i$ ,  $n_i$ ,  $s_i$  – соответственно расчетная длина обработки, число оборотов и подача на  $i$ -ом участке.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Вспомогательное программное время определяется по формуле 15:

$$T_{авт.}^{всп.} = T_{а.в.} + T_{ост.}, \quad (15)$$

где  $T_{а.в.}$  – машинно-вспомогательное время на автоматическую смену инструмента, мин;

$T_{ост.}$ –машинно-вспомогательное время на выполнение вспомогательных технологических ходов и технологические паузы, мин.

Время выполнения ручной вспомогательной работы, не перекрываемое временем автоматической работы станка, определяется по формуле 16:

$$T_{всп.} = T_{уст.} + T_{изм.} + T_{ком.}, \quad (16)$$

где  $T_{уст.}$  – вспомогательное время на установку и снятие заготовки, мин;

$T_{изм.}$ –вспомогательное время на контрольные измерения, мин;

$T_{ком.}$ –вспомогательное время на работы и команды связанные с выполнением операции, мин.

Штучно калькуляционное время на одну деталь определяется по формуле 17:

$$T_{ш.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n}. \quad (17)$$

Рассчитаем время, необходимое для выполнения операции 005 ,1 установкой комплексной с ЧПУ на обрабатывающем центре.

Основное автоматическое время для подрезки торца:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} \cdot \frac{\Delta}{t} = \frac{198}{4910 \cdot 0,2} \cdot 1 = 0,2 \text{ мин.}$$

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

Основное автоматическое время для проточки диаметра с подрезкой торца:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} \cdot \frac{\Delta}{t} = \left( \frac{10}{1100 \cdot 0,2} + \frac{35}{1100 \cdot 0,2} \right) \cdot 5 = 1 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для сверления 11 отверстий D=9,5 мм напроход:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{12}{6000 \cdot 0,35} \cdot 11 = 0,06 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для сверления 6 отверстий D=22 мм напроход:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{30}{2600 \cdot 0,22} \cdot 6 = 0,31 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для сверления 2 отверстий D=26 мм на глубину 15 мм:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{15}{2755 \cdot 0,25} \cdot 2 = 0,04 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для сверления 2 отверстий D=14 мм напроход:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{70}{3525 \cdot 0,22} \cdot 2 = 0,18 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для сверления 3 отверстий D=4 мм на глубину 15 мм:

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{15}{6000 \cdot 0,175} \cdot 3 = 0,04 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для нарезания резьбы М5-5Н6Н на глубину 12 мм:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{12}{6000 \cdot 0,175} \cdot 3 = 0,03 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для сверления отверстия D=7 мм на глубину 18 мм:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{18}{6000 \cdot 0,175} = 0,17 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для развертывания отверстия D=8 мм на глубину 14 мм:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{14}{1194 \cdot 0,06} = 0,2 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для фрезерования 2 отверстий D=23 мм на глубину 13,5 мм:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{13,5}{2215 \cdot 0,09} \cdot 2 = 0,14 \text{ мин.}$$

Основное автоматическое время для фрезерования 2 поверхностей D=48 мм на глубину 13,5 мм:

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s_0} = \frac{12}{1132 \cdot 0,15} \cdot 2 = 0,14 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{осн.авт.}} = 0,2 + 1 + 0,06 + 0,31 + 0,04 + 0,18 + 0,04 + 0,03 + 0,17 + 0,2 + 0,14 + 0,14 = 2,51 \text{ мин.}$$

Определение вспомогательного времени

Вспомогательное время определяется по формуле 18:

$$T_B = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}, \quad (18)$$

где  $t_{\text{уст}}$  - вспомогательное время на установку и снятие детали;

$t_{\text{пер}}$  - вспомогательное время, связанное с переходом;

$t_{\text{изм}}$  - вспомогательное время на контрольные измерения.

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяю по карте 16:

Заготовка весом 4,2 кг устанавливается в специальное приспособление,  $t_{\text{уст}} = 0,35$  мин.

Вспомогательное время связанное с переходом определяется по картам 33.

$$t_{\text{пер}} = 0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,07 + 0,07 + 0,04 + 0,07 + 0,07 + 0,1 = 1,26.$$

Вспомогательное время на контрольные измерения определяется по карте 87:

$$t_{\text{изм}} = 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,55 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,06 + 0,07 + 0,06 + 0,06 = 1,35.$$

Вспомогательное время на операцию 005 равно:

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

$$T_B = 0,35 + 1,26 + 1,35 = 2,96 \text{ мин.}$$

С учетом поправочного коэффициента вспомогательное время на операцию 005 составит:

$$T_B \cdot K_{t_B} = 2,96 \cdot 1 = 2,96 \text{ мин.}$$

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

Время на обслуживание рабочего места определяется по карте 34:

$a_{обс} = 3\%$  от оперативного времени.

Время перерывов на отдых и личные надобности при механической подаче равно  $a_{отд} = 4\%$  от оперативного времени.

Определение нормы штучного времени

Норма штучного времени определяется по формуле 19:

$$T_{шт} = (T_0 + T_B) \left( 1 + \frac{a_{обс} + a_{отд}}{100} \right); \quad (19)$$

$$T_{шт} = (2,51 + 2,96) \left( 1 + \frac{3 + 4}{100} \right) = 5,85.$$

Нормы времени для операции 010 рассчитываются аналогично и представлено в таблице 7

Таблица 7 – Нормы времени для операции 010

№ Операции	$\sum T_0$ , мин	$T_{всп}$ , мин	$T_{шт}$ , мин
005 (второй установ)	16,76	13,2	29,96

### 2.3.6 Расчет потребного количества оборудования

#### Выбор металлорежущего оборудования

Исходя из сложности конструкции детали, уровня серийности производства, и экономических показателей, выбираем токарно-фрезерный обрабатывающий центр Multicut 500S (рисунок 49).

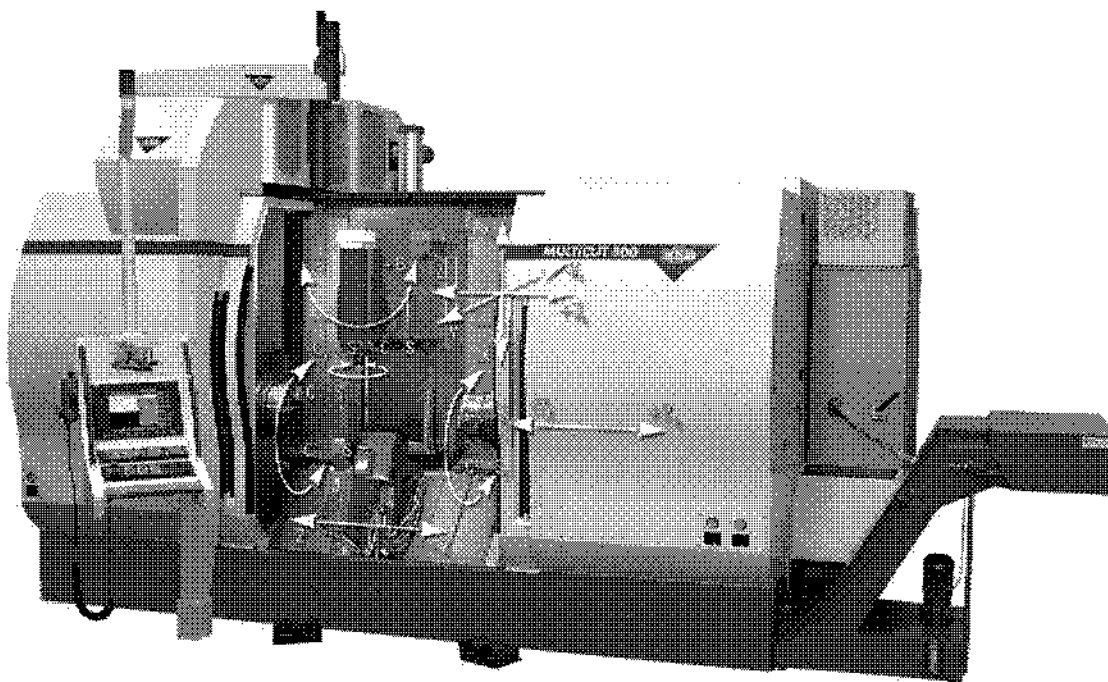


Рисунок 49 – Multicut 500S

Многофункциональные токарно-фрезерные центры являются переходными между токарными и фрезерными станками, что позволяет им расширить технологические возможности одного универсального станка на несколько технологий (токарная обработка, нарезка резьбы, прорезка, сверление, растачивание, фрезерование, фрезерование кулачков, огибание зубчатых колес (Рисунок 50)). Стандартно станки комплектуются осью В, которая приносит возможность внеосевого сверления и фрезерования по пяти осям. В случае исполнения Multicut 500S (с правым шпинделем) станок позволяет осуществлять комплексную обработку деталей с обеих сторон.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

77

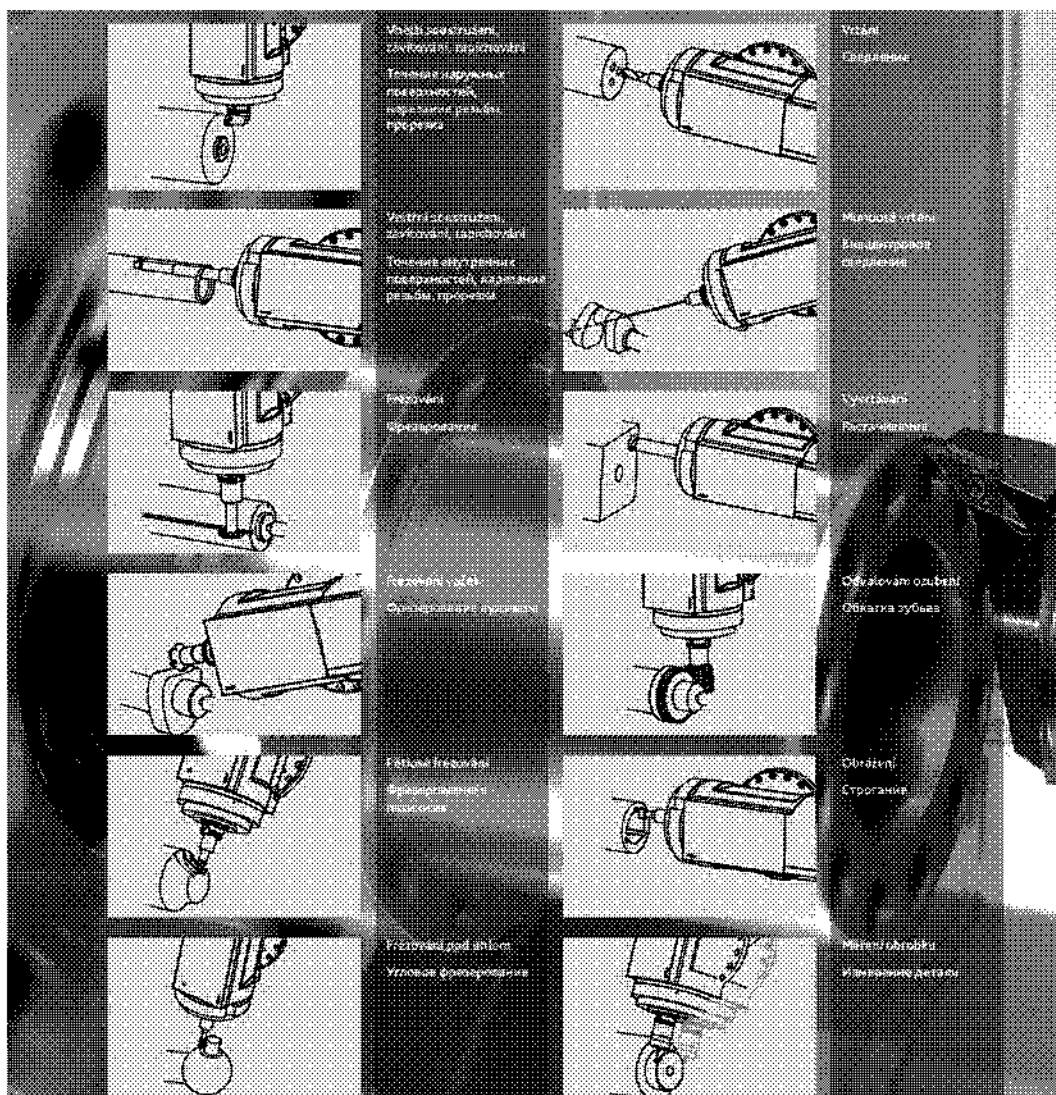


Рисунок 50 – Технологические возможности станка

Основой станка является очень жесткая отливка ложе. По верхней горизонтальной части ложе перемещается система салазков Z1, Y1 и X1. Точные позиции салазков отмериваются оптико-электронными линейными элементами Heidenhain.

На салазках размещена ось В, которая обеспечивает поворот инструментального шпинделя. Ось В может работать в режиме постоянного управления, что позволяет осуществлять непрерывную обработку по пяти осям или в случае токарной обработки, линейного фрезерования, сверления под углом и т.д. возможно наклонить ось В под требуемым углом и для увеличения момента зафиксировать ось В тормозом.

Привод оси В реализован при помощи прямого привода от торкдвигателя с водяным охлаждением, что гарантирует высокую динамику и точность хода оси В, и ее эксплуатацию без обслуживания.

Инструментальный шпиндель приводится в действие накладным двигателем так же с водяным охлаждением. В этом же шпинделе можно зажимать ротационные и не ротационные инструменты, которые вкладываются из магазина инструментов быстрым автоматическим манипулятором непосредственно в инструментальный шпиндель. Для обеспечения точной и жесткой связи токарного инструмента и инструментального шпинделя этот шпиндель оборудован гидравлической фиксирующей муфтой по одному градусу, которая позволяет использовать до четырех токарных инструментов в одном держателе. Замена токарного инструмента при этом происходит простым поворачиванием многорезцового держателя обычно в течение десятых долей секунды.

На левой части размещена шпиндельная бабка вместе с левым шпинделем детали. Шпиндель так же приводится в действие современным прямым приводом, при помощи синхронного накладного двигателя так же с водяным охлаждением, что позволяет производителю гарантировать высокую температурную стабильность станка и высокую динамику и точность движений.

На консоли правого шпинделя размещен правый шпиндель детали, который может с подачей оси Z2 принять деталь из левого шпинделя детали и после этого деталь может обрабатываться и с другой стороны (комплексная обработка). Правый шпиндель стандартно идентичен левому, тем самым все преимущества левого шпинделя действительны и для правого, включая водяное охлаждение.

Главные преимущества:

- Цепной магазин инструментов на 78 позиций
- Зона смены инструмента с измерительным инструментальным зондом
- Процесс смены инструмента составляет 3 сек
- Кинематический узел станка, салазки X, Y, Z
- Система управления SINUMERIK 840D

Определим трудоемкость производственной программы по формуле 20:

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		79



$$T_{\text{тр}} = N \cdot \sum \frac{T_{\text{ш.к.}}}{60}. \quad (20)$$

Трудоемкость проектируемого технологического процесса:

$$T_{\text{пр.тп.}} = 840 \cdot \frac{35,8}{60} = 501 \frac{\text{н}}{\text{час}}.$$

Определим годовой фонд времени для оборудования, исходя из условий его работы:

- продолжительность рабочего дня – 12 часов;
- пятидневная рабочая неделя;
- количество рабочих дней в году – 247 день;
- сменность работы – 2 смены.

$$\Phi_{\text{ст}} = \Phi \cdot N \cdot m \cdot k, \quad (21)$$

где  $\Phi$  – количество рабочих дней в году,  $\Phi=247$  день;

$N$  – количество рабочих часов в смену,  $N=12$  часов;

$m$  – число смен работы оборудования в сутки,  $m=2$ ;

$k$  – коэффициент, учитывающий время на ремонт и обслуживание оборудования,  $k = 0,97$ .

$$\Phi_{\text{ст}} = 247 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0,97 = 3834 \text{ час.}$$

Действительный годовой фонд времени для рабочего определим по формуле:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi \cdot N \cdot K_{\text{п}},$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий время отпуска и невыход рабочих по уважительным причинам;

$K_{\text{п}} = 0,9$ .- при работе в две смены.

$$\Phi_{\text{д}} = 247 \cdot 12 \cdot 0,9 = 1779 \text{ час.}$$

Расчетное количество станков необходимых для выполнения годовой программы определяется по формуле 22:

$$C_{\text{р}} = \frac{T_{\Sigma \text{тр}}}{\Phi_{\text{ст}}}, \quad (22)$$

где  $T_{\Sigma \text{тр}}$  – трудоемкость обработки на станках данного типа годового количества деталей, ч;

$\Phi_{\text{ст}}$  – действительное число часов работы одного станка при работе в три смены.

Расчетное число единиц оборудования редко получается целым числом, поэтому необходимо округлить  $C_{\text{р}}$  до большего целого числа.

$C_{\text{р}} \rightarrow C_{\text{п}}$ .

Определим коэффициент загрузки оборудования по формуле 23:

$$K_{\text{зо}} = \frac{C_{\text{р}}}{C_{\text{п}}}. \quad (23)$$

Рассчитывается количество оборудования на проектируемые операции:

$$C_{\text{р}}^{005} = \frac{35,8 \cdot 840}{3834 \cdot 60} = 0,13.$$

Принимаем  $C_{\text{п}}^{005} = 1$  станок;  $K_{\text{зо}} = 0,13$ .

Коэффициент загрузки для серийного производства  $K_{\text{зо}} = 0,75 \dots 0,95$ . При большем значении оборудование будет перегружено и потребуются увеличение числа оборудования. При меньшем значении необходимо догружать станок другими операциями. Так как станок загружен неполностью, то для эффективности производство необходимо либо увеличить выпуск данной детали, либо увеличить номенклатуру производства, т.е. обеспечить выпуск типовых деталей, кото-

рые можно обрабатывать на этих же станках, с применением того же инструмента и приспособлений.

## 2.4 Описание планировки участка

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов.

Склад заготовок предназначен для хранения запасов заготовок – проката, поковок, штамповок и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением.

На складе заготовок должен храниться запас заготовок необходимый для обеспечения бесперебойной работы участка согласно нормам.

Площадь склада заготовок определяется по формуле 24:

$$S_{\text{ск.з.}} = \frac{Q_3 \cdot t_1}{D \cdot q_1 \cdot k_1}; \quad (24)$$

где  $S_{\text{ск.з.}}$  – площадь склада заготовок, м<sup>2</sup>;

$Q_3$  – масса заготовок, обрабатываемых на участке в течение года, т;

$t_1$  – запас хранения заготовок в днях, по нормативам  $t = 12$  дней;

$D$  – число рабочих дней в году (принимается 247 день);

$q_1$  – средняя грузонапряжённость площади склада, по нормативам  $q = 1,5$  т/м<sup>2</sup>;

$k_1$  – коэффициент использования полезной площади при обслуживании транспортом  $k=0,3$ .

Сначала определим общую массу хранимых заготовок по формуле 25:

$$Q_3 = N \cdot Q'_{\text{заг}}; \quad (25)$$

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

$$Q_3 = 840 \cdot 0,0042 = 3,53 \text{ т};$$

$$S_{\text{ск.з.}} = \frac{3,53 \cdot 12}{247 \cdot 1,5 \cdot 0,3} = 0,38 \text{ м}^2;$$

Ввиду малой площади, склад заготовок находится в общецеховом складе заготовок.

Склад готовых деталей служит для накопления и хранения окончательно обработанных деталей. Передвижение деталей по пролету осуществляется при помощи электрокара, а перемещение деталей со станка на станок осуществляется при помощи тележки, так как масса заготовки 4,2 кг.

Площадь склада готовых деталей определяется по формуле 26:

$$S_{\text{с.д.}} = \frac{Q_{\text{д.}} \cdot t_3}{D \cdot q_3}, \quad (26)$$

где  $S_{\text{с.д.}}$  – площадь склада готовых деталей, м<sup>2</sup>;

$Q_{\text{д.}}$  – чистый вес готовых деталей, т;

$t_3$  – запас хранения деталей в днях,  $t_3 = 15$  дней;

$D$  – число рабочих дней в году,  $D = 247$  дня;

$q_3$  – средняя грузонапряженность площади склада,  $q_3 = 1,5$  т/м<sup>2</sup>.

Определяем чистый вес детали по формуле:

$$Q_{\text{д.}} = N \cdot Q$$

$$Q = 840 \cdot 0,0037 = 3,1 \text{ т.}$$

$$S_{\text{с.д.}} = \frac{3,1 \cdot 15}{247 \cdot 1,5} = 0,13 \text{ м}^2.$$

Ввиду малой площади, склад готовых деталей находится в общецеховом складе готовых деталей.

Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) служит для снабжения рабочих мест (станочников, контролеров и слесарей) инструментом и приспособлениями. Площадь ИРК определяем по числу обслуживаемых производственных

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

металлорежущих станков. Исходя из типа производства и габаритов оборудования площадь ИРК на один станок принимается равной 0,8 м<sup>2</sup>, а площадь приспособлений на один производственный станок – 0,7 м<sup>2</sup>. Следовательно, общая площадь ИРК равна  $(0,8+0,7) = 1,5 \text{ м}^2$ . Эта площадь участка входит в площадь ИРК цеха.

Площадь контрольного отделения определяется по числу контролеров. На одного контролера укрупнено принимается 5 – 6 м<sup>2</sup> площади, плюс площадь под крупногабаритной инвентарь (при необходимости). Так как необходимость в крупногабаритном инвентаре нет, то площадь контрольного отделения принимаем:

$$S_k = 1 \cdot 5 = 5 \text{ м}^2.$$

Участок автоматизированного контроля.

Автоматизированная система утилизации отходов (АСУО):

Служит для обеспечения надежной работы оборудования за счет своевременного удаления стружки из зоны резания, транспортирования ее от оборудования к месту складирования, сортировки и утилизации, а так же непосредственно для сортировки и утилизации. Транспортировка осуществляется оператором станка на тележке в конце смены.

В соответствии с требованиями по безопасности труда и пожарной безопасности предусмотрены все необходимые меры и средства.

Определение ширины и высоты пролета здания и укрупненной площади участка.

Ширина пролета здания цеха, где расположен проектируемый участок, зависит от размеров обрабатываемых деталей, применяемого технологического и грузоподъемного оборудования и средств транспорта. Шириной пролета здания  $L$  – называется расстояние между осями подкрановых стоек или колонн. Так как на участке применяется среднее оборудование, то ширину пролета принимаем равную 18 м.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

Высоту пролета механического цеха принимаем в зависимости от размеров изготавливаемых изделий, габаритных размеров технологического оборудования (по высоте), размера и конструкции мостового крана, а также санитарно-гигиенических требований.

На участке находится мостовой кран, на случай замены оборудования или его ремонта, так же приняты все меры для осуществления безопасной работы участка.

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Проектирование станочных приспособлений

Проектируем станочное приспособление для комплексной операции на токарно-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ.

Схемой простановки опоры предусматривается установка заготовки на установочные элементы по плоскости основания с упором в торец и цилиндрический палец. Такая схема простановки опоры предопределяет только одну теоретическую схему базирования, что исключает многозначность конструктивных решений. Для закрепления заготовки используется трехкулачковый патрон.

Схемой закрепления предусматривается приложение силы закрепления по наружной поверхности. Форма контактной поверхности – линия, силовой привод – пневматический. Схема пневматического двухстороннего поршневого привода представлена на рисунке 3.1.

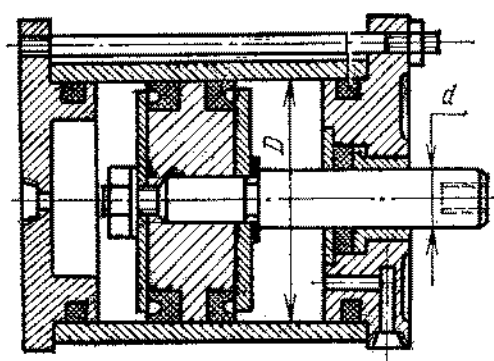


Рисунок 51 – Схема пневмопривода

Зажимные устройства служат для создания надёжной фиксации заготовки на неподвижных установочных опорах и сохранение этого положения в процессе обработки. Пневмоцилиндр служит для создания исходной силы тяги на ведущем звене, силового механизма. Рычаг служит для преобразования усилия силового привода в силу зажима заготовки. Корпус приспособления объединяет все элементы в единое, он воспринимает все силы, действующие на заготовку. При обработке он должен быть прочным, жёстким и виброустойчивым.

Рассчитаем режимы резания

По расчетным данным принимается скорость резания при точении диаметра  $D=190$  мм:  $V=702$  м/мин;  $S=0,2$  мм/об;  $n = 4910$  об/мин.

Рассчитывается сила резания

Главная составляющая силы резания при точении – окружная сила  $P_z$ , которая рассчитывается по формуле 27:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p}, \quad (27)$$

где  $C_p=40$  – коэффициент, зависящий от качества обрабатываемого металла,

$t=1,96$ — глубина резания в мм;

$S=0,2$  — подача в мм/об;

$x_p=1,0$  – показатель степени при глубине резания;

$y_p=0,75$  — показатель степени при подаче.

$$P_z = 40 \cdot 1,96^1 \cdot 0,2^{0,75} = 35,86 \text{ Н};$$

Рассчитывается мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{35,86 \cdot 412}{1020 \cdot 60} = 0,24 \text{ кВт};$$

## Определение условий закрепления заготовки

При точении, на заготовку действуют осевая сила  $P_x$ , вертикальная сила  $P_z$ , и момент резания  $M_p$ .

Из условия равновесия сила зажима определяется по формуле 28:

При  $P < 3W'f_1$

$$M_{\text{тр}} = M_p k = P_z \frac{d_1}{2} k = 3 \cdot W' \cdot f_1 \cdot \frac{d_2}{2}, \quad (28)$$

где  $P_z$  - вертикальная составляющая сила,  $P_z = 35,86 \text{ Н}$ ;

$f_1$  – коэффициент силы трения,  $f_1 = 0,15$ ;

$d_1$  – диаметр обрабатываемой детали,  $d_1 = 190 \text{ мм}$ ;

$d_2$  – диаметр зажима детали,  $d_2 = 260 \text{ мм}$ ;

$M_{\text{тр}}$  – момент трения;

$k$  – коэффициент запаса,  $k = 2$ ;

$K$  – коэффициент запаса надёжности закрепления.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (29)$$

где  $K_0 = 1,5$  - гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1$  - увеличение сил резания при затуплении инструментов;

$K_2 = 1,5$  - увеличение сил резания из-за колебаний припусков на заготовку;

$K_3 = 1$  - изменение сил резания при обработке прерывистых поверхностей;

$K_4 = 1$  - непостоянство сил при закреплении;

$K_5 = 1$  - непостоянство сил зажимных устройств с ручным приводом;

$K_6 = 1$  - неопределённость мест контакта плоских базовых поверхностей

заготовки с плоскими поверхностями УЭ.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,25;$$



$$W' = P_z \frac{d_1 \cdot k}{3 \cdot f_1 \cdot d_2'} \quad (30)$$

$$W' = \frac{35,86 \cdot 0,190 \cdot 2,25}{3 \cdot 0,15 \cdot 0,260} = 246,02 \text{Н.}$$

Тяговое усилие поршневых приводов:

$$Q = 0,785 \cdot q \cdot D^2 \quad (31)$$

где D- диаметр пневмоцилиндра, мм;

q=0,5 МПа- давление воздуха.

Уравнение силового замыкания:

$$Q = \frac{W}{i \cdot \eta} \quad (31)$$

$$Q = \frac{246,02}{3,2 \cdot 0,95} = 86 \text{Н,}$$

где  $i = \frac{l_1}{l_2} = \frac{80}{25} = 3,2$  – передаточное отношение рычажного механизма;

$\eta = 0,95$ - коэффициент полезного действия, учитывает суммарные потери всего механизма зажима.

Рассчитывается значение диаметра пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{W}{0,785 \cdot q \cdot \eta \cdot i}} = \sqrt{\frac{246,02}{0,785 \cdot 0,5 \cdot 0,95 \cdot 3,2}} = 31,4. \quad (32)$$

Выбирается стандартный диаметр пневмоцилиндра D=32 мм и штока d=12 мм. Так как выбранное оборудование рассчитано на обработку любых ма-

териалов, то станок комплектуется диаметром пневмоцилиндра  $D=125$  мм и штока  $d=32$  мм.

### 3.2 Проектирование контрольных приспособлений

Применение универсальных измерительных инструментов и калибров малопродуктивно, и не всегда обеспечивает нужную точность и удобство контроля, а в условиях поточно-автоматизированного производства вообще неприемлемо.

Выходной контроль, или проверка соответствия размеров и формы детали требованиям чертежа, может проводиться как на станке — до снятия детали, так и вне станка — в специальных контрольно-измерительных приборах или на координатно-измерительных машинах.

Координатная измерительная машина (КИМ) - средство измерения, предназначенное для проведения координатных измерений в общем случае не менее, чем по трем линейным или угловым координатам (координатным перемещениям), причем, по меньшей мере, одна из координат должна быть линейной. В зависимости от компоновки узлов координатных перемещений измерения проводятся в прямоугольной (декартовой), цилиндрической или сферической системе координат машины.

Для измерения детали «Корпус масляного насоса» выбираем КИМ Accura Mass - координатная измерительная машина Zeiss (рисунок 3.2). Accura – это выгодное решение для производственных измерений и задач контроля. Машина Accura Mass, оборудованная различными конфигурациями контактных щупов, сочетает производительность и точность с высокой надёжностью работы и нетребовательностью к техническому обслуживанию.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		89

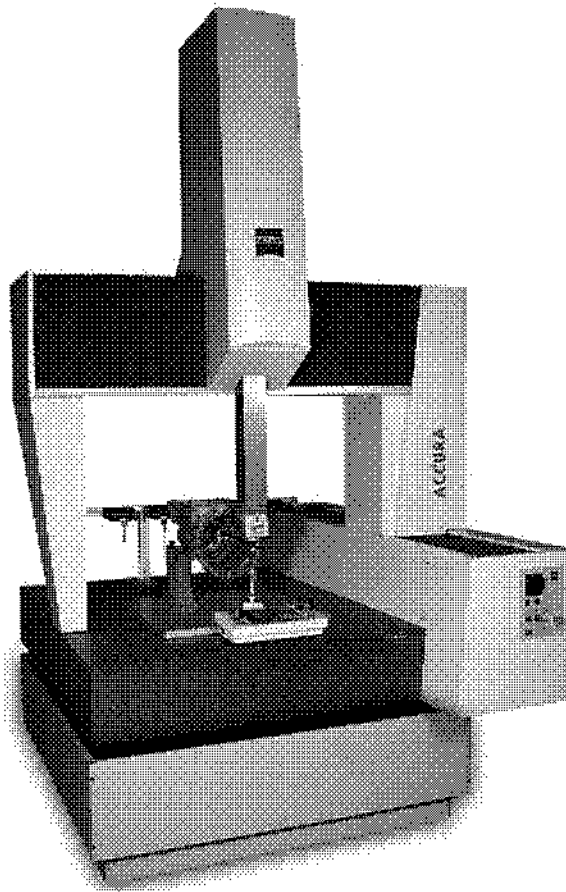


Рисунок 52– КИМ – Accura Mass.

Применяется в целом ряде отраслей промышленности для начального и конечного контроля изделий, квалификации крепления и управления процессами. Accura Mass – идеальная измерительная система для работы с хорошей точностью и производительностью в широком диапазоне контрольных и измерительных задач на общих механических и призматических компонентах. С диапазоном измерений  $X = 700$  мм,  $Y = 900$  мм,  $Z = 500$  мм. погрешность измерения длины для VAST Gold/XT Gold и RDS/VAST XXT:  $MPE_E = (1.6 + L/333)$  мкм,  $MPE_P = 1.7$  мкм.

Особенности КИМ – Accura Mass:

- Открытый дизайн портала с технологией MASS с неподвижным столом;
- полностью оборудованная измерительная машина с ЧПУ;
- Полностью защищены направляющие оси X, защита направляющей со стороны привода оси Y;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	151001.2016.846.00.01ПЗ					Лист
										90

– возможность загрузки и выгрузки деталей с любой стороны рабочего стола КИМ;

– стойки измерительного портала имеют одинаковую длину, за счет этого при изменении температуры окружающей среда не происходит перекоса портала;

– Температурная компенсация детали.

Выбор щупов для сканирования определяется типом задачи сканирования и типом используемого сканирующего датчика. Следует использовать щуп того же диаметра, который имел чистовой режущий инструмент, использованный при изготовлении детали.

Щуп должен быть максимально коротким, чтобы предотвратить избыточный изгиб, но при этом надо следить за тем, чтобы он был достаточно длинным для того, чтобы избежать сканирования на хвостовике.

В качестве сканирующего датчика выбираем: пассивный сканирующий датчик VAST XT (рисунок 3.3). Длина измерительного щупа 120мм.

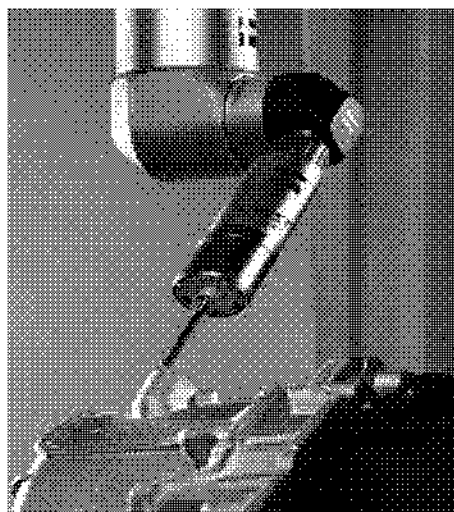


Рисунок 53 – Сканирующий щуп Vast

Сканирующий щуп VAST XT:

- измерение отдельных точек и активное сканирование;
- возможность замены наконечника;
- избегание ошибочных точек (щуп "в воздухе");
- визуальная индикация контакта с поверхностью ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

– определение разболтанности наконечника.

Программное обеспечение PC DMIS CAD™: CALYPSO 00 NT Basis CNC.

Графическое программное обеспечение на основе CAD для измерения призматических деталей и обработки результатов. У данного ПО «масса» преимуществ:

- простое в управлении, благодаря автоматизации процесса измерения;
- полная графическая поддержка с визуализацией задач измерения и вводимых данных;
- минимизация ошибок и нажатий клавиш благодаря автоматическому распознаванию элементов и генерированию путей перемещений;
- оптимизация времени измерений за счет переменного фокуса измерений (ФОКУС);
- гибкое представление результатов с простой интеграцией графики измеряемой детали;
- мультимедийная поддержка руководства по установке деталей и сборке щуповых конфигураций при ЧПУ измерениях;

Математическое базирование

На рисунке 54 показана система координат КИМ.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

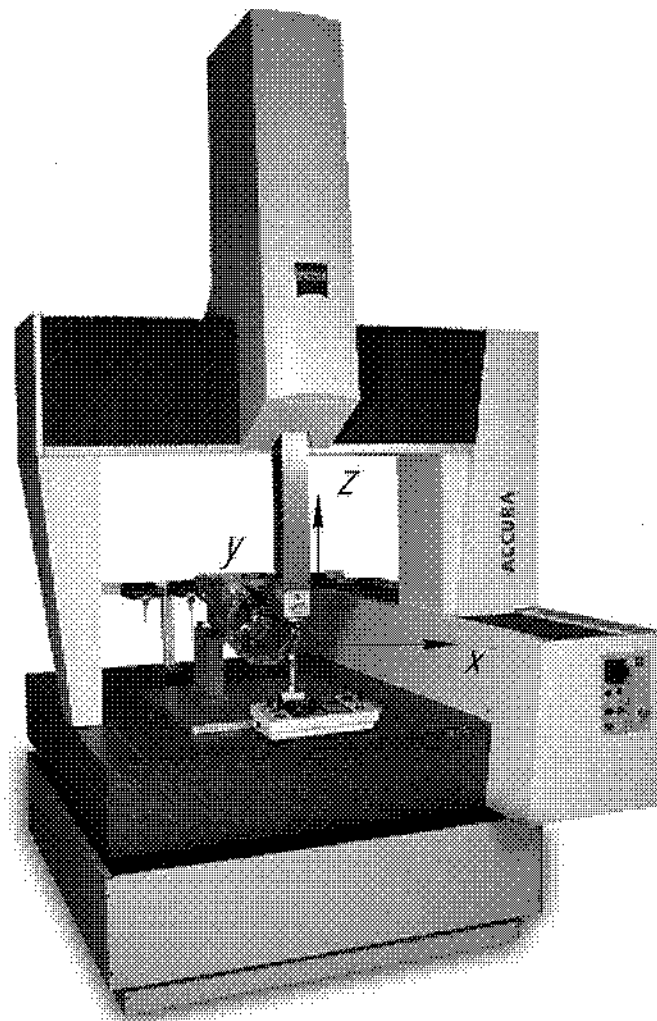


Рисунок 54 – Система координат Accura Mass

Математическое базирование – процедура, заключающаяся в расчете расположения системы координат детали (СКД) по предварительно измеренным, в системе координат машины (СКМ) точками базовых элементов детали СКМ в СКД. Оно направлено на определение расположения детали относительно измерительного наконечника. В итоге получаем СКД, образованную базовыми поверхностями детали. Эта процедура заключается в расчете расположения СКД по предварительно измеренным в СКМ точкам базовых элементов детали и последующей трансформации координат точек в других элементах из СКМ в СКД и обратно. Математическое базирование производится в наладочном режиме и показана на рисунке 55.

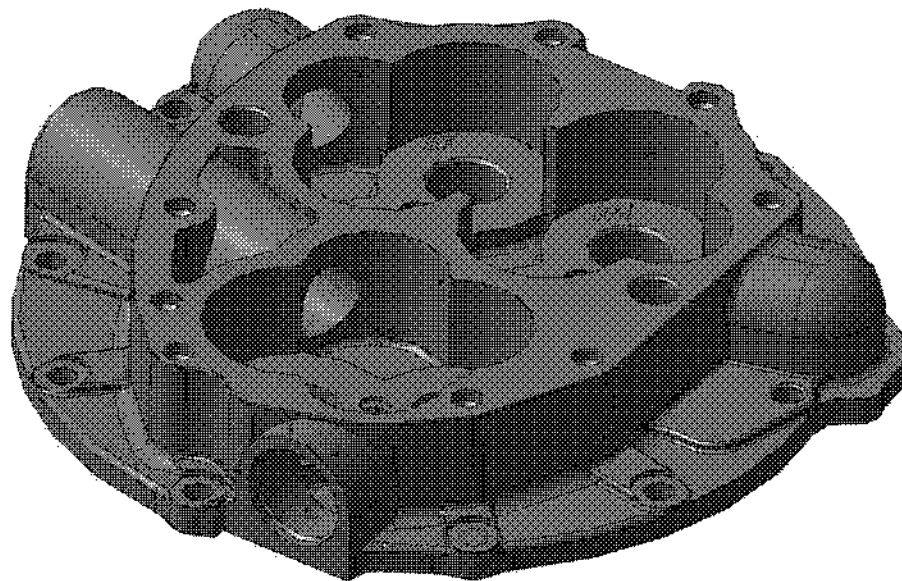


Рисунок 55 – Расположение систем координат.

Стратегия измерения - рекомендуемое число точек, их расположение на контролируемых поверхностях и последовательность обхода (траектория движения) при измерении;

Набор расчётных моделей, математически описывающих взаимосвязь координат измеренных точек, с определенными линейно-угловыми параметрами.

При определении контролируемых параметров помним, что измеренный размер – это размер заменяющего элемента. Каждый размер состоит из размера заменяющего элемента плюс допуск формы.

В процессе контроля на современных КИМ используются стратегии многоточечных измерений и очень сложные расчетные методики, которые практически невозможно реализовать в ручном режиме. Поэтому даже при ручных измерениях для расчетов применяют специализированное программное обеспечение. При многоточечном измерении заменяющий элемент (математическая модель) определяется так, чтобы он был наилучшим образом согласован с измеренными точками по принятому методу аппроксимации. Координатная метрология использует три основных критерия аппроксимации, каждый критерий дает

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		94

свое значение заменяющего элемента и его положения в пространстве, в данном случае мною выбран принцип Тейлора: Критерий прилегания поверхности - заменяющий элемент должен находиться вне материала детали таким образом, чтобы суммарное расстояние от него до измеряемых точек было минимальным.

### 3.3 Проектирование режущего инструмента

#### Проектирование и расчет комбинированного сверла

По результатам проведенного анализа действующего технологического процесса, было принято решение по проектированию комбинированного двухступенчатого сверла-зенкера, для обработки ступенчатого отверстия.

Данное сверло позволит уменьшить количество используемого режущего инструмента и сократить время обработки детали за счет сокращения обработки.

Исходные данные для расчета комбинированного сверла:

- номинальный диаметр меньшего отверстия  $D_1=24$  мм;
- номинальный диаметр среднего отверстия  $D_2=31,46$  мм;
- номинальный диаметр большего отверстия  $D_3=33,5$  мм;
- длина сверления первой ступени  $l_1=115$  мм;
- длина сверления второй ступени  $l_2=30$  мм;
- длина сверления третьей ступени  $l_3=3$  мм;
- обрабатываемый материал – сплав АК7ч(АЛ9).

Мощность главного движения 22 кВт;

Направление вращения правое;

Допускаемое усилие механической подачи 100 Нм.

Предельные размеры диаметра отверстия

$$D_{\max}=D+ES;$$

$$D_{\min}=D+EI;$$

$$D_{1\max}=24,52\text{мм};$$

$$D_{1\min}=24\text{мм};$$

$$ES_1=0,52\text{мм};$$

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		95



$$D_{2\max}=31,68\text{мм};$$

$$D_{2\min}=31,46\text{мм};$$

$$ES_2=0,22\text{мм};$$

$$D_{3\max}=34,12\text{мм};$$

$$D_{3\min}=33,5\text{мм};$$

$$ES_1=0,62\text{мм}.$$

Коэффициенты глубины сверления, цекования и расчетные диаметры

$$K_{\text{гс}} = \frac{1}{D}; \quad (33)$$

$$K_{\text{гс1}} = \frac{115}{24} = 4,79;$$

$$K_{\text{гс2}} = \frac{30}{31,46} = 0,92;$$

$$K_{\text{гс3}} = \frac{3}{33,5} = 0,09;$$

При  $K_{\text{гс}} \leq 3$   $d_p = D_{\max} - 0,667\delta_0$ ;

$$d = 24,52 - 0,667 \cdot 0,52 = 24,17 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 31,65 - 0,667 \cdot 0,22 = 31,5 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 33,5 - 0,667 \cdot 0,62 = 33,09 \text{ мм};$$

Полученные значения округляем, назначаем допуск на наружный диаметр сверла и зенкера:

$$d_1 = 24,1_{-0,052}\text{мм};$$

$$d_2 = 31,5_{-0,052}\text{мм};$$

$$d_3 = 33,5_{-0,052}\text{мм}.$$

Геометрические параметры режущей головки сверла-зенкера

Главный угол в плане выбирается в зависимости от свойств обрабатываемого материала.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		96

$2\varphi=118^{\circ}\pm 30$  - Угол при вершине;

$\alpha_1=12^{\circ}$  - Задний угол;

Осевая сила и крутящий момент

Осевая сила при сверлении

$$P_{o1} = 10 \cdot C_p \cdot d^{qp} \cdot S^{yp} \cdot k_p; \quad (34)$$

По [2] принимаем значения коэффициентов уравнения:  $C_p=68$ ;  $q=1,0$ ;  $y=0,7$ ;  $S=0,4$ ;  $k_p=1$ .

$$P_{o1} = 10 \cdot 68 \cdot 24,1 \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1 = 8629Н.$$

Осевая сила при рассверливании

$$P_{o2} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^{yp} \cdot k_p. \quad (35)$$

По принимаем значения коэффициентов уравнения:  $C_p=37,8$ ;  $t=1,0$ ;  $x=1,3$ ;  $y=0,7$ ;  $S=0,4$ ;  $k_p=1$ ;  $q=0$ .

$$P_{o2} = 10 \cdot 37,8 \cdot 31,5 \cdot 1^{1,3} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1 = 199,04Н.$$

Общее осевое усилие, действующее на комбинированное сверло, складывается из усилий на его ступенях:

$$P_0 = P_{o1} + P_{o2}; \quad (36)$$

$$P_0 = 8629 + 199,04 = 8828,04Н.$$

Крутящий момент определяется по формуле 37:

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		97

$$M_{кр1} = 10 \cdot C_m \cdot d_1^q \cdot S^y \cdot K_p; \quad (37)$$

По принимаем значения коэффициентов уравнения:  $C_m=0,0345$ ;  $y=0,8$ ;  $S=0,4$ ;  $K_p=1$ ;  $q=2,0$ .

$$M_{кр1} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 24,1^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1 = 96,27\text{Нм.}$$

Крутящий момент при рассверливании определяется по формуле 38:

$$M_{кр2} = 10 \cdot C_m \cdot d_2^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot k_p; \quad (38)$$

По принимаем значения коэффициентов уравнения:  $C_m=0,09$ ;  $y=0,8$ ;  $S=0,4$ ;  $K_p=1$ ;  $q=1,0$ ;  $t=1$ ;  $x=0,9$ .

$$M_{кр2} = 10 \cdot 0,09 \cdot 31,5 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1 = 13,62\text{Нм.}$$

Общий крутящий момент, действующий на комбинированное сверло равен сумме моментов на его степенях.

$$M_{кр} = M_{кр1} + M_{кр2};$$

$$M_{кр} = 96,27 + 13,62 = 109,89\text{Нм.}$$

Площадь поперечного сечения сверла.

Оптимально и максимально допустимую площадь поперечного сечения определяем по формулам 39,40:

$$F_{опт} = 0,4 \cdot d^{1,9}; \quad (39)$$

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		98

$$F_{\text{доп}} = 0,5 \cdot d^{1,9}; \quad (40)$$

Для сверла:

$$F_{\text{опт1}} = 0,4 \cdot 24,1^{1,9} = 169 \text{мм}^2;$$

$$F_{\text{доп1}} = 0,5 \cdot 24,1^{1,9} = 211,25 \text{мм}^2.$$

Для сверла(2):

$$F_{\text{опт2}} = 0,4 \cdot 31,5^{1,9} = 281,1 \text{мм}^2;$$

$$F_{\text{доп2}} = 0,5 \cdot 31,5^{1,9} = 351,37 \text{мм}^2.$$

Длина сверла.

Длина первой ступени определяется по формуле 41:

$$l_{c1} = l_k + l_{\text{зат}} + l_{\phi} + l_1, \quad (41)$$

где  $l_k$ - длина заборного конуса;

$l_n$ - длина перебега = 1,5;

$l_{\phi}$ - глубина фаски.

$$l_k = \frac{d_1 - k}{2 \cdot \text{tg} \varphi} = \frac{24,1 - 3,25}{2 \cdot \text{tg} 65^\circ} = 4,32 \text{мм}. \quad (42)$$

$$l_{\text{зат}} = 1,7 \cdot d_1 = 1,7 \cdot 24,1 = 40,97 \text{мм};$$

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		99

$$l_{\phi} = \frac{d_2 - d_1}{2x \cdot \operatorname{tg} \phi} = 1,73 \text{ мм};$$

$$l_{c1} = 4,86 + 1,5 + 40,97 + 1,73 + 83 = 132 \text{ мм}.$$

Исходя из максимально допустимой длины сверла-зенкера, выбираем длину сверла  $l_1=95\text{мм}$ ,  $l_2=29\text{мм}$ , длина цековки  $l_3=32\text{мм}$ .

По полученным расчетным данным проектируем чертеж комбинированного сверла(рисунок56).

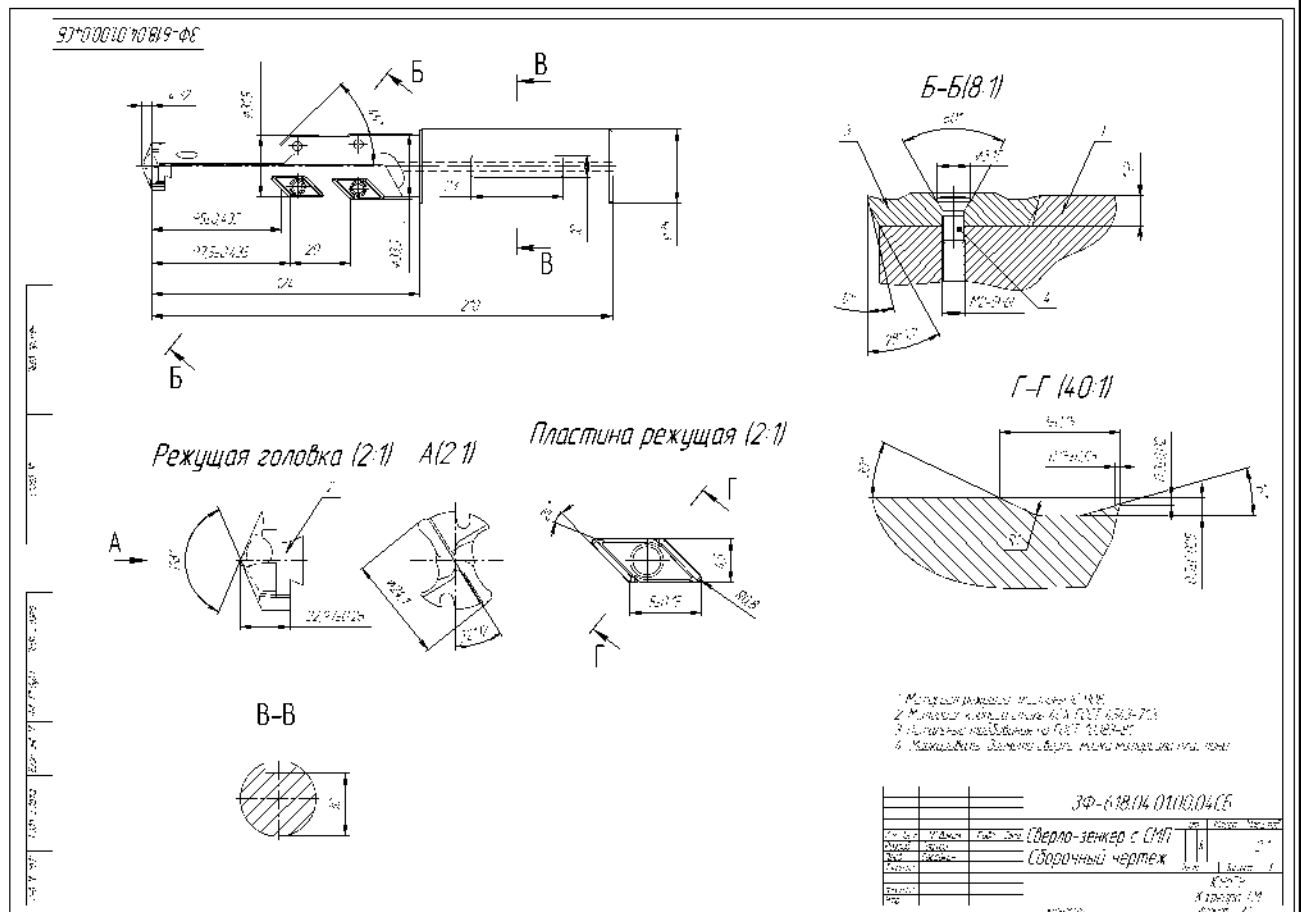


Рисунок 56 – Чертеж проектируемого сверла-зенкера

### Проектирование и расчет расточной головки

Расточные головки обладают большей производительностью по сравнению с другими расточными инструментами. Их широко применяют в автоматизированных

производства, в том числе на станках с ЧПУ. Прогрессивным инструментом являются регулируемые трехлезвийные расточные сборные головки, оснащённые сменными многогранными твёрдосплавными пластинами.

Расчёт диаметра расточной головки.

Диаметр отверстия определяется по формулам 57,58:

$$D_{max} = D + B. O. = 54,75 + 0,2 = 54,95 \text{ мм}, \quad (57)$$

$$D_{min} = D + H. O. = 54,75 + 0,12 = 54,87 \text{ мм}. \quad (58)$$

Расчёт максимального диаметра расточной головки определяется по формуле 59:

$$d_{max} = D_{max} - 0,15TD = 54,95 - 0,048 = 54,902 \text{ мм}. \quad (59)$$

Расчёт минимального диаметра расточной головки определяется по формуле 60:

$$d_{min} = D_{max} - 0,35TD = 54,95 - 0,112 = 54,838 \text{ мм}. \quad (60)$$

Глубина резания определяется по формуле 61

$$t = 0,5 \cdot (D - d) = 0,5 \cdot (45 - 42) = 1,5 \text{ мм}. \quad (61)$$

Выбор подачи.

Выбираем подачи  $s=0,1$  мм/об.

Расчёт скорости резания.

Рассчитывается в соответствии с формулой 62:

$$v = \frac{C_v \cdot D^z \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \quad (62)$$

где  $C_v=100,6$  – коэффициент;

$D=54$  мм - диаметр растачивания;

$q=0,3$ ,  $m=0,4$ ,  $x=0$ ,  $y=0,65$  - показатели степени;

$T=135$  мин - период стойкости инструмента;

$t=1,5$  - глубина резания;

$s=0,1$  мм/об - подача;

$K_v$  - поправочный коэффициент;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{IV},$$

где  $K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_r} = 1 \cdot \left(\frac{750}{200}\right)^1 = 1,25$  - коэффициент на обрабатываемый материал,

где  $\sigma_B = 200$  МПа - предел прочности обрабатываемого материала;

$K_r = 1$  - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости;

$n_r = 1$  - показатель степени;

$K_{HV} = 1$  - коэффициент на инструментальный материал;

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

$$K_v = 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 1,25;$$

$$V = \frac{100,6 \cdot 42^{0,3}}{135^{0,4} \cdot 1,5^0 \cdot 0,1^{0,65}} \cdot 1,25 = 250 \text{ м/мин.}$$

Осевая сила резания.

При определении силы резания каждую режущую пластину необходимо рассматривать как расточной резец. Поэтому:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (63)$$

где  $C_p=300$  - коэффициент;  $x=1$ ,  $y=0,75$ ,  $n=-0,15$  - показатели степени;

$t=1,5$  мм - глубина резания;

$K_p$  - поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \quad (64)$$

где  $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{200}{750}\right)^{0,75} = 0,846$ ,

где  $\sigma_B = 200$  МПа - предел прочности обрабатываемого материала;

$n = 0,75$  - показатель степени;

$K_{\phi P} = 1,11$ ,  $K_{\gamma P} = 1$ ,  $K_{\lambda P} = 1$ ,  $K_{rP} = 1$  - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента.

$$K_p = 0,846 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,939$$

$$P_0 = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 250^{-0,15} \cdot 0,939 = 514,8 \text{ Н}.$$

Крутящий момент.

Рассчитывается в соответствии с формулой 65:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot D \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot z}{3 \cdot 100}, \quad (65)$$

где  $C_p = 339$  - коэффициент;  $x = 1$ ,  $y = 0,5$  - показатели степени;

$D=54$  мм - диаметр растачивания;

$t=1,5$  мм - глубина резания;

$s_z=0,1$  мм/зуб – подача на одну пластину.



$$M_{sp} = \frac{339 \cdot 42 \cdot 2,5 \cdot 0,1^{0,5} \cdot 2}{3 \cdot 100} = 23,73 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания определяется по формуле 66:

$$N = \frac{P_0 \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{514,8 \cdot 250}{1020 \cdot 60} = 2,1 \text{ кВт}. \quad (66)$$

По полученным расчетным данным проектируем чертеж расточной головки (рисунок 57).

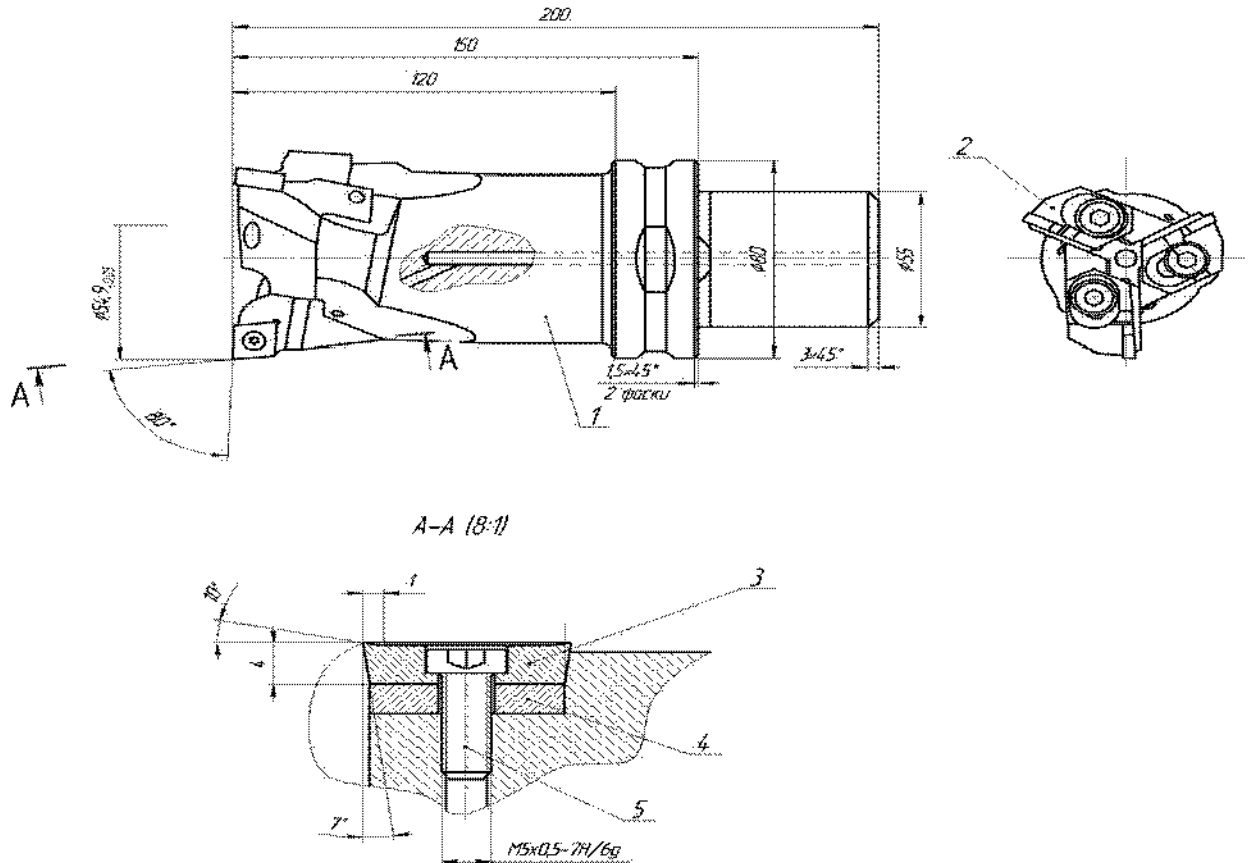


Рисунок 57 – Расточная головка

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2016.846.00.01ПЗ

Лист

104

Для производства продукции создан отдельный обособленный участок, обладающий правами хозяйственного ведения и оперативного управления финансово-хозяйственной деятельностью.

Для проектирования участка механического цеха машиностроительного завода необходимы следующие данные.

Проектируемый технологический процесс, в котором указано применяемое оборудование и нормы времени на каждую операцию, составляется таблице 8:

Таблица 8 – Технологический процесс по изготовлению корпуса рукоятки

Наименование операции	Марка оборудования	Разряд работы	Норма времени		Мощность станка, (кВт)	Оптовая цена станка, руб.
			мин	час		
Комплексная с ЧПУ	MultiCut 500S	3	35	0,55	22	25 000 000

Программа выпуска.....1000 шт

Наименование детали.....корпус масляного насоса

Масса заготовки.....4,2 кг

Масса детали.....3,6 кг

Марка материала.....АК7ч

Количество смен.....2

Эффективный годовой фонд рабочего времени работы одного станка в году рассчитывается по формуле 67[7]:

$$\Phi_{эф} = D \cdot p \cdot d \cdot \left(\frac{1-\alpha}{100}\right), \quad (67)$$

где D – количество рабочих дней в плановом периоде (247);

p – продолжительность смены в часах (12 часов);

d – сменность работы (2 смена);

$\alpha$  – потери времени на ремонт оборудования (5-10%).

$$\Phi_{эф} = 247 \cdot 12 \cdot 2 \cdot \left( \frac{1 - 8\%}{100} \right) = 3636.$$

Таблица 9 – Стоимость материалов изделия

№ п.п.	Марка материала	Чёрная масса, кг	Коэффициент использования	Масса отходов, кг	Цена 1 кг материала, руб.	Цена 1 кг отходов, руб.	Стоимость материала, руб.	Стоимость отходов, руб.	Стоимость материалов за вычетом отходов, руб.
А	Б	1	2	3	4	5	6	7	8
1	АК7ч	4,2	0,82	0,6	80	50	336	30	306
Итого:							306		

Расчет потребного количества оборудования:

Используя исходные данные по трудоемкости изготовления изделия и значение требуемой производственной мощности, рассчитаем количество оборудования:

$$n = \frac{N_r \cdot t_{шт}}{F_{д.о.}}, \quad (68)$$

где  $N_r$ - годовая производственная программа выпуска;

$t_{шт}$ - штучное время выполнения соответствующей операции, ч;

$F_{д.о.}$ - действительный фонд времени работы оборудования, учитывающий потери времени, связанные с ремонтом и обслуживанием оборудования,

$F_{д.о.} = 3636$  ч – при двухсменном режиме работы.

$$n = \frac{1000 \cdot 0,55}{3636} = 0,15$$

Принимается всего 1 станок. Так как станок загружен не полностью, то догружаться он будет деталями представителями.

$$K_{\text{загрузки}} = \frac{K_{\text{ст.р.}}}{K_{\text{ст.р.}}} \cdot 100\% = \frac{0,15}{1} \cdot 100\% = 15\%. \quad (69)$$

Подробный расчет сводится в таблицу 10.

Таблица 10 – Расчет потребного количества оборудования

№	Наименование операции	Трудоемкость обработки, ч/ед.	Требуемое количество оборудования		Стоимость единицы, тыс. руб.	Балансовая стоимость, тыс. руб.
			Расчет	Принято		
005	Комплексная с ЧПУ	0,55	0,15	1	25 000 000	27 500 000
Итого:						27 500 000

Для расчёта основной заработной платы рабочих-станочников используется табл. 11.

Таблица 11 – Численность основных рабочих и фонд их заработной платы

Номер операции	Время, мин		Количество оборудования, шт.	Занятость рабочего, %	Разряд работы	Часовая тарифная ставка, руб.	Действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч	Годовой фонд прямой заработной платы, руб. (гр. 2 + гр. 3)/60 · гр. 7 х 50	Премияльные доплаты, руб., в % от (гр. 9 · 0,40)	Доплата по поясному коэффициенту, руб. (гр. 9 + гр. 10) · 0,15	Годовой фонд основной заработной платы, руб. (гр. 9 + гр. 10 + гр. 11)
	штучное	вспомогательное									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	35	1,3	1	23	4	200	3636	350216,6	140086	73545,5	564148,1
Итого: 564148,1											

Затраты на электроэнергию сведены в табл. 12.

Таблица 12 – Силовая электроэнергия

Номер операции	Модель станка	Мощность электродвигателя, кВт	Коэффициент использования мощности электродвигателя, 0,8–0,9	Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.	Машинное время на операции мин.	КПД электродвигателя, 0,92–0,94	Затраты на электроэнергию, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Mul-tiCut	22	0,85	0,65	35	0,92	391,4
Итого:							391,4

Итого: Электроэнергия силовая:

– на одну деталь 391,4 руб.;

– на годовой выпуск 391400 руб.

Расчёт себестоимости детали проектного технологического процесса произведён в табл. 13 и 14.

Таблица 13 – Калькуляция себестоимости детали

№ п.п.	Наименование статьи	Затраты	
		на деталь руб.	на программу, тыс. руб.
1	Основные материалы	336	336 000
2	Транспортно-заготовительные расходы	3,36	3 360
3	Возвратные отходы (вычитаются)	30	30 000
4	Топливо и энергия на технологические цели	391,4	391 400
5	Итого: прямых материальных затрат	760,76	760 760
6	Основная заработная плата производственных рабочих	564,15	564 148,1
7	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	84,62	84 623,1
8	Отчисления на социальные нужды	168,7	168 680,5
9	Итого: технологическая себестоимость	2 339	2 339 000
10	Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования и инструмент	2 124	2 124 000
11	Общехозяйственные расходы	708	708 000
12	Итого: цеховая себестоимость	5 171	5 171 000
13	Общезаводские расходы	282,1	282 074,1
14	Расходы будущих периодов	103,42	10 342 000
15	Итого: производственная себестоимость	5556,52	5 556 520
16	Внепроизводственные расходы	111,13	111 130
17	Итого: полная (коммерческая) себестоимость	5723,22	5 723 215
18	Полная себестоимость за вычетом прямых материальных затрат	4 962,5	4 962 455

Таблица 14 – Калькуляция себестоимости

№ п.п.	Статья расходов	На одну деталь, руб.	На годовой выпуск, руб.
Переменные расходы			
1	Основные материалы за вычетом отходов	306	306 000
2	Основная, дополнительная заработная плата и отчисления на социальные нужды рабочих-станочников	817,5	817 451,7
3	Электроэнергия силовая	391,4	3 91 400
4	Расходы по эксплуатации режущего инструмента	157,56	7 878
5	Транспортно-заготовительные расходы	3,36	3360
Итого		1 675,8	1 675 820
Условно-постоянные расходы			
1	Ремонт и обслуживание оборудования	30,43	1 521,50
2	Основная, дополнительная заработная плата и отчисления на социальные нужды вспомогательных рабочих	817,5	817 470
3	Амортизация	10	500
4	Расходы по подготовке работы (операции)	23,15	1157,50
5	Расходы по технологической оснастке	47,46	2373,23
6	Расходы по наладке оборудования, инструктажу	33,10	1655
7	Общезаводские расходы	282,1	282 074,1
8	Расходы будущих периодов	103,5	10 342 000
9	Внепроизводственные расходы	166,7	166 700
Итого		1513,9	1 513 940
Всего		5723,22	5 723 220

Цена изделия определяется по формуле:

$$Ц = 1,5 C_i = 1,5 \cdot 5723,22 = 8584,83 \text{ руб.}$$

Сравнение базового и проектного технологических процессов.

Для сравнения калькуляции себестоимости детали базового и проектного технологических процессов в табл. 4.8 приведён расчёт калькуляции себестоимости детали действующего технологического процесса.

Таблица 15 – Калькуляция себестоимости детали действующего процесса

№ п.п.	Наименование статьи	Затраты		
		на деталь		на программу, тыс. руб.
		руб.	к ито гу, %	
1	2	3	4	5
1	Основные материалы	336	6	336 000
2	Транспортно-заготовительные расходы	3,36	0,6	3 360
3	Возвратные отходы (вычитаются)	30	0,5	30 000
4	Топливо и энергия на технологические цели	391,4	6,5	391 400
5	Итого: прямых материальных затрат	760,76	–	760 760
6	Основная заработная плата производственных рабочих	11283	17,3	11 283 000
7	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	1692,4	2,6	1 692 400
8	Отчисления на социальные нужды	3374	5,2	3 374 000
9	Итого: технологическая себестоимость	17109,76	–	17 109 760
10	Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования и инструмент	3458	36,1	3 458 000
11	Общехововые расходы	14160	12	14 160 000
12	Итого: цеховая себестоимость	34727,76	–	34 727 760
13	Общезаводские расходы	5642	8,6	5 642 000
14	Расходы будущих периодов	694,5	1,7	694 500
15	Итого: производственная себестоимость	41064,3	–	41 064 260
16	Внепроизводственные расходы	821,28	2,9	821 280
17	Итого: полная (коммерческая) себестоимость	41897,6	100	41 897 600
18	Полная себестоимость за вычетом прямых материальных затрат	40637,6	–	40 637 600

Анализ безубыточности проекта.

Точка безубыточного объёма производства рассчитывается по данным табл. 16, учитывающим зависимость объёмов реализации  $V_p$  и общих полных издержек  $C$  от объёмов выпуска и реализации в натуральном выражении  $A_g$  :



$$V_p = C \cdot A_g, \quad (67)$$

$$V_p = 8584,83 \cdot 1000 = 8\,584\,830 \text{ руб.}$$

$$C = a \cdot A_g + B, \quad (68)$$

$$C = 1\,675,82 \cdot 1000 + 1\,513\,900 = 3\,189\,720 \text{ руб.}$$

где  $C$  – цена изделия, руб./шт.;

$C$  – себестоимость выпуска, руб./год;

$A_g$  – годовой объем выпуска (аргумент функций), шт./год;

$a$  – переменные издержки на единицу продукции, руб./шт.;

$B$  – постоянные издержки на весь выпуск, руб./год.

Таблица 16 – Анализ безубыточности

Показатель	Сумма		Структура в % к цене
	на деталь, руб.	на программу, тыс. руб.	
Цена	8 584,83	8 584 830	100
Переменные издержки	1 675,82	1 675 820	39,12
Валовая маржа (вклад)	6909,01	6 909 010	60,88
Постоянные издержки	1513,9	1 513 900	27,54
Прибыль	5395,11	5 395 110	33,34

$$P_i = C - a - b = 8\,584,83 - 1\,675,82 - 1513,9 = 5395,11 \text{ руб.}$$

$$P = V_p - A - B = 8\,584\,830 - 1\,675\,820 - 1\,513\,900 = 5\,395\,110 \text{ руб.}$$

$$b + P_i = 1513,9 + 5395,11 = 6909,01 \text{ руб.}$$

$$B + P = 1\,513\,900 + 5\,395\,110 = 6\,909\,010 \text{ тыс. руб.}$$

Критический объем производства в натуральном выражении определяется по формуле 69:

$$A_{min} = \frac{B}{C - a}, \text{ шт./год.} \quad (69)$$

$$A_{min} = \frac{1513900}{8584,83 - 1675,82} = 420 \text{ шт./год,}$$

Иллюстрацией полученного решения служит график безубыточности, рисунок 58.

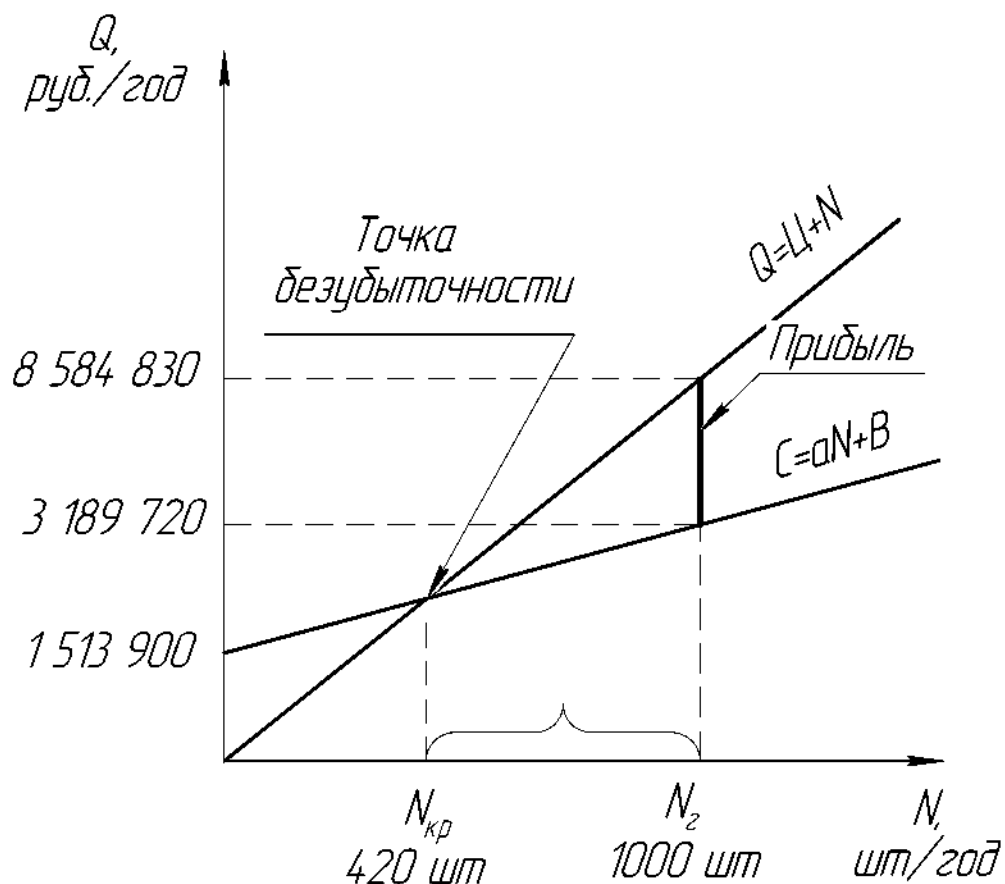


Рисунок 58 – Анализ безубыточности производства

Для оценки полученного значения  $A_{min}$  ( $N_{кр}$ ) необходимо рассчитать относительный запас прочности по формуле 70:

$$\delta = \frac{A_{\Gamma} - A_{min}}{A_{\Gamma}} \cdot 100 \% \quad (70)$$

$$\delta = \frac{1000 - 420}{1000} \cdot 100 \% = 58 \%$$

Запас прочности показывает, что на 58 % можно снизить объём производства и реализации продукции без угрозы финансового положения предприятия.

Определение величины капитальных вложений.

В общем случае капитальные вложения (инвестиции) в организацию работ (Ксум) по выпуску новой продукции определяются по формуле 71:

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}}, \quad (71)$$

где  $K_{\text{пр}}$  – прямые капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{об}}$  – минимально необходимые оборотные средства, руб.;

$K_{\text{сопр}}$  – сопряжённые капитальные вложения, руб.

Прямые капитальные вложения определяются по формуле 72:

$$K_{\text{пр}} = 0,5 \text{ Спол} \text{ Аг}. \quad (72)$$

$$K_{\text{пр}} = 0,5 \cdot 5723,22 \cdot 1000 = 2\,861\,610$$

Сумма ( $K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}}$ ) превосходит  $K_{\text{пр}}$  в 1,5–4,5 раз. В случае незначительных конструктивных изменений ими можно пренебречь.

$$K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} = 1,7 \cdot 2\,861\,610 = 4\,864\,737 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{сум}} = 2\,861\,610 + 4\,864\,737 = 7\,726\,347 \text{ руб.}$$

Расчётная (чистая) прибыль  $Pr$  определяется по формуле 73:

$$Pr = Pb \cdot \text{кн.п.}, \quad (73)$$

где  $Pb$  – балансовая (общая) прибыль;

кн.п. – коэффициент, учитывающий налог на прибыль,

кн.п. = 0,95.

Балансовая (общая) прибыль от реализации продукции определяется как разность отпускной цены изделия ( $Цотп$ ) и плановой её полной себестоимости ( $Спол$ ) с учётом годовой программы выпуска, по формуле 74:

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		114

$$Пб = (Цотп - Спол) \cdot Аг. \quad (74)$$

$$Пр = (8\,584,83 - 5\,723,22) \cdot 1000 \cdot 0,95 = 2\,718\,529,5.$$

Срок окупаемости определяется по формуле 75:

$$Ток = \frac{К_{сум}}{П_p + \Phi_{амор}}, \quad (75)$$

$$Ток = \frac{7\,726\,347}{2\,718\,529,5 + 500} = 2,8 \text{ года}$$

Срок окупаемости изделия 2 года 8 месяцев.

Для иллюстрации полученного решения необходимо построить график срока окупаемости, рисунок 4.2.

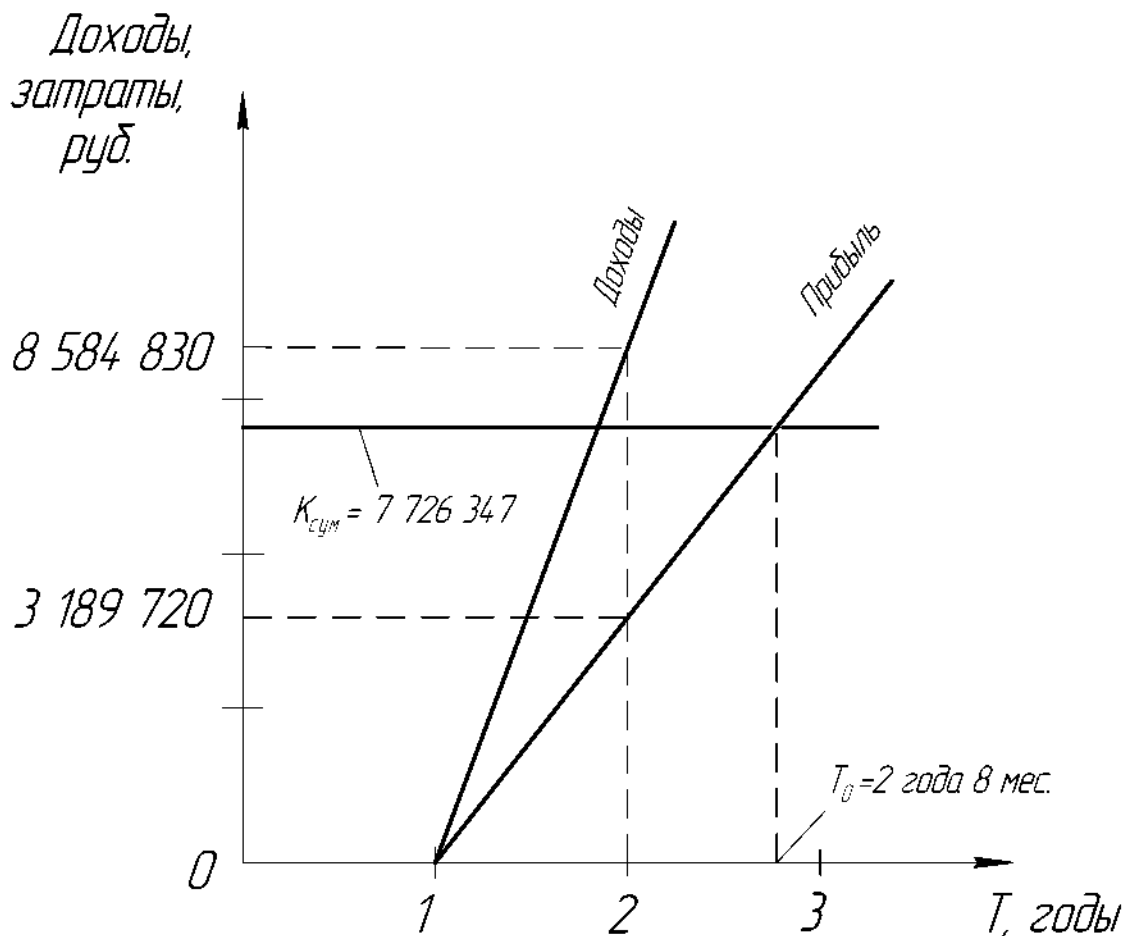


Рисунок 59 – График денежных потоков

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 5.1 Анализ проектного варианта техпроцесса на наличие потенциально опасных и вредных факторов

При проектировании технологического процесса обработки корпуса масляного насоса был проведен анализ на наличие потенциально опасных и вредных факторов и разработаны мероприятия, обеспечивающие безопасные и безвредные условия труда.

Заготовкой является отливка. Материалом заготовки является АК7ч(АЛ9) ГОСТ 1583-93. Масса заготовки–4,2 кг. Масса готовой детали – 3,6 кг.

Сменная норма перемещения заготовок рассчитывается по формуле 76:

$$N_i = \frac{Dmk}{nS}, \quad (76)$$

где  $D$  – годовая программа выпуска деталей,  $D=400$  шт.;

$m$  – масса заготовки,  $m=4,2$  кг;

$k$  – количество перемещений одной заготовки,  $k=4$ ;

$n$  – число рабочих дней в году,  $n=247$  день;

$S$  – число рабочих смен,  $S=2$ .

$$N_i = \frac{400 \cdot 4,2 \cdot 4}{247 \cdot 2} = 13,38.$$

Часовая норма перемещений заготовки рассчитывается по формуле 77:

$$N_U = \frac{N_i}{l}, \quad (77)$$

где  $l$  – продолжительность рабочей смены, ч;  $l=8$ ч.

$$N_U = \frac{13,38}{8} = 1,67 \text{ кг.}$$

Часовая норма перемещения груза должна удовлетворять нормируемым величинам, приведенным в таблице 17.

Таблица 17– Часовая норма перемещения груза

Характеристика перемещений	Суммарная масса перемещаемого груза в течение часа
С рабочей поверхности:	
– для мужчин	до 870 кг
– для женщин	до 350 кг

Установка заготовки на станок осуществляется вручную.

Для обработки вала предусмотрены следующие виды станков: обрабатывающий центр с ЧПУ модели Multicut 500S. Вспомогательное оборудование включает в себя моечную машину, координатно-измерительную машину. В качестве транспортного оборудования применяется автопогрузчик.

Все применяемое оборудование соответствует ГОСТ 12.2.003-82 ССБТ “Оборудование производственное. Общие требования безопасности” и ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ “Станки металлорежущие. Общие требования к безопасности”.

В качестве металлорежущего инструмента в данном технологическом процессе применяются следующие инструменты со сменными многогранными пластинами: резцы. Цельный инструмент: сверла, метчики, фрезы. Наиболее травмоопасными являются инструменты со сменными многогранными пластинами.

Все применяемые в технологическом процессе станочные приспособления соответствуют ГОСТ 12.2.029-88 “Приспособления станочные. Требования безопасности”.

Работающее оборудование является источником шума. Шум – сочетание звуков разной интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека. В первую очередь, шум оказывает влияние на нервную систему. Нормы

тивные значения уровней шума для постоянных рабочих мест согласно ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Шум. Общие требования безопасности" приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Требования безопасности по шуму

Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни Звука, дБ
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	85
99	92	86	83	80	78	76	74	

Так как станки, применяемые в технологическом процессе, выпускаются серийно, то они удовлетворяют требованиям ГОСТ 12.2.009-85 ССБТ "Станки металлообрабатывающие. ОБТ", и генерируемый ими шум удовлетворяет условиям, нормируемым ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ.

В процессе работы промышленного оборудования возникают вибрации. Вибрации – колебания механической системы в результате действия совокупных случайных и неуравновешенных сил. Вибрации оказывают вредное воздействие на организм человека. Нормируемые значения вибрации согласно ГОСТ 12.1.012-78 ССБТ "Вибрация. Общие требования безопасности" приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Общие требования безопасности по вибрации

Вид вибрации	Среднеквадратическое значение виброскорости, м/с, $10^{-2} \leq$ , в охватываемых октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц								
	1	2	4	8	16	32	63	125	250
Технологическая	–	1,3	0,46	0,22	0,2	0,2	0,2	0,2	–

Так как технологическое оборудование, применяемое в технологическом процессе, соответствует ГОСТ 12.2.003-80 ССБТ, уровень вибраций не будет превышать установленных норм.

В процессе механической обработки корпуса на металлорежущих станках применяют смазывающе-охлаждающие жидкости (СОЖ). Применение СОЖ обуславливается необходимостью повышения режимов резания, снижения запыленности воздуха рабочей зоны и рядом других показателей. В качестве СОЖ используется Trim-e. Подача его в зону резания осуществляется методом полива. Ориентировочное количество паров воды и тумана эмульсии, выделяемых за 1 час рабочим станком в расчете на 1 кВт мощности приведено в таблице 20.

Таблица 20 – Общие требования безопасности по выделению паров и эмульсий

Оборудование	Масса г/ас	
	Пары воды	Туман эмульсии
Металлорежущие станки	150	0,0063

## 5.2 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

К нормируемым параметрам микроклимата относятся: температура, влажность, скорость воздуха. Нормируемые параметры микроклимата не должны превышать величин, приведенных в таблице 21.

Таблица 21 – Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Категория работ, по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %
Холодный	██████████	21-23	60-40
Теплый	██████████	22-24	60-40



Выполнение этих норм достигается при осуществлении следующих мероприятий:

- в теплое время за счет вентиляции, кондиционирования воздуха, защиты от источников излучений;
- в холодное время за счет отопления.

Для контроля концентрации пыли необходимо выполнять следующие мероприятия:

- герметизировать станки и приспособления для меньшего износа;
- периодически следить за состоянием воздушной среды в цехе;
- предусмотреть устройства общей вентиляции.

При использовании СОЖ необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- на состав применяемой СОЖ необходимо разрешение санитарного надзора;
- состав СОЖ на водном растворе и антимицробная защита, и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности»;
- периодичность замены СОЖ и промывки системы для ее подачи должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев;
- конструкция станков для предотвращения разбрызгивания и растекания СОЖ должны быть оборудованы специальными сборниками и ограждениями, экранами для защиты оператора;
- помещения цеха, где используется СОЖ оборудуется общеобменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. Общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м<sup>3</sup>/г на один станок. При наличии технической возможности станки могут оборудоваться местной вытяжной вентиляцией;
- рабочие должны пользоваться дерматологическими кремами и пастами;
- необходимо проводить санитарный инструктаж.

Требования безопасности к режущему инструменту:

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		120

- Крепление сменных многогранных и напайных твердосплавных пластин, ножей лезвийного инструмента должно обеспечивать прочность их соединения с корпусом (державкой) в период эксплуатации инструмента до достижения критерия затупления.
- Острые кромки, кроме режущих, должны быть притуплены.
- Режущие кромки инструмента должны быть защищены для обеспечения безопасности при транспортировании и хранении инструмента.
- Шум, вибрации, инфразвук, ультразвук, магнитные поля, запыленность, вредные испарения, возникающие при работе инструмента, не должны превышать уровня, установленного санитарным законодательством.

### 5.3 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность – система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного действия электрического тока. Электрический ток оказывает электролитическое, термическое, биологическое действие на организм, вызывая местные и общие травмы. Характер действия электрического тока в зависимости от его величины приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Характер действия электрического тока

Действие тока	Величина тока, мА		Характер действия
	перемен.	постоян.	
Пороговый осязательный	0,6-1,5	6,0-7,0	При прохождении тока через организм вызывает осязательные раздражения
Пороговый неосязательный	10,0-15,0	50-70	Ток вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии
Пороговый фибрилляционный	100	300	Ток оказывает воздействие на мышцу сердца, что может повлечь его остановку

Согласно ПУЭ помещение участка металлообработки относится к особо опасному, с точки зрения, электробезопасности.

Основными причинами несчастных случаев на участке являются:

- случайные прикосновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на металлических частях оборудования, на корпусах, кожухах в результате повреждения изоляции;
- возникновение напряжения на поверхности земли в результате замыкания токоведущего провода на землю.

На участке предусмотрены следующие мероприятия по электробезопасности:

1. Так как для питания электрооборудования на участке применяются трехфазные четырехпроводные цепи с глухозаземленной нейтралью напряжением 380/220 В, то необходимо:

- а) изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- б) сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;
- в) применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей и дополнительной, повышающей надежность защиты человека от поражения при повреждении изоляции;
- г) применять зануление, обеспечивающее быстрое отклонение повреждений установки или участка цепи, максимальной токовой защиты вследствие однофазного короткого замыкания;
- д) заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли;
- е) использование изолирующего трапа.

2. Периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;

3. Обязательный контроль проводника защитного заземления или зануления;

4. Привлечение к ремонту электрооборудования лиц только электротехнического персонала своевременно прошедших инструктаж;

5. Применение предупредительных надписей и указательных знаков;

6. Запрещение оператором ремонтировать электрооборудование.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		122

Зануление – преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей с неоднократно заземленным нулевым защитным проводником.

Область применения зануления - электрические сети - напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью.

Принцип действия зануления - превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание с целью создания тока, достаточного для срабатывания аппарата защиты.

Принципиальная схема зануления приведена на рисунке 60. Особенностью электроустановки с занулением является то, что нейтраль источника питания (Генератора или трансформатора) подключена к рабочему заземлителю  $R_0$  при помощи отдельного проводника. Этот заземлитель располагается в непосредственной близости от источника питания или около стены здания, в котором он находится. В сети с занулением необходимо различать нулевой защитный проводник и нулевой рабочий.

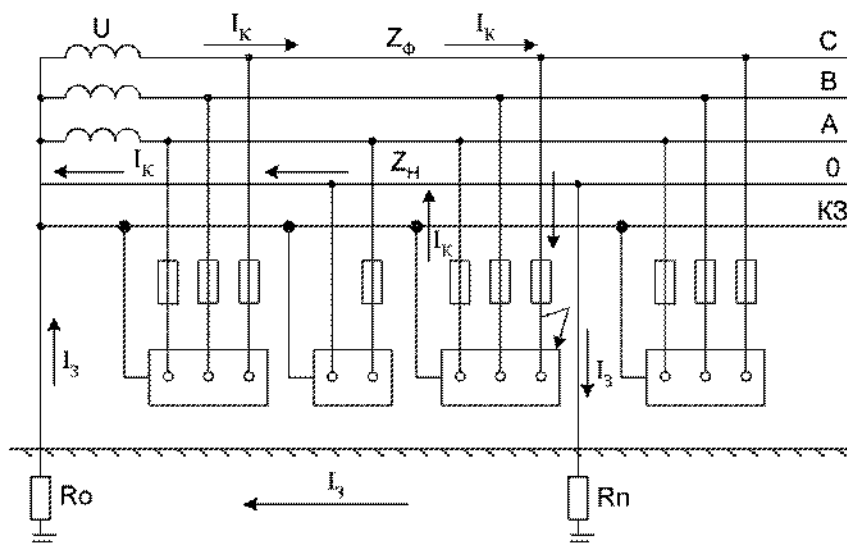


Рисунок 60 – Принципиальная схема зануления

Нулевой защитный проводник – проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Нулевой рабочий проводник - проводник, используемый для питания электроприемников, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или

трансформатора. Он, как правило, может одновременно служить и защитным проводником, но при этом должны быть учтены требования, предъявляемые и к нулевому рабочему, и к защитному проводникам.

Зануление предусматривает также наличие в цепи питания электропотребителей максимальной токовой защиты (предохранитель, автоматический выключатель). Ток срабатывания этой защиты  $I_{ср}$  выбирается согласно ПУЭ в зависимости от номинального тока  $I_N$  электропотребителя и определяется по формуле 78.

$$I_K = \frac{U_\phi}{Z_\phi + Z_H} \quad (78)$$

При замыкании на зануленный корпус в цепи одного из фазных проводов возникает ток короткого замыкания  $I_K$ . Этот ток определяется фазным напряжением источника питания  $U_\phi$ , сопротивлением цепи фазного  $Z_\phi$  и нулевого  $Z_H$  проводов:

Сопротивление цепи «фаза-нуль»  $Z_\phi + Z_H$  выражается комплексными величинами. Это объясняется тем, что при протекании больших токов необходимо учитывать индуктивную составляющую сопротивления проводников.

При надлежащем выполнении зануления  $I_K$  должен превышать  $I_{ср}$ , и тем самым обеспечивать срабатывание максимальной токовой защиты и безопасность лиц, имеющих контакт с зануленным электрооборудованием. Быстродействие защиты определяется кратностью отношения  $I_K / I_{ср}$ .

Зануление не только ограничивает время воздействия тока на организм человека при возникновении условия поражения, но и снижает напряжение прикосновения. Причем это снижение можно планировать нормированием параметров сети.

Согласно современным требованиям сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль источника питания, в любое время года должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока. Общее сопротивление всех повторных заземлителей воздушной линии должно быть не более 5, 10 и 20 Ом соответственно

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		124

при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В, при этом сопротивление каждого из повторных заземлителей должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же напряжениях. Кроме того, при удельном электрическом сопротивлении грунта более 100 Ом·м допускается увеличение указанных выше значений R0 и Rn в отношении  $\rho/100$ , но не более чем в 10 раз.

При выполнении зануления проводники цепи «фаза-нуль» выбраны таким образом, чтобы при замыкании на корпус возникал ток короткого замыкания, превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя и номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратно зависимую от тока характеристику.

При защите сетей автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный распределитель, сопротивление цепи «фаза-нуль» должно быть таким, чтобы был обеспечен ток короткого замыкания, равный величине уставки тока мгновенного срабатывания, умноженный на коэффициент, учитывающий разброс (по заводским данным), и на коэффициент запаса 1,1. При отсутствии заводских данных для автоматов с номинальным током до 100 А кратность тока короткого замыкания относительно величины уставки следует принимать равной 1,4, для автоматов с номинальным током более 100 А - 1,25.

Выполнение указанных требований обеспечит необходимое быстродействие защиты. При этом полная проводимость нулевых защитных проводников во всех случаях должна быть не менее 50% проводимости фазного проводника, что обеспечивает необходимое снижение напряжения Прикосновения до срабатывания защиты.

Соединения нулевых защитных проводников обеспечивают надежный контакт и выполняются сваркой. Присоединение указанных проводников к частям оборудования, подлежащих занулению, выполняется сваркой или болтовым соединением. Присоединение доступно для осмотра. Включение выключателей и предохранителей в нулевой защитный проводник запрещается. Открыто проложенные нуле-

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		125

вые защитные проводники имеют отличительную окраску — по зеленому фону желтые полосы.

#### 5.4 Проектирование искусственного освещения на участке

При освещении производственных помещений и территорий используют искусственные источники света, это устройства, предназначенные для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение. Источник искусственного света используется совместно с осветительной арматурой, данная совокупность источника и осветительной арматуры называется светильником. Осветительная арматура служит для перераспределения светового потока в пространстве, подвода электрического питания, крепления и предохранения источника света от загрязнения и повреждения.

Чтобы определить требуемую мощность электрической осветительной установки для создания в помещении заданной освещенности необходимо производить расчеты. При проектировании различных систем искусственного освещения применяются различные методы расчетов. Наиболее распространенными, являются следующие:

- метод светового потока (коэффициента использования), применяемый для расчета общего равномерного освещения;
- точечный метод, используемый для расчета общего локализованного и комбинированного освещения;
- метод удельной мощности наиболее применим при ориентировочных расчетах.

Исходные данные:

Размеры помещения: ширина  $A = 18$  м, длина  $B = 24$  м, высота  $H = 10,8$  м. Разряд зрительных работ IVa. Коэффициенты отражения: потолка  $p_{\text{П}} = 50$  %, стен  $p_{\text{С}} = 30$  %.

1) Определяем площадь помещения по формуле 79:

$$S = A \cdot B; \quad (79)$$

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		126

$$S = 18 \cdot 24 = 432 \text{ м}^2.$$

2) По СНиП 23-05-95 назначается норма минимальной освещенности в помещении  $E_{н} = 300$  лк. Величина  $E_{н}$  назначена из следующих соображений для выполнения работ IVa рекомендует применение системы комбинированного освещения. При этом  $E_{н} = 200$  лк, но по примечаниям рекомендуется повысить норму  $E_{н}$  на одну ступень, поэтому нормируемая величина  $E_{н}$  принимается равной 300 лк. Следовательно, система общего освещения проектируется как составная часть системы комбинированного освещения, т.е. на рабочих местах должны быть предусмотрены светильники местного освещения, повышающие величины освещенности в зависимости от условий труда до 750 или 1000 лк.

3) Выбираем тип лампы. При высоте помещения  $H=10,8$ м наиболее целесообразной является люминесцентная лампа. С учетом рекомендаций выбирается лампа ДРИ 250-3л (металлогалогенная разрядная лампа). Ее характеристики: напряжение на лампе – 230В мощность – 250 Вт; световой поток – 20000 лм; габарит L – 245 мм; габарит D – 46 мм; высота светового центра – 145 мм; тип цоколя - E40.

4) Выбор типа светильника ограничивается приведенными в пособии данными по значениям коэффициента использования светового потока. Выбираем тип светильника – ГСП 05 (сокращенное обозначение - светильник с лампой типа МГЛ(Г), подвесной (С), для промышленных зданий (П), серия 05.

5) По ширине помещения  $B = 18$  м принимается схема размещения светильников: 3 ряда светильников. Определяются: размеры  $a = 3$  м,  $l_1=6$  м, число светильников в ряду  $N_{\text{табл}} = 6$  шт.

б) Задаемся высотой подвеса светильников над рабочей поверхностью (формула 80):

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		127



$$H_p = H - H_1 - H_2, \quad (80)$$

где  $H$  – высота производственного помещения,  $H=10,8$  м;

$H_1$  – расстояние от светильника до потолка,  $H_1 = 0,7$  м;

$H_2$  – высота рабочей поверхности от пола,  $H_2 = 1,2$  м.

$$H_p = 10,8 - 0,7 - 1,2 = 8,9 \text{ м.}$$

Определяется индекс помещения по формуле 81:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A+B)} \quad (81)$$

$$i = \frac{18 \cdot 24}{8,9 \cdot (18 + 24)} = 1,16.$$

7) Определяется величина светового потока для одной лампы (формула 82):

$$\Phi_{л} = \frac{100 \cdot E_{п} \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (82)$$

где  $\Phi_{л}$  – световой поток одной лампы, лм;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$Z$  – коэффициент минимальной освещенности, определяемый отношением  $E_{ср}/E_{т}$ , значения которого для газоразрядных ламп высокого давления (МГЛ)  $Z=1,15$ ;

$K$  – коэффициент запаса,  $K=1,5$ ;

$N$  – число светильников в помещении,  $N=18$ ;

$n$  – число ламп в светильнике,  $n=1$ ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока лампы, %; зависит от типа лампы, типа светильника, коэффициента отражения потолка и стен, высоты подвеса светильников и индекса помещения  $i$ ,  $\eta=55$ .

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		128

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 432 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{18 \cdot 1 \cdot 55} = 18064 \text{ лм.}$$

8) Допустимое отклонение расчетного значения светового потока от табличного установлено от -10 до +20 %.

Для лампы ДРИ 250–3л ФТАБЛ = 20000 лм.

Проверяем выполнение данного условия по формуле 83:

$$\Delta = \frac{\Phi_{\text{табл}} - \Phi}{\Phi_{\text{табл}}} \quad (83)$$

$$\Delta = \frac{20000 - 18064}{20000} \cdot 100\% = 9,68\%$$

Эта величина меньше 20 %, условие выполняется. Корректировка проектируемой системы освещения не нужна.

9) Оформляется эскиз спроектированной системы освещения (рисунок 61).

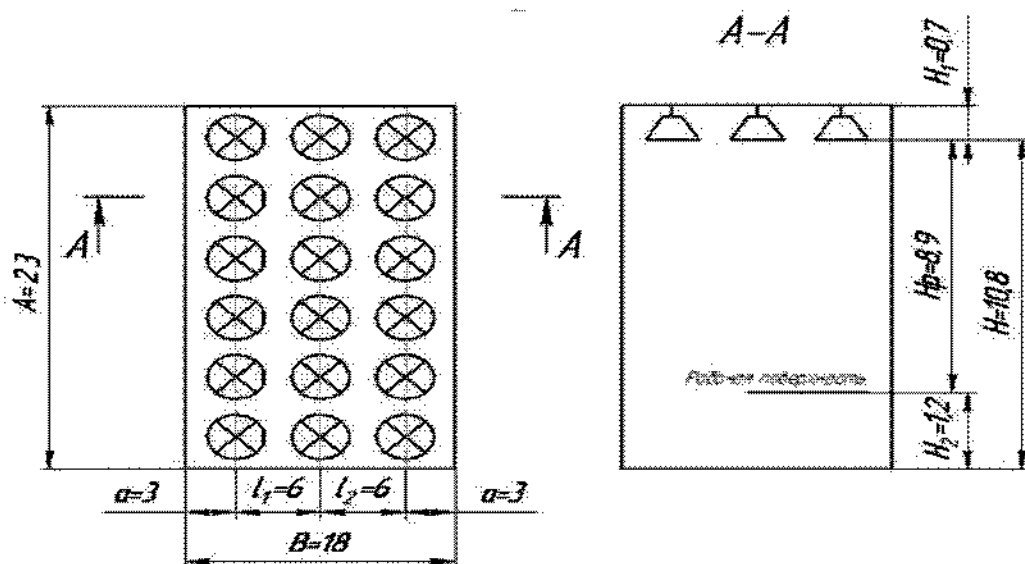


Рисунок 61 – Эскиз спроектированной системы освещения

Вывод: Для помещения высотой 10,8 м в качестве источника света выбрана металлогалогенная разрядная лампа ДРИ250-3л ГОСТ 27682-88. Расчеты показали,

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

что спроектированная система общего равномерного освещения, обеспечивает выполнение зрительных работ разряда IVa. При этом, нормируемая минимальная освещенность назначена такой, при которой требуется применение местного освещения.

### 5.5 Мероприятия по пожарной безопасности

Правила пожарной безопасности в Российской Федерации устанавливают требования пожарной безопасности на территории Российской Федерации, являющиеся обязательными для исполнения всеми органами государственной власти, органами местного самоуправления, организациями, предприятиями, учреждениями, иными юридическими лицами, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, их должностными лицами, гражданами Российской Федерации, иностранными гражданами, лицами без гражданства, а также их объединениями.

На каждом объекте обеспечена безопасность людей при пожаре, а также разработаны инструкции о мерах пожарной безопасности для каждого взрывопожароопасного и пожароопасного участка (мастерской, цеха и т. п.).

Все работники предприятий допускаются к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики работы проходят дополнительное обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров в порядке, установленном руководителем.

Ответственных за пожарную безопасность отдельных территорий, зданий, сооружений, помещений, цехов, участков, технологического оборудования и процессов, инженерного оборудования, электросетей и т. п. определяет руководитель предприятия.

При расстановке технологического оборудования в помещениях обеспечены эвакуационные проходы к лестничным клеткам и другим путям эвакуации в соответствии с нормами проектирования.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		130

Комплектование технологического оборудования огнетушителями осуществляется согласно требованиям технических условий (паспортов) на это оборудование или соответствующим правилам пожарной безопасности.

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, класса пожара горючих веществ и материалов в защищаемом помещении или на объекте согласно ИСО № 3941-77.

Сами участки механической обработки относятся к помещениям категории Д, так как в обращении находятся негорючие вещества и материалы.

Выбираем углекислотный огнетушитель марки ОУ-8 (емкость 8 л.). Огнетушитель наполняют сжиженным газом (не более 0,75 кг/л) до рабочего давления 60 кгс/см<sup>2</sup> и порошковый огнетушитель ОП-8.

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 30 м.

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, имеет порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заведен паспорт по установленной форме.

Для участка выбираем щит ЩП-Е с предельной защищаемой площадью 200 м<sup>2</sup>.

Пожарные щиты комплектуются первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом.

- Комплект для резки электропроводов: ножницы, диэлектрические боты и коврик – 1 шт.
- Асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала) – 1 шт.
- Лопата совковая – 1 шт.
- Лом – 1 шт.
- Багор – 1 шт.
- Ведро – 2 шт.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		131

– Емкость для хранения воды объемом 0,2 куб. м – 1 шт.

Ящики с песком устанавливаются со щитами с запасом песка не менее 0,5 м<sup>3</sup> на каждые 200 кв. м защищаемой площади.

Использование первичных средств пожаротушения, немеханизированного пожарного инструмента и инвентаря для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, запрещается.

Спроектированный участок механической обработки детали относится по пожаровзрывоопасности к категории Д, помещения, где находятся или обращаются не горящие материалы в холодном состоянии.

К организационным мероприятиям относятся:

- 1) разработка инструкции о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;
- 2) организация обучения рабочих и служащих по правилам пожарной безопасности;
- 3) оформление наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		132

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте на основании анализа технологического процесса обработки детали корпуса масляного насоса были решены следующие задачи:

1) Проанализирован базовый технологический процесс изготовления детали «Корпус масляного насоса», действующий на ООО «ЧТЗУРАЛТРАК»

2) Разработан проектный вариант технологического процесса изготовления детали «Корпус масляного насоса» для условий серийного производства на базе станков с ЧПУ, выполнен его размерный анализ, в результате которого была исключена возможность брака;

3) Произведены конструкторские расчёты режущего инструмента: комбинированное сверло и расточная головка, обеспечивающие необходимую точность обработки и высокую производительность;

4) Разработан участок механической обработки, количество оборудования сократилось с 21 до 1;

5) Произведена оценка экономических показателей, срок окупаемости инвестиций составил 2,8 лет.

6) В проектом технологическом процессе проработаны мероприятия по технике безопасности.

Таким образом, решённые в дипломном проекте задачи, позволили достичь цели проекта.

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		133

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Зайончик, Л.И. Проектирование и производство заготовок: Текст лекций/Л.И.Зайончик, Г.И.Буторин, В.Ю Шамин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 102 с.

2 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник./ В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д Юдина и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова.–М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.

3 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением: Нормативы времени.– М.: Экономика, Часть I, 1990. – 208 с.

4 Мясников, Ю.И. Проектирование технологической оснастки. В 3 ч. Учебное пособие для студентов специальностей 1201 и 1202 / Ю.И. Мясников. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1996.

5 Справочник технолога – машиностроителя / А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова и др. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003.–Т.1. – 912 с.

6 Семенченко, И.И. Проектирование металлорежущих инструментов / И.И. Семенченко, В.М.Матюшин, Г.Н.Сахаров. – М.: Машиностроение, 1963. – 952 с.

7 Голиков В.Н. Экономический раздел в дипломном проекте: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2006. – 50 с.

8 Безопасность жизнедеятельности: Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 120100 – «Технология машиностроения» и 120200 – «Металлорежущие станки и инструменты»/ Составитель: Д.В. Исаков; Под ред. А.И. Сидорова. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. – Челябинск: ЮУрГУ, 2007. – 18 с.

9 ГОСТ 12.1.003-83 "ССБТ. Шум. Общие требования безопасности".

10 ГОСТ 121.3.025-80 "ССБТ. Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности".

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		134

11 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации ППБ 01-93.

12 Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению. – 2-е изд., перер. / Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, И.В. Сурков, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 49

					151001.2016.846.00.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		135