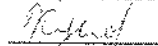


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)
Факультет «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра «Технология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

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

 Т.И. Крикунова

« 07 » июня 2016г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 В.И. Гузеев

« 16 » 06. 2016г.

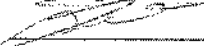
УЧАСТОК МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «КОРПУС»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ
ЮУрГУ – 151001.2016.253.00.00 ПЗ ВКП

Консультанты

Доцент кафедры

кафедры ЭиФ

 В.Г. Заслонов

« 6 » июня 2016г.

Руководитель проекта

Старший преподаватель кафедры

«Технология машиностроения»

 А.А. Савельев

« 16 » июня 2016г.

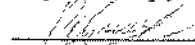
Доцент кафедры БЖД

 Д.В. Исаков

« 07 » июня 2016г.

Автор проекта:

студент группы ЗФ-618

 Романова Ю.Т.

« 16 » июня 2016г.

Нормоконтролер

Старший преподаватель кафедры

«Технология машиностроения»



« 16 » 06 2016г.

Челябинск 2016г.

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

Романовой Юлии Тагировне

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 с улиткой»

3.2 Тип производства: Серийное

3.3 Режим работы участка: 8-часовой

3.4 Материалы преддипломной практики

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 потребного количества оборудования

2.4 Описание планировки участка

3 Конструкторская часть

3.1 Проектирование режущего инструмента

3.2 Проектирование станочного приспособления

3.3 Проектирование контрольного приспособления

4 Экономическая часть

5 Безопасность жизнедеятельности

Заключение

Список литературы

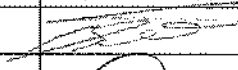
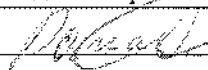
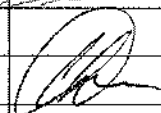
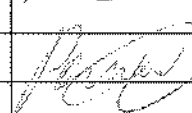
Приложения

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

5.1	Чертеж детали 3×А1
5.2	Чертеж заготовки А1
5.3	Технологический процесс А1
5.4	Размерный анализ А1
5.5	РТК А1
5.6	Режущий инструмент А1
5.7	Приспособление станочное А1
5.8	Приспособление контрольное А1
5.9	Экономика А1
5.10	Планировка участка А1
5.11	
5.12	
5.13	

Всего листов 12

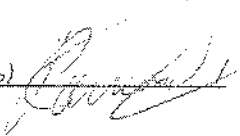
6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов:

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
Экономическая часть	Заслонов В.Г.		
Безопасность жизнедеятельности	Исаков Д.В.		

7 Дата выдачи задания: 18.01.2016 г.

Руководитель (Ф.И.О.): Савельев Алексей Алексеевич / (подпись) 

Задание принял к исполнению:

(Ф.И.О. студента): Романова Юлия Тагировна / (подпись) 

АННОТАЦИЯ

Романова Ю.Т. Участок механической обработки деталей типа "Корпус" – Челябинск: ЮУрГУ, 2016, 107 с., 27 илл., 20 таб., библиографический список–наим., 12 листов чертежей ф. А1, листов карт технологического процесса.

В представленном проекте рассмотрен один из возможных технологических процессов обработки детали «Корпус с улиткой»; разработан технологический процесс для выполнения на металлорежущих станках; выбран вид заготовки; рассчитаны режимы резания и нормы времени; спроектирован и рассчитан станочное приспособление и режущий инструмент. При разработке технологического процесса были учтены: тип производства, свойства и особенности обрабатываемого материала, технические требования, шероховатость, действующие стандарты и нормативы. Представлены чертежи: детали, заготовки, станочного приспособления, режущего инструмента. А также альбом технологических карт с операционными эскизами. Оформление графической части проекта и альбома технологических карт производилось согласно требованиям ЕСКД и ЕСТПП.

151001.2016.253.00.00 ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Романова Ю.Т.	<i>[Подпись]</i>		Участок механической обработки деталей типа "Корпус"	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Савельев А.А.	<i>[Подпись]</i>				6	7
Реценз.			<i>[Подпись]</i>			ЮУрГУ, кафедра «Техмаш»		
Н. Контр.			<i>[Подпись]</i>					
Утверд.		Гузев В.И.	<i>[Подпись]</i>					

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 Назначение и описание узла изделия.....	10
1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке.....	13
1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней.....	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
2.1 Анализ технологичности детали.....	15
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	15
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	42
2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса.....	42
2.3.2 Выбор исходной заготовки.....	43
2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса.....	44
2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса.....	55
2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени.....	66
2.3.6 Расчет потребного количества оборудования.....	74
2.4 Описание планировки участка.....	74
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	76
3.1 Проектирование режущего инструмента.....	76
3.2 Проектирование станочного приспособления.....	77
3.3 Проектирование контрольного приспособления.....	79
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	93
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	127
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	128

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Чертеж детали

Приложение Б. Чертеж заготовки

Приложение В. Технологический процесс

Приложение Г. Размерный анализ

Приложение Д. Расчетно-технологическая карта

Приложение Е. Чертеж режущего инструмента

Приложение Ж. Чертеж станочного приспособления

Приложение З. Чертеж контрольного приспособления

Приложение И. Экономические показатели

Приложение К. Планировка участка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ	

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла изделия

Представленный «Корпус с улиткой» входит в конструкцию турбокомпрессора, который, в свою очередь, служит для увеличения мощности двигателя внутреннего сгорания.

Турбокомпрессор – это сложный с технической стороны механизм, использующий кинетическую энергию отработанных (выхлопных) газов для увеличения давления внутри впускной системы. Сжимаясь, смесь топлива и воздуха увеличивает массу горючего заряда внутри цилиндров, из-за чего растет мощность двигателя. На рисунке 1 представлен внешний вид компрессора.

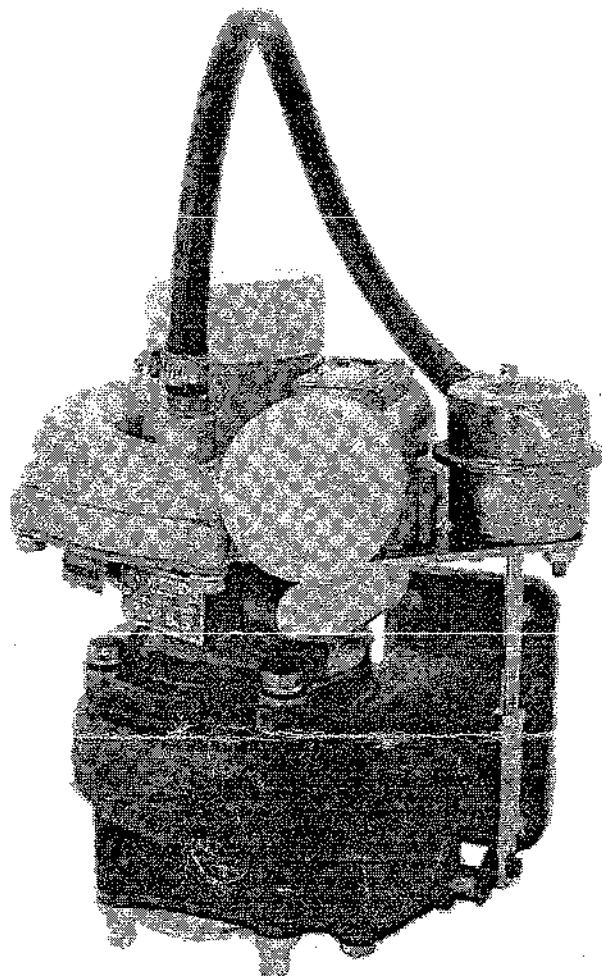


Рисунок 1 – Общий вид турбокомпрессора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
								151001.2016.253.00.00 ПЗ	10

Основные элементы турбокомпрессора:

1. Корпус турбины (горячая улитка).
2. Колесо турбины (крыльчатка).
3. Вал.
4. Корпус подшипников.
5. Корпус компрессора (холодная улитка).
6. Колесо компрессора (воздушная крыльчатка).
7. Масляные каналы.

Общий принцип работы показан на рисунке 2.

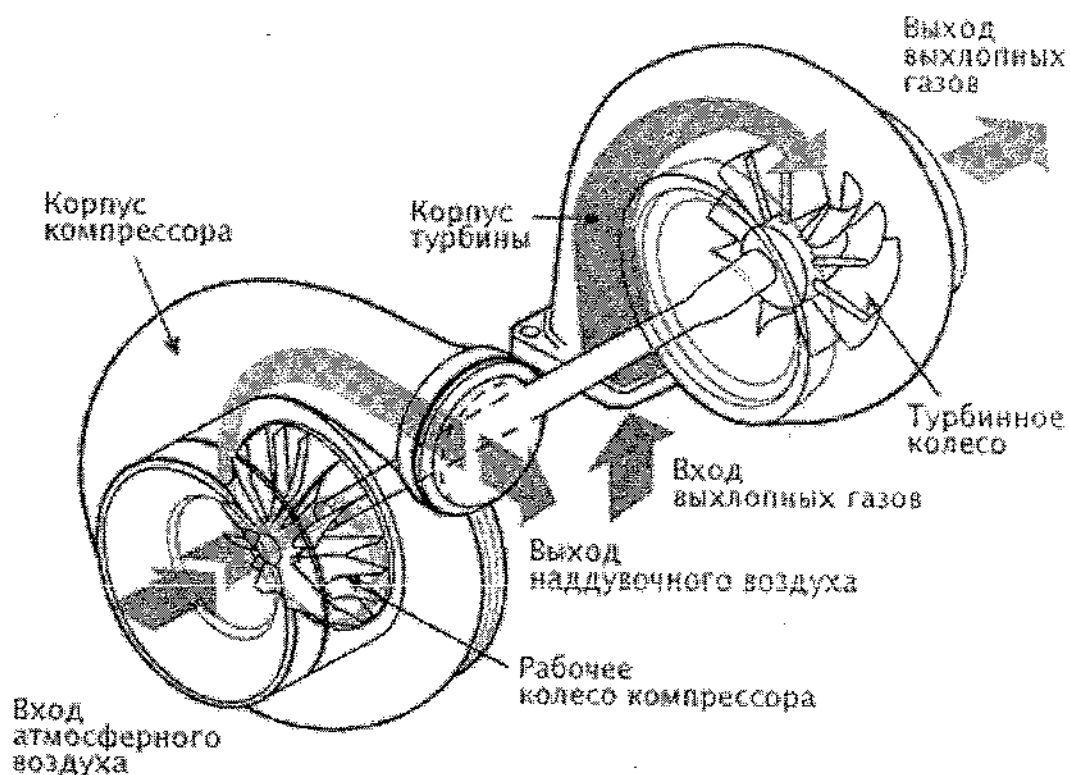


Рисунок 2 - Принцип работы турбокомпрессора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

Рассмотрим корпус на сборочном чертеже (рисунок 3).

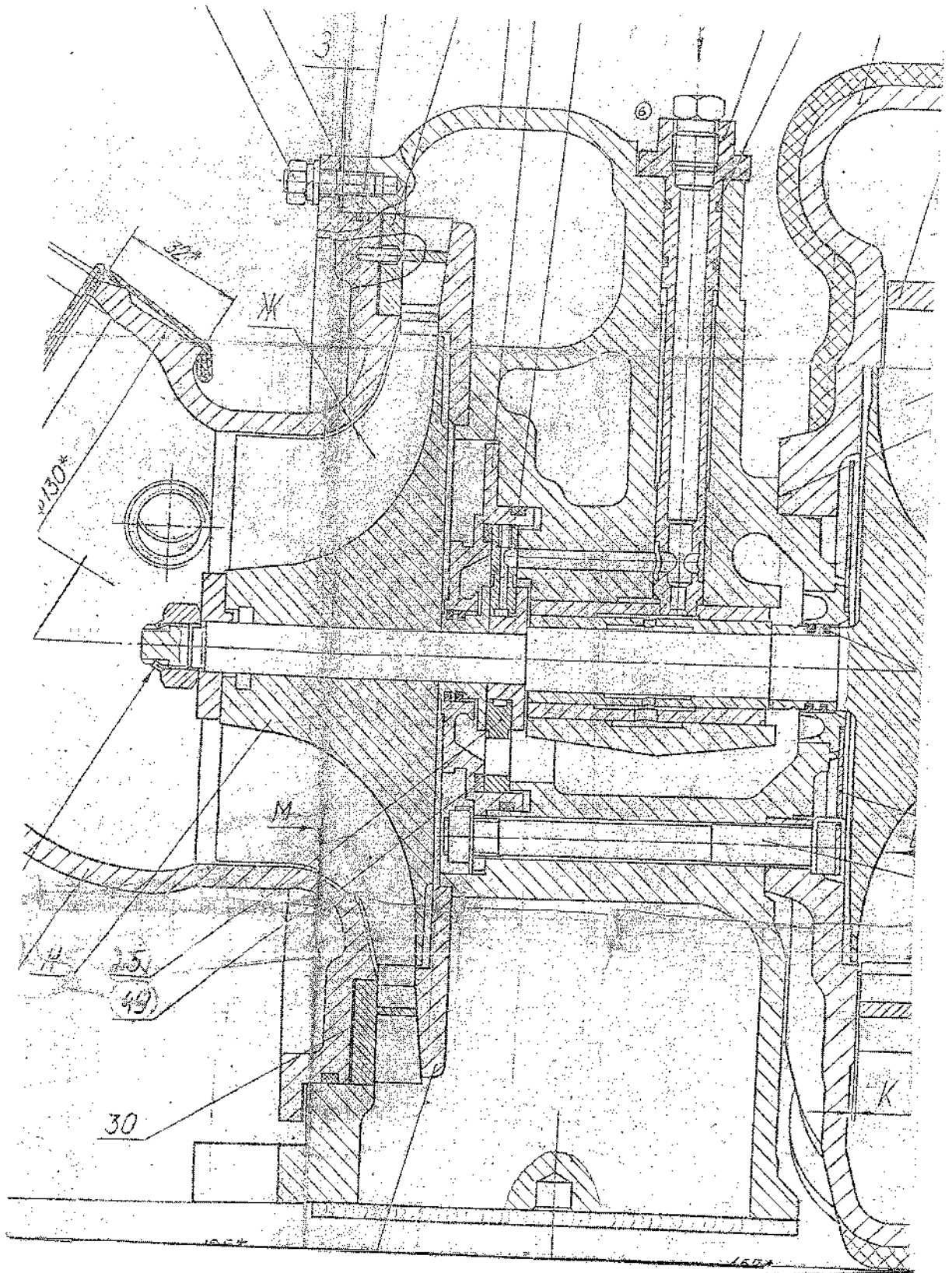


Рисунок 3 - Фрагмент сборочного чертежа

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

ВВЕДЕНИЕ

Уровень развития машиностроения – один из самых значительных факторов технического прогресса, так как коренные преобразования в любой сфере производства возможны лишь в результате создания более совершенных машин и разработки принципиально новых технологий. Развитие и совершенствование технологии производства сегодня тесно связаны с автоматизацией, созданием робототехнических комплексов, широким использованием вычислительной техники, применением оборудования с числовым программным управлением. Все это составляет базу, на которой создаются автоматизированные производства, становятся возможным оптимизация технологических процессов, созданием гибких автоматизированных комплексов.

Цель дипломного проектирования – научиться правильно применять теоретические знания в машиностроении, использовать свой практический опыт работы для решения технологических и конструкторских задач.

К мероприятиям по разработке новых прогрессивных технологических процессов относится и автоматизация, на ее основе проектируется высокопроизводительное технологическое оборудование, осуществляющее рабочие и вспомогательные процессы без непосредственного участия человека.

В представленном проекте изучаются вопросы взаимодействия станка, приспособления, режущего инструмента и обрабатываемой детали; пути построения наиболее производительного и экономичного технологического процесса обработки детали.

В данном проекте разрабатывается технологический процесс механической обработки детали «Корпус с улиткой». Целью работы является повышение эффективности технологического процесса, за счет применения высокопроизводительного оборудования, инструмента с СМП и проектирования полуавтоматической оснастки.

						151001.2016.253.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лис	<input type="checkbox"/> докум.	Подпись	Дат			9

С одной стороны, корпус соединен с металлическим патрубком, в который подводится воздух. Внутри этого патрубка находится колесо компрессора (крыльчатка). Крыльчатка нагнетает воздух в корпус. Через корпус проходит ротор (вал), на котором сидят колесо компрессора и колесо турбины. На вал через отверстие в корпусе подается масло. С другой стороны, к корпусу подходит «горячий» корпус турбины. Герметичность обеспечивают уплотнительные кольца.

1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

На проектируемом механическом участке предполагается серийное изготовление корпусов. Для повышения эффективности работы машиностроительного предприятия необходима группировка деталей на данном участке с аналогичными параметрами.

Изучив действующие технологические процессы на предприятии, представим детали, параметры которых соответствуют корпусу, рассматриваемому в данном проекте:

- 1) 337-130 СБ;
- 2) 337-210-1СБ;
- 3) 337-240-1 СБ.

Все корпуса предназначены для различных моделей турбокомпрессоров.

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

Представленный корпус предназначен для преобразования кинетической энергии воздуха в давление. Корпус является «холодной улиткой» компрессора и предназначен для негорячего атмосферного воздуха. К таким элементам не предъявляются особые требования, поэтому их выполняют из алюминиевых сплавов для экономии средств.

Влияние корпусных деталей на КПД турбокомпрессора весьма значительно: если проходное сечение в корпусе недостаточно, то КПД компрессора значительно ниже. Также не допускается в полостях наличие наплывов и

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

пригаров. Необходимо обеспечить в заготовке плавное изменение контуров внутренних полостей от сечения к сечению.

Корпус имеет точные и чистые поверхности, которые сопрягаются с другими частями компрессора:

- Ø235H7, на который садится металлический патрубок;
- Ø122f7 служит для посадки диска;
- Ø80H8, на который садится крышка;
- Ø31H7, в который вставляется втулка;
- Ø80f7 соединяется с другим корпусом;
- Ø23H7 под втулку с кольцами;
- Ø15H8, в который входит втулка с кольцами.

Данный корпус получают методом литья, т.к. его сложная форма и внутренние полости не позволяют сделать это другим способом.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Рассматриваемый корпус алюминиевый, толщина некоторых стенок 6 мм. Это сильно затрудняет закрепление детали при обработке.

Поверхностей с площадью, достаточной для надежного закрепления заготовки, практически нет. В результате, увеличивается время и затраты на подготовку производства данного изделия.

На представленном чертеже некоторые поверхности, которые необходимо обработать находятся под углом: отверстие $M18 \times 1,5-5H6H$; 2 отверстия $M8 \times 1,25$ и отверстие $\varnothing 15H8$; 4 отверстия $\varnothing 11H14$. Такие поверхности требуют либо проектирования приспособлений, либо применение дорогостоящего многоосевого оборудования.

Также к детали предъявляются высокие требования к биению (0,02; 0,025; 0,03; 0,04) и отклонениям от формы. Такие требования увеличивают число операций, т.к. не обработав одну поверхность, мы не можем получить другую.

Изготовление детали требует проектирования сложных приспособлений и большой номенклатуры (более 40 единиц) инструмента.

Таким образом, можно сделать вывод, что данная деталь нетехнологична.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

Рассмотрим маршрутную карту технологического процесса изготовления корпуса: материал изготавливаемой детали – алюминиевый сплав АЛ9МБ; вес корпуса 4,7 кг. В действующем технологическом процессе изготовления корпуса содержится 135 операций. Из них 2 операции комплексные на обрабатывающем центре, 4 операции сверлильные на радиально-сверлильных станках, 4 операции токарные. На 60-й и 65-й операции осуществляется испытание полостей детали и контроль всех полученных размеров. Эти же операции производятся в 125-й и 135-й операциях. Штучное время всех операций 421,1 мин.

Проведем анализ операций действующего технологического процесса.

000 Заготовительная - транспортирование.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

005 Комплексная с ЧПУ: обработка – фрезерование, центрование, сверление, нарезание резьбы, развертывание, зенкерование, зенкование. Станок ИР-500 ПМФ4. Используется приспособление зажимное. Инструмент - стандартный. Штучное время 90,62 мин. Используется СОЖ.

010 Слесарная: зачистка заусенцев, притупление кромок. Штучное время 8 мин.

015 Комплексная с ЧПУ: обработка – фрезерование, сверление, центрование, нарезание резьбы, зенкерование, зенкование, развертывание. Станок ИР-500 ПМФ4. Используется приспособление зажимное. Инструмент - стандартный. Штучное время 151,97 мин. Используется СОЖ.

020 Слесарная: зачистка заусенцев, притупление кромок. Штучное время 10 мин.

025 Сверлильная: обработка – сверление. Станок радиально-сверлильный 2М56. Приспособление – кондуктор. Инструмент - стандартный. Штучное время 6,26 мин. Без использования СОЖ.

030 Слесарная: зачистка заусенцев, притупление кромок. Штучное время 0,5 мин.

035 Сверлильная: обработка – цекование, зенкование. Станок радиально-сверлильный 2М56. Приспособление – кондуктор. Инструмент - стандартный. Штучное время 5,6 мин. Без использования СОЖ.

040 Слесарная: зачистка заусенцев. Штучное время 0,3 мин.

045 Токарная: обработка – точение. Станок DFS2/2К. Используется приспособление токарное. Инструмент - стандартный. Штучное время 9,34 мин. Используется СОЖ.

050 Слесарная: зачистка заусенцев. Штучное время 1,5 мин.

055 Промывка: промывка детали в растворе. Штучное время 0,5 мин.

060 Испытание: испытание полостей корпуса на герметичность в ванне. Используется приспособление для испытания и пневматическая аппаратура. Штучное время 14,96 мин.

065 Контроль: контроль всех размеров, полученных на предшествующих

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

операциях. Используются приспособления контрольные, калибры, эталоны.
Штучное время 5,9 мин.

070 Запрессовывание: запрессовка втулки в корпус (детали предварительно нагреты). Штучное время 2,37 мин.

075 Токарная: завальцовка корпуса с втулкой при помощи ролика. Станок токарно-винторезный 1М63. Штучное время 1,97 мин.

080 Токарная с ЧПУ: обработка – точение. Станок DFS2/2К. Используется приспособление токарное. Инструмент - стандартный. Штучное время 15,37 мин. Используется СОЖ.

085 Токарная с ЧПУ: обработка – точение. Станок токарно-винторезный 16К20Т1. Используется приспособление токарное. Инструмент - стандартный. Штучное время 2,35 мин. Используется СОЖ.

090 Сверлильная: обработка – зенкерование, развертывание. Станок радиально-сверлильный 2М55. Приспособление зажимное. Инструмент - стандартный. Штучное время 3,01 мин. Используется СОЖ.

095 Шлифовальная: шлифование отверстия. Станок внутри-шлифовальный 3К228. Используется приспособление шлифовальное. Штучное время 6,62 мин. Используется СОЖ.

100 Сверлильная: обработка – развертывание. Станок радиально-сверлильный 2М55. Приспособление зажимное. Инструмент - стандартный. Штучное время 1,16 мин. Используется СОЖ.

105 Притирочная: притирка микропорошком. Приспособление – подставка. Штучное время 3,7 мин.

110 Слесарная: зачистка заусенцев, притупление кромок, калибровка резьбы. Штучное время 17,5 мин.

115 Слесарная: маркировка изделия. Штучное время 0,5 мин.

120 Промывка: промывка детали в растворе. Штучное время 0,5 мин.

125 Испытание: испытание полостей корпуса на герметичность в ванне. Используется приспособление для испытания и пневматическая аппаратура. Штучное время 9,2 мин.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

130 Промывка: промывка детали в растворе. Штучное время 0,5 мин.

135 Контроль: контроль всех размеров, полученных на предшествующих операциях. Используются приспособления контрольные, подставка, калибры, эталоны. Штучное время 9,6 мин.

Действующий технологический процесс изготовления корпуса объемный, что объясняется использованием устаревшего оборудования, которое не позволяет совмещать механическую обработку разного характера. Нет активного контроля поверхностей, что заставляет сводить контроль детали в отдельные операции. Данный технологический процесс требует модернизации и автоматизации.

Рассмотрим пооперационно карты эскизов представленного технологического процесса.

000 Заготовительная (рисунок 4):

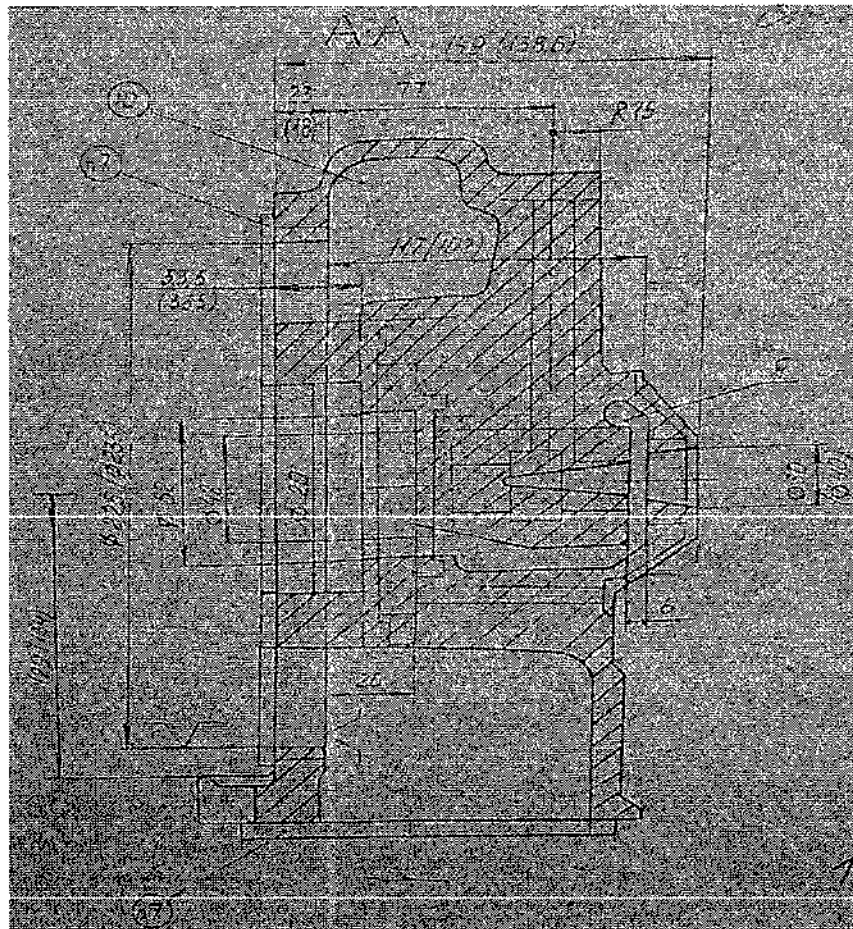


Рисунок 4 – Эскиз заготовки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

18

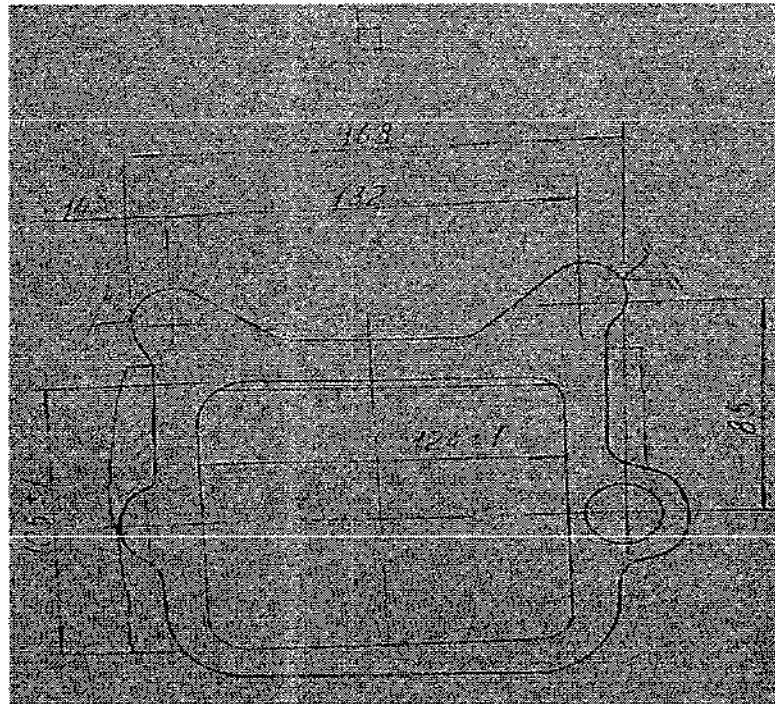
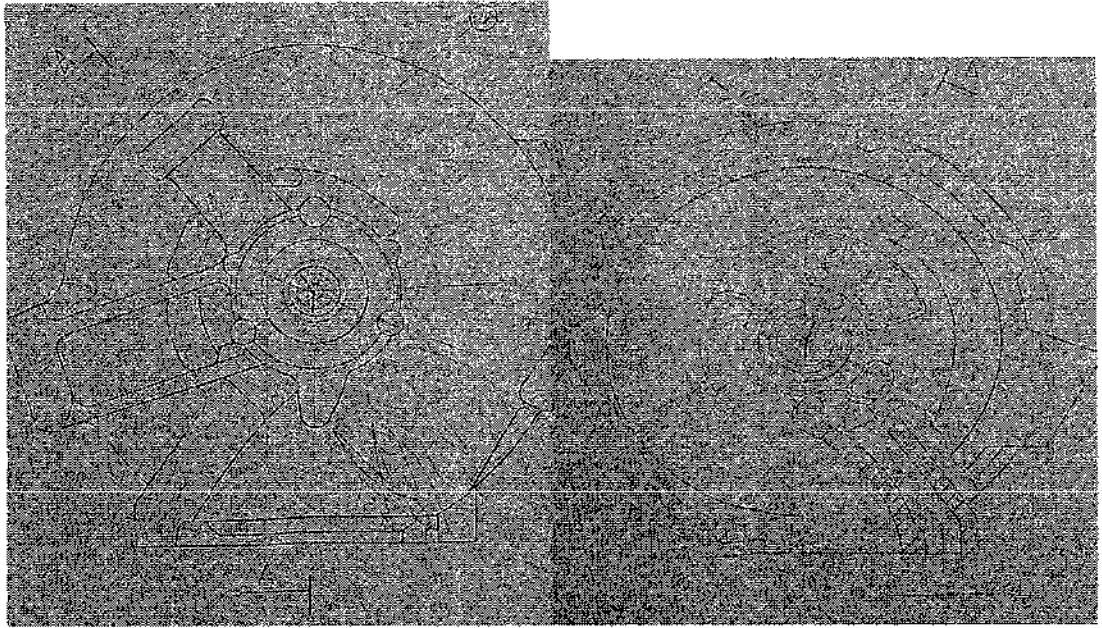


Рисунок 4 (продолжение)

Заготовка – отливка. Указанных размеров недостаточно для полного представления конфигурации заготовки и будущих расчетов.

005 Комплексная с ЧПУ (рисунок 5):

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

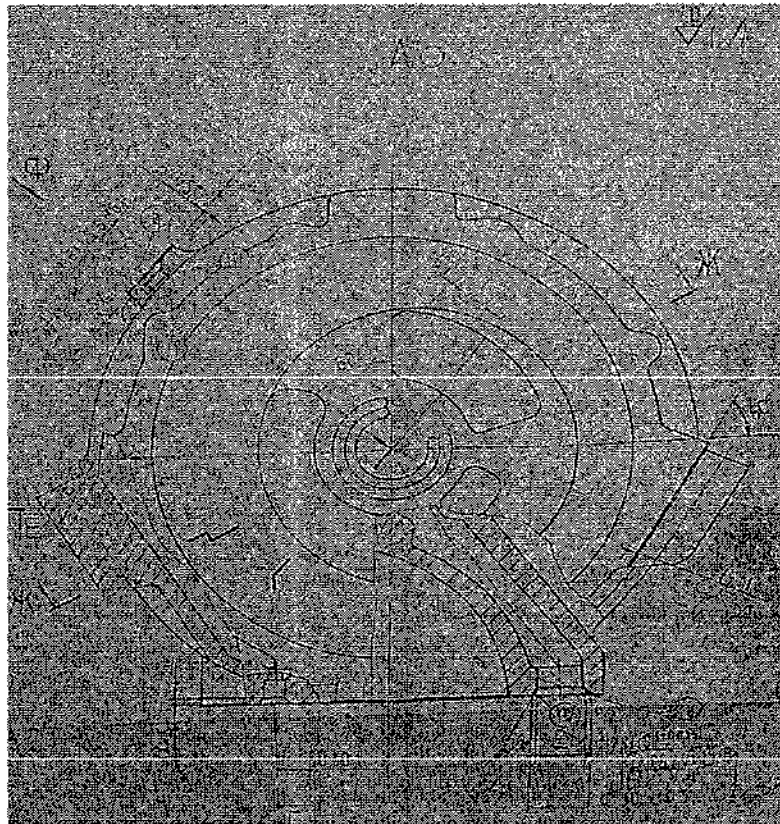
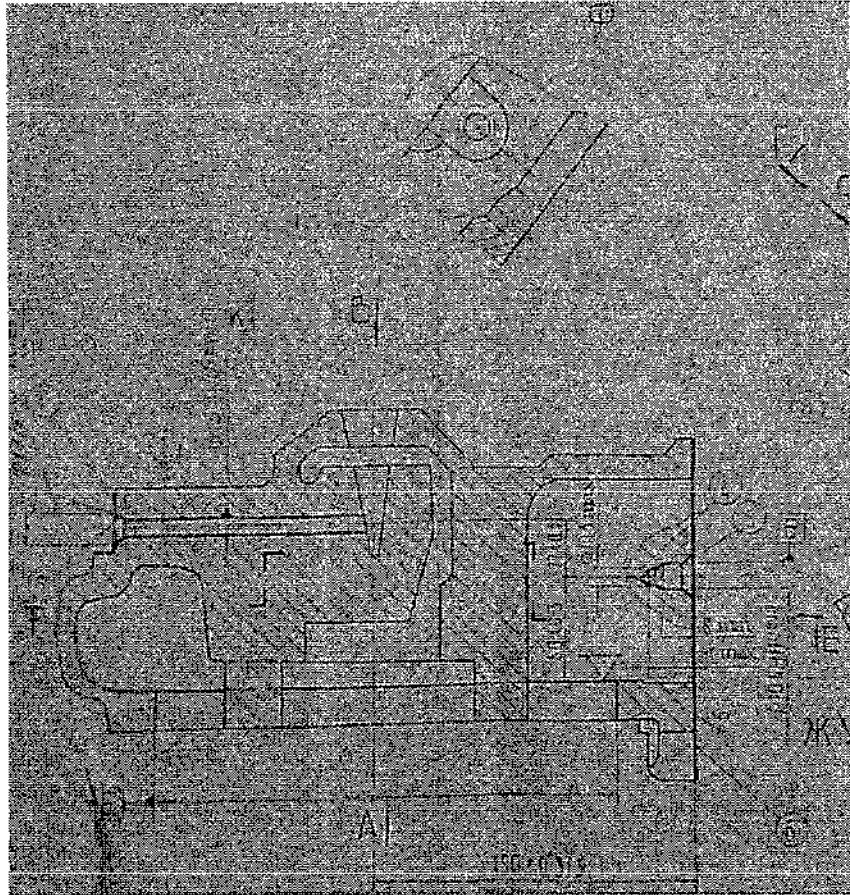


Рисунок 5 – Эскиз заготовки на операцию 005

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

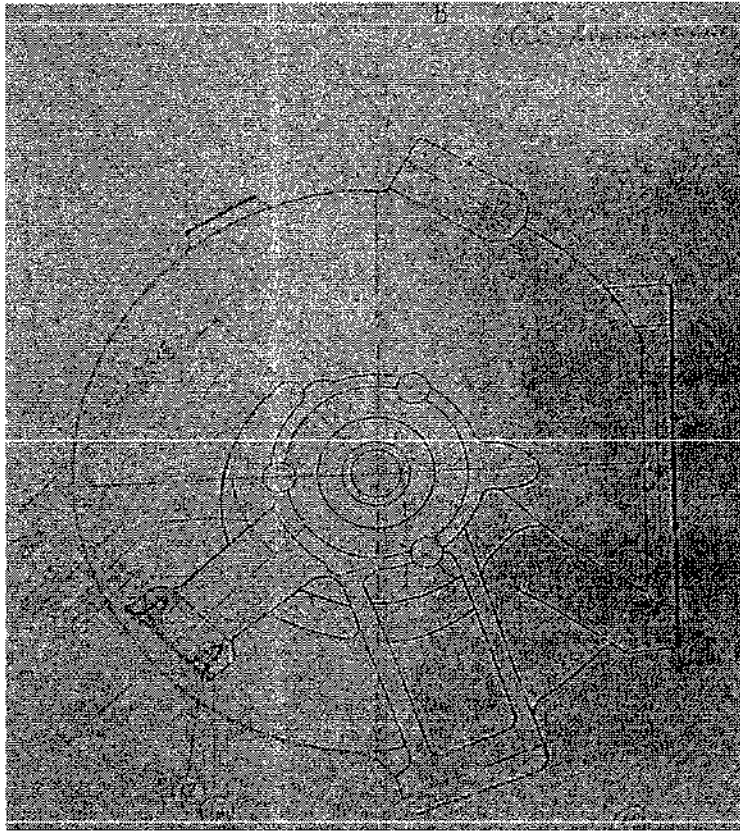
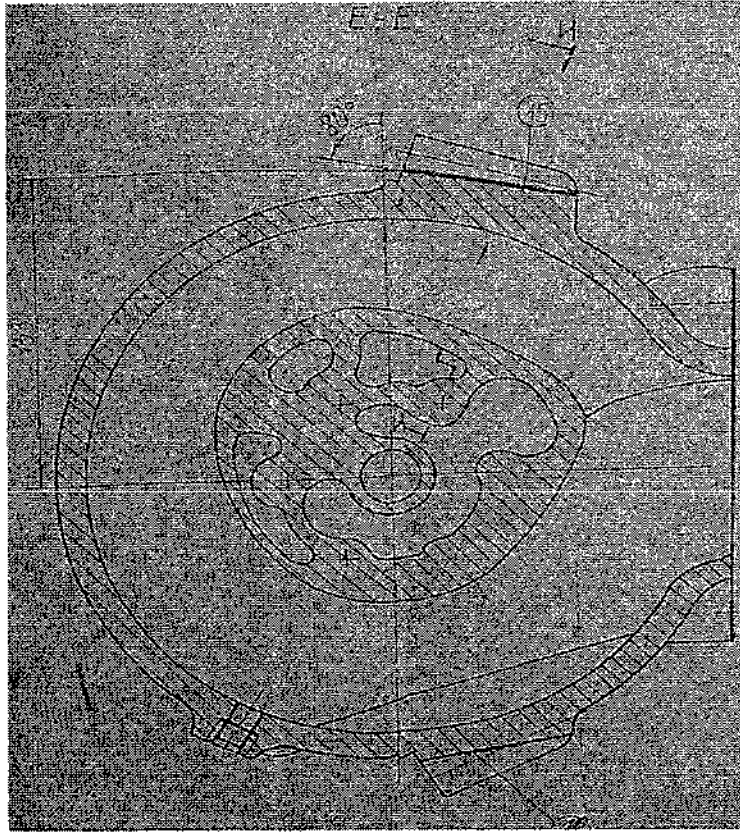


Рисунок 5 (продолжение)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

21

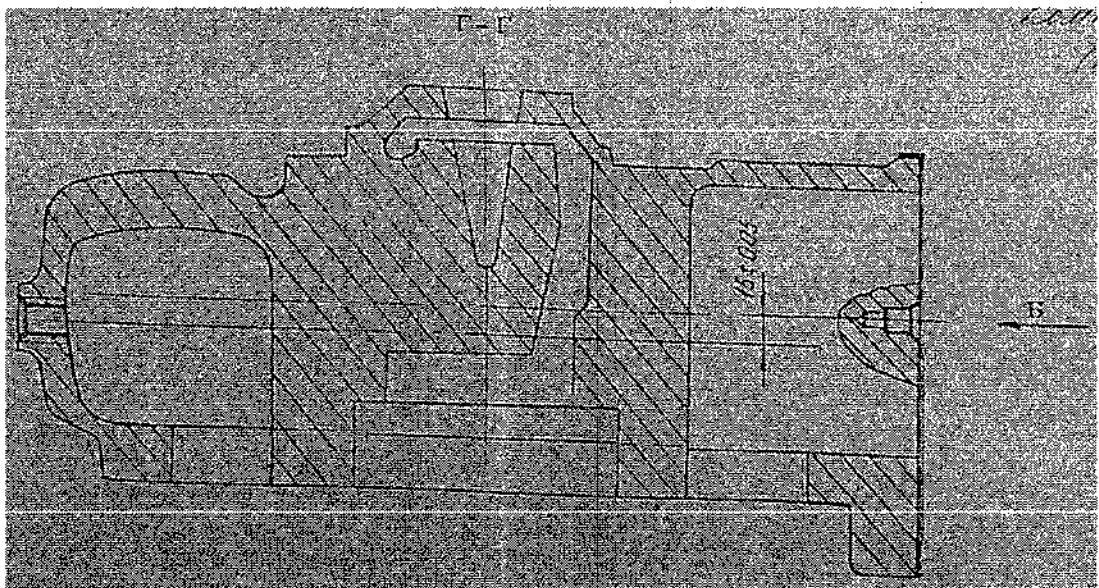
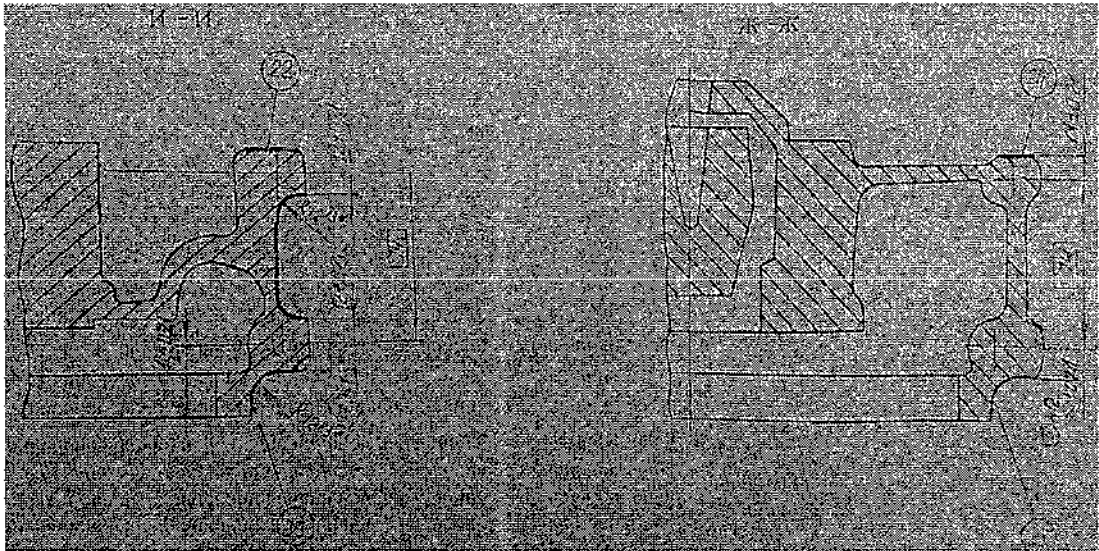
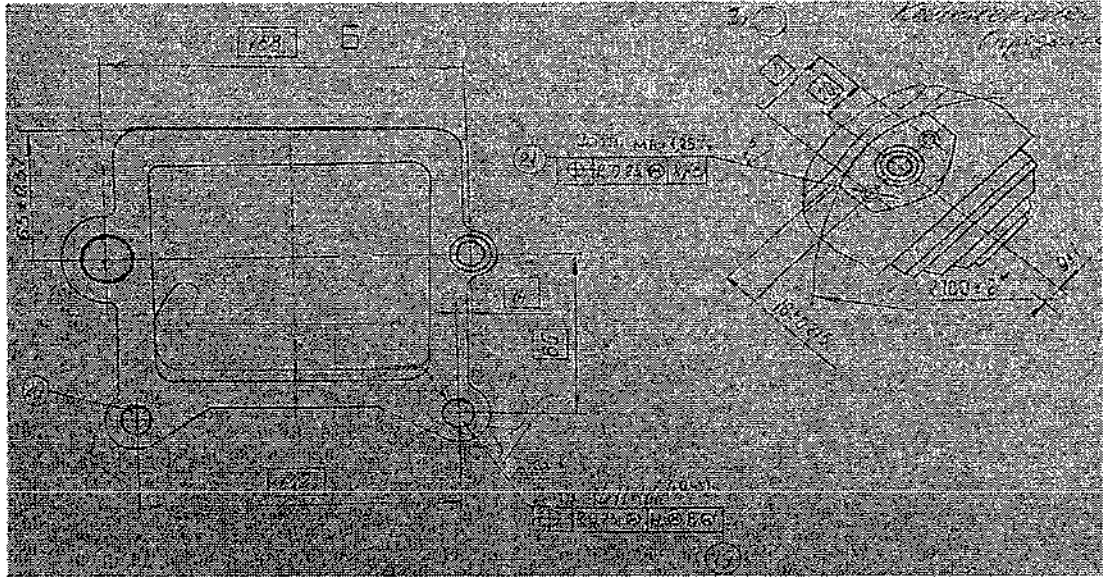


Рисунок 5 (продолжение)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

- базирование детали по диаметру, заготовка изображается горизонтально, но при этом не указана опорная база в торец;
- чистота обрабатываемых поверхностей указана, остальных поверхностей $Ra20$;
- на виде А и разрезе Б-Б резьба в отверстии указана на определенную глубину, а в разрезе Г-Г и непосредственно на чертеже детали мы видим резьбу по всей глубине отверстия;
- одинаково указаны база отверстия $\varnothing 10,4H11$ и вид снизу на разрезе Г-Г (обозначены Б);
- на виде А не указана глубина обработки $\varnothing 28H8$;
- все необходимые виды и разрезы есть, разрез Ж-Ж указан некорректно; обрабатываемое отверстие 2 на главном виде показано одного диаметра по всей длине отверстия, а на виде 3, мы видим три окружности, что говорит о разных диаметрах отверстия.

015 Комплексная с ЧПУ (рисунок 6):

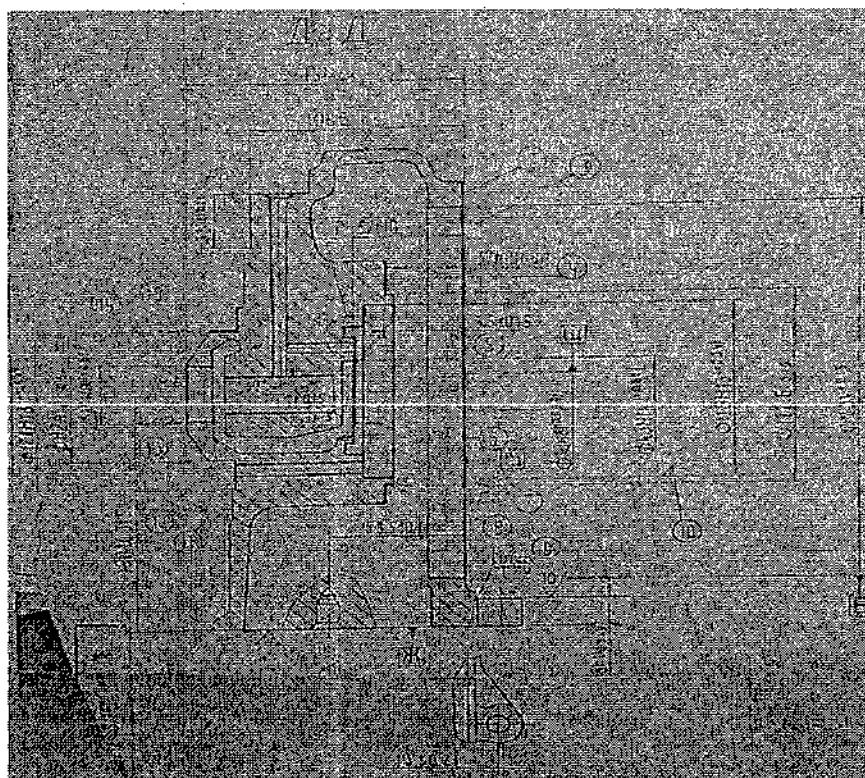


Рисунок 6 – Эскиз заготовки на операцию 015

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

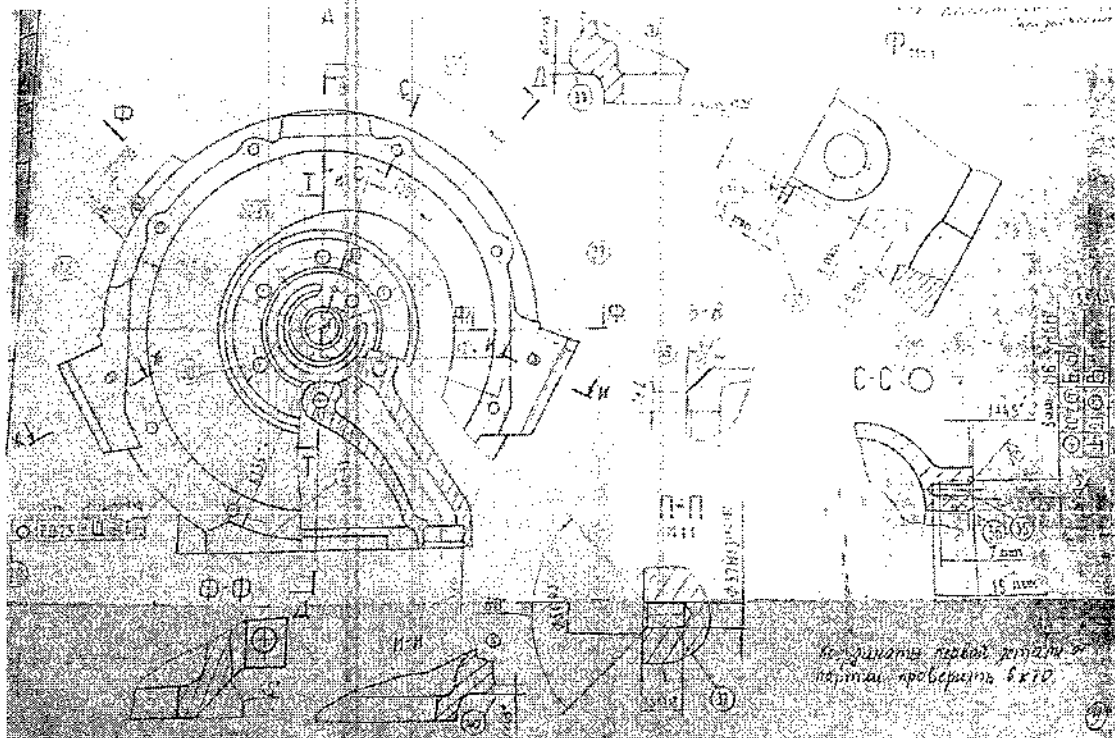
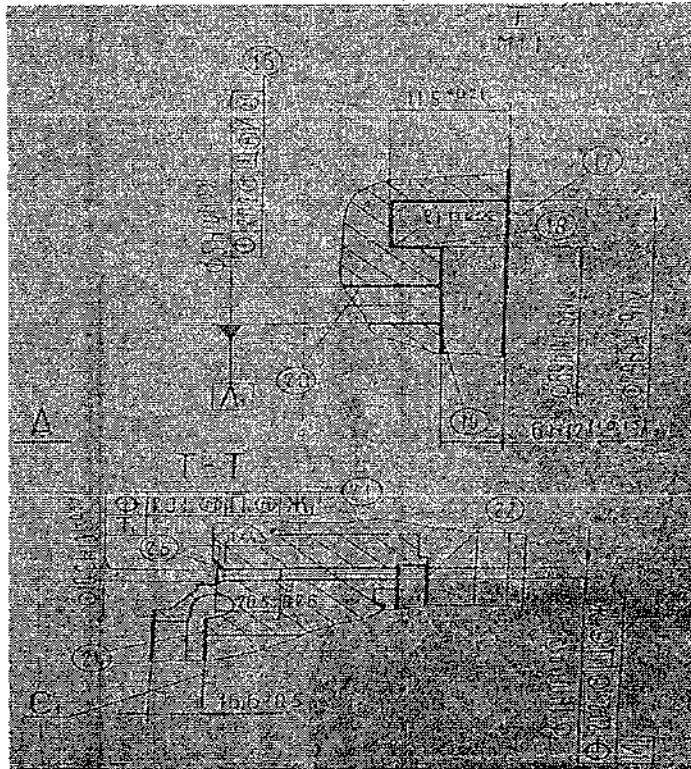


Рисунок 6 (продолжение)

- базирование детали по плоской поверхности на двух пальцах (круглом и срезанном) с зажимом сверху;
- чистота обрабатываемых поверхностей указана, остальных поверхностей $Ra20$;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

- вид на первом эскизе (размер $13 \pm 0,21$) не обозначен;
- линейный размер обрабатываемой поверхности 11 не указан, что не позволяет сделать расчет припуска;
- на выноске 1 у размера $6H12(^{+0,15})$ допуск соответствует другому интервалу размеров;
- размер $16,6 \pm 0,5$ не соответствует требуемому ($18,6 \pm 0,5$).

025 Сверлильная (рисунок 7):

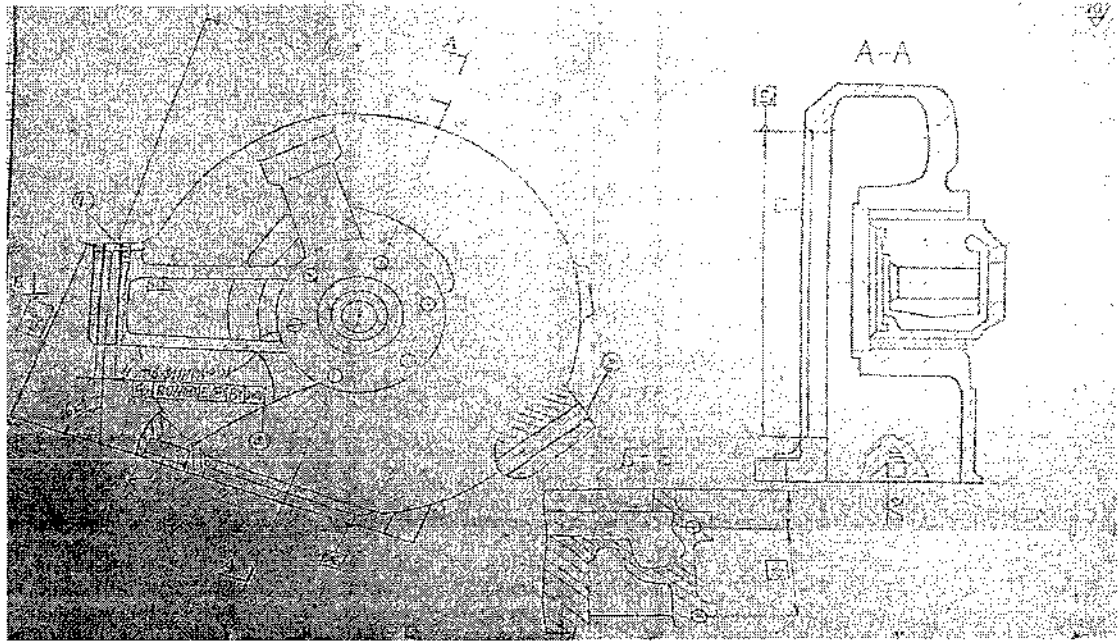


Рисунок 7 – Эскиз заготовки на операцию 025

- базирование детали по плоской поверхности на двух пальцах (круглом и срезанном) с зажимом сверху;
- чистота обрабатываемых поверхностей $Ra10$;
- разрез Б-Б указан неправильно, также на нем не хватает линейного размера.

035 Сверлильная (рисунок 8):

- базирование детали по плоской поверхности на двух пальцах (круглом и срезанном) с зажимом сверху;
- чистота обрабатываемых поверхностей указана, остальных поверхностей $Ra20$;
- разрез Б-Б указан неправильно.

045 Токарная (рисунок 9):

- базирование детали по диаметру с упором в торец;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

25

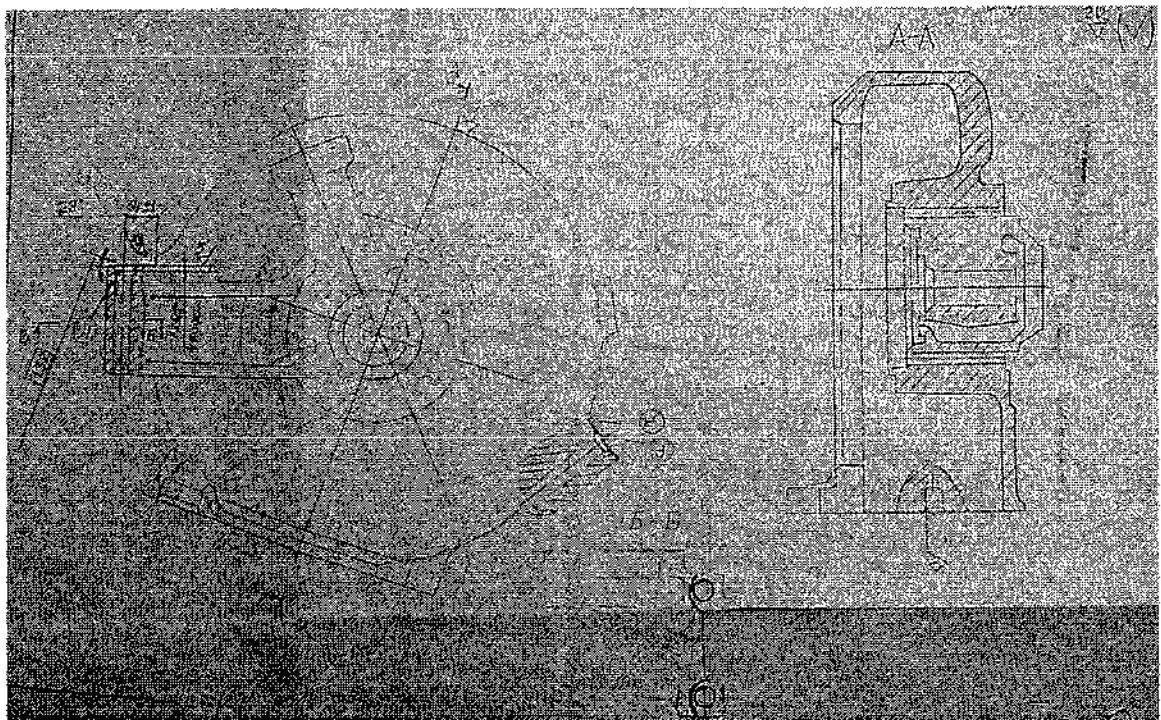


Рисунок 8 – Эскиз заготовки на операцию 035

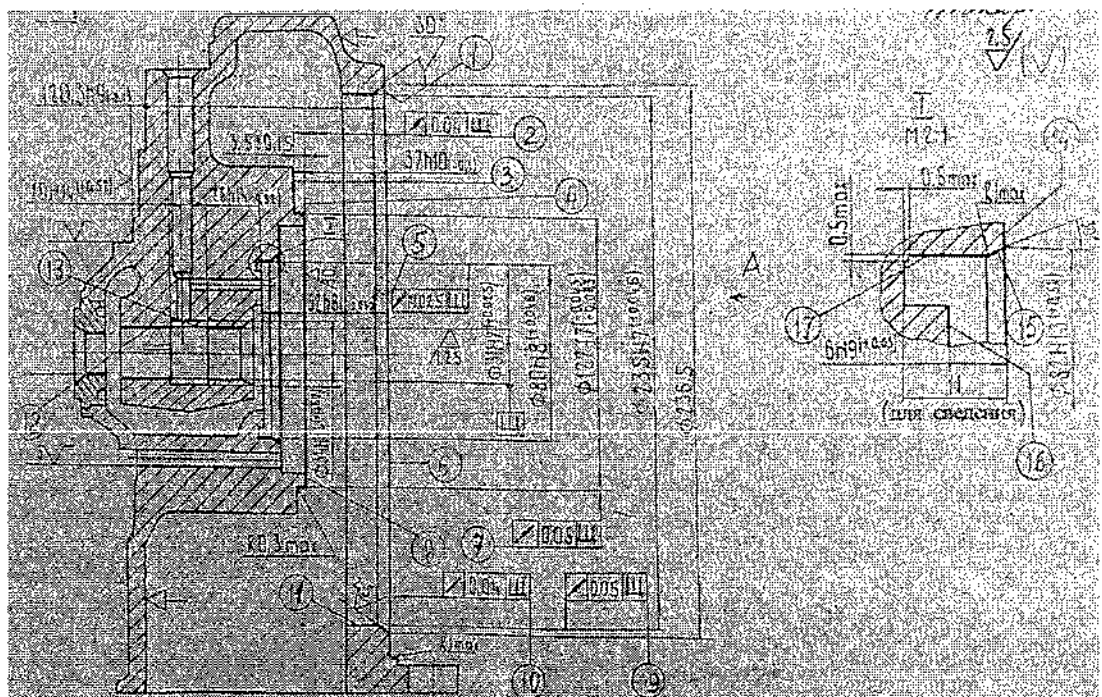


Рисунок 9 – Эскиз заготовки на операцию 045

- чистота обрабатываемых поверхностей указана, остальных поверхностей $Ra20$;
- все линейные и диаметральные размеры указаны.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

060 Испытание (рисунок 10):

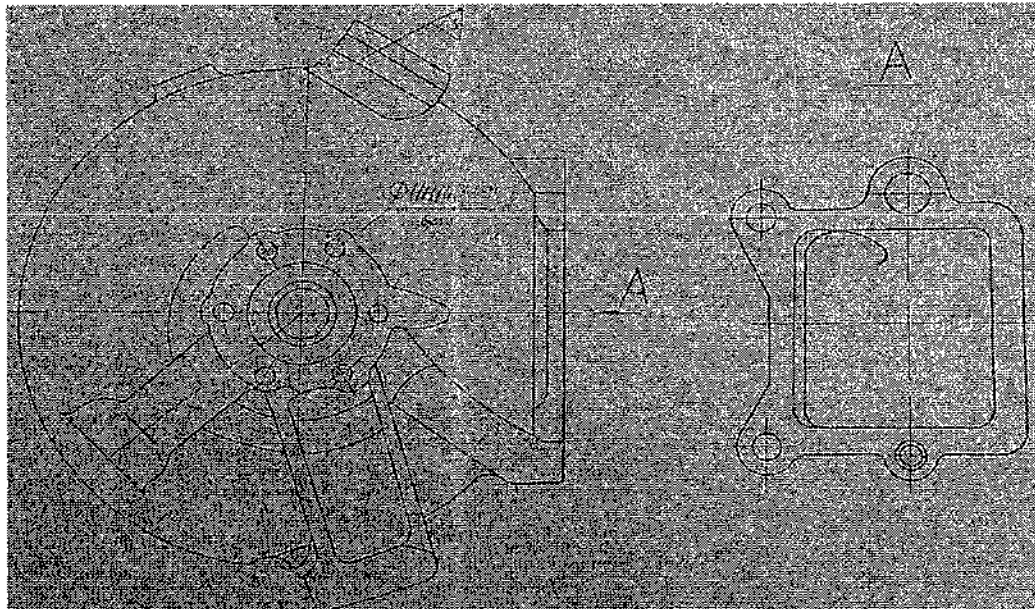
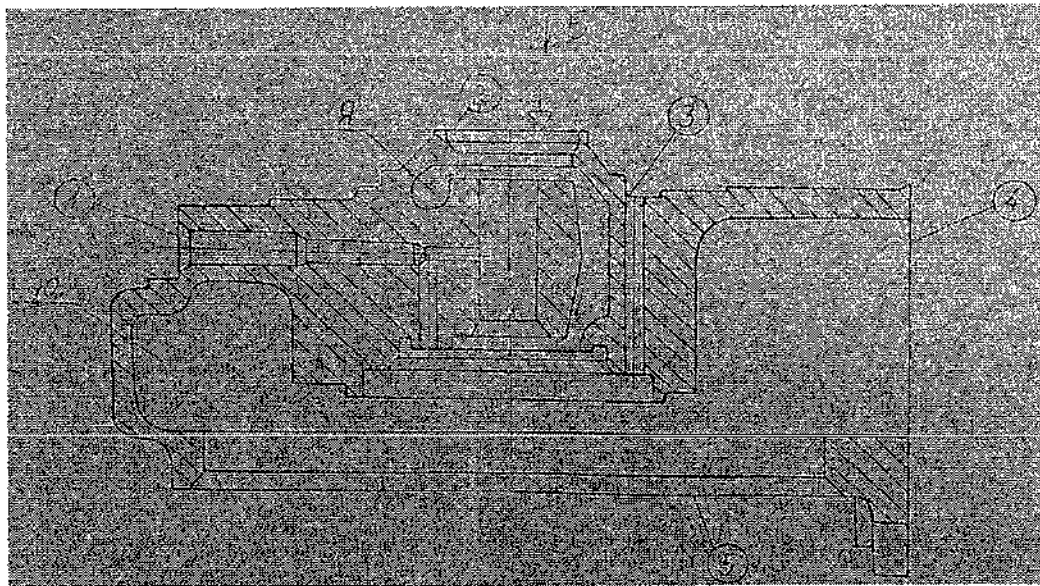


Рисунок 10 – Эскиз заготовки на операцию 060

- не указана опорная поверхность корпуса во время испытания;
- не обозначен вид Б на втором эскизе.

065 Контрольная:

- шероховатость некоторых поверхностей не указана, некоторые значения шероховатости для контроля отличаются от значений, полученных на операции;
- не указано значение биения поверхности 4;
- не указано значение расположения осей 29;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

27

- некорректно указан линейный размер на главном виде (95,5).

070 Запрессовывание (рисунок 11):

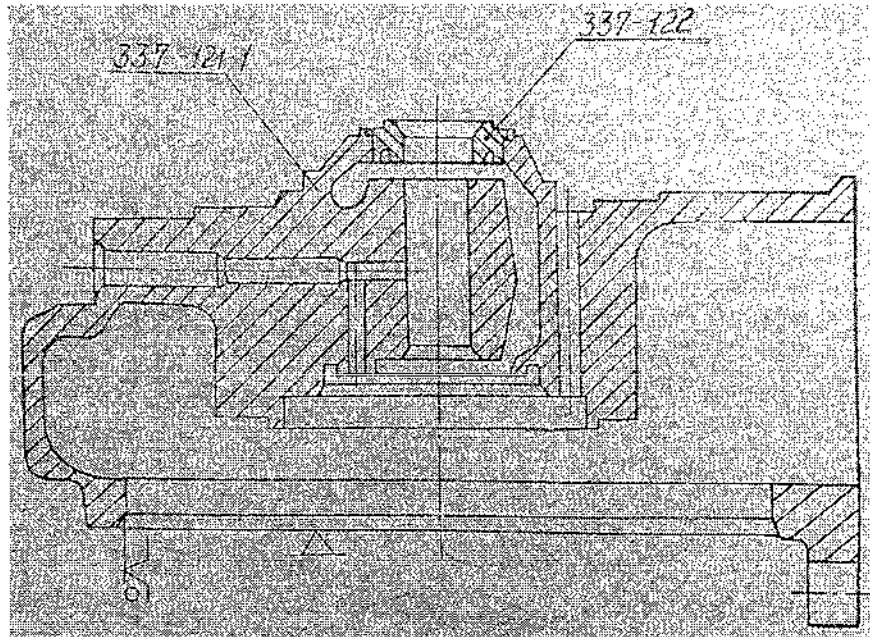


Рисунок 11 – Эскиз заготовки на операцию 070

- базирование детали по диаметру с упором в торец;

- запрессовываемые детали обозначены.

075 Токарная (рисунок 12):

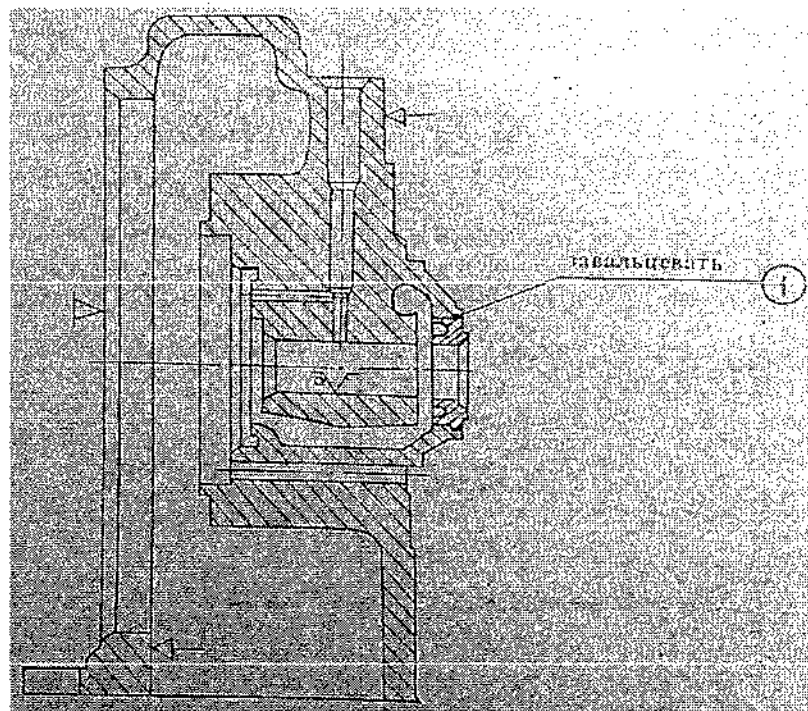


Рисунок 12 – Эскиз заготовки на операцию 075

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- завальцовка втулки, базирование по внутреннему диаметру с упором в торец.

080 Токарная с ЧПУ (рисунок 13):

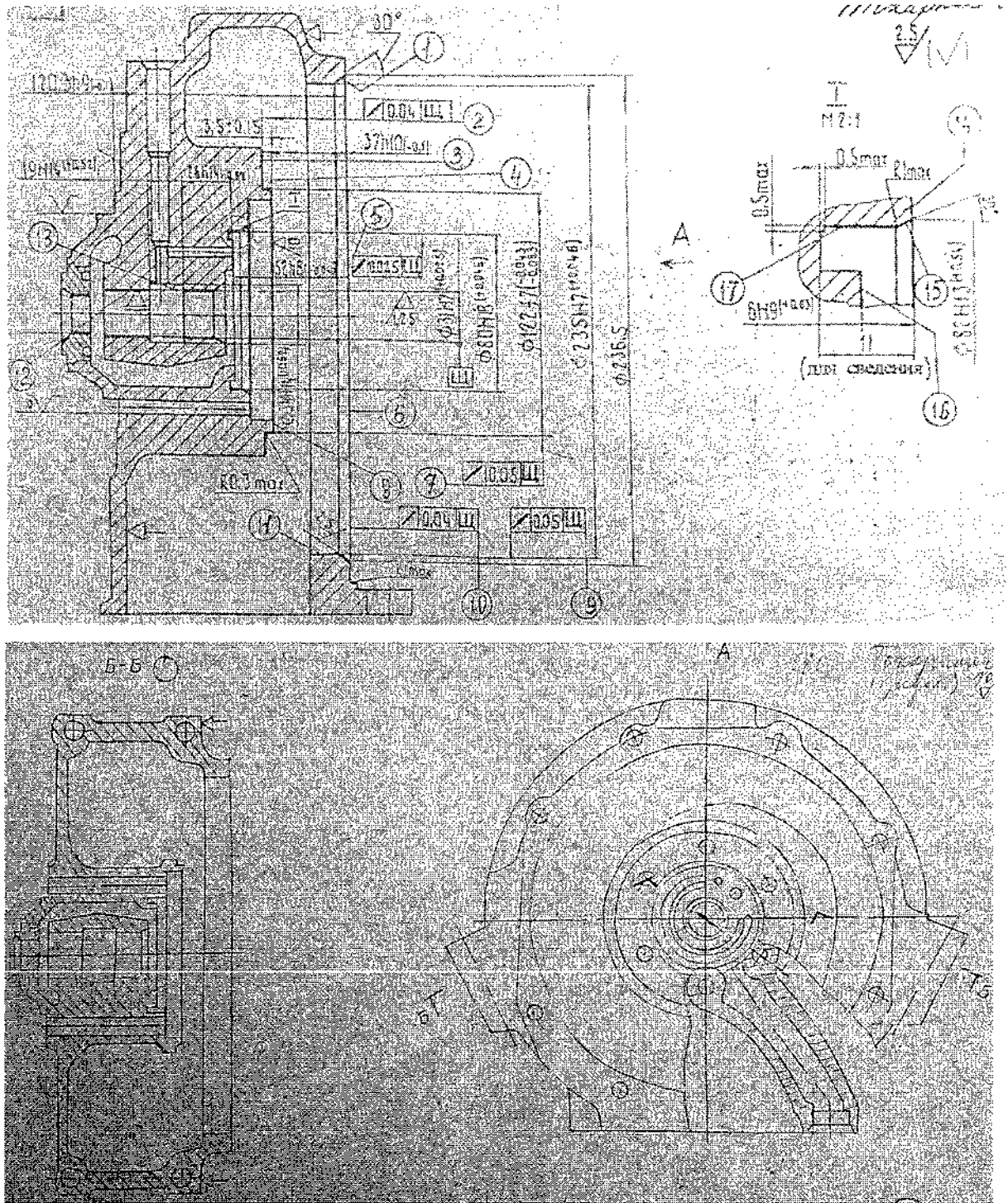


Рисунок 13 – Эскиз заготовки на операцию 080

- базирование детали по диаметру с упором в торец;

- чистота обрабатываемых поверхностей указана, остальных поверхностей $Ra2,5$,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

29

указана лишняя шероховатость фаски поверхности 11 - Ra2,5;

- все необходимые виды и разрезы указаны.

- на первом виде неправильно указан зажим заготовки.

085 Токарная с ЧПУ (рисунок 14):

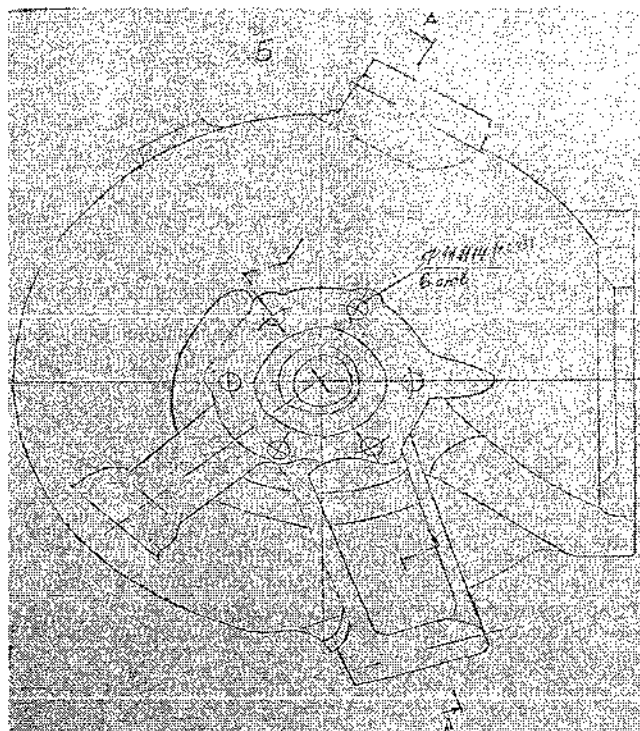
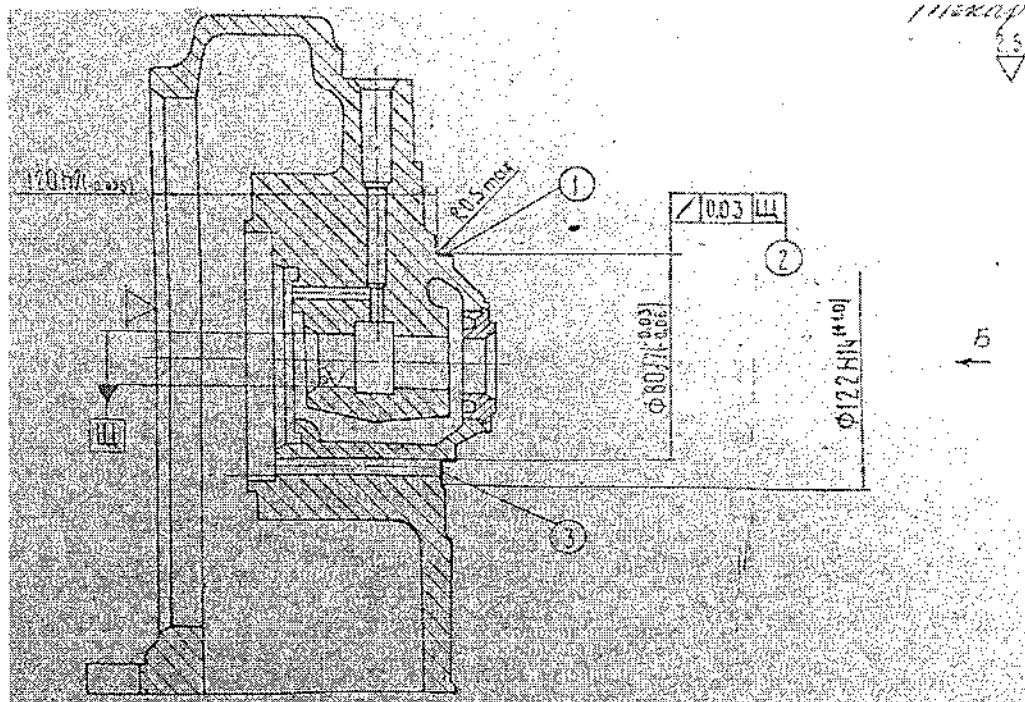


Рисунок 14 – Эскиз заготовки на операцию 085

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

30

- базирование детали по диаметру с упором в торец;
- чистота обрабатываемых поверхностей $Ra_{2,5}$;
- все необходимые виды и разрезы указаны.

090 Сверлильная (рисунок 15):

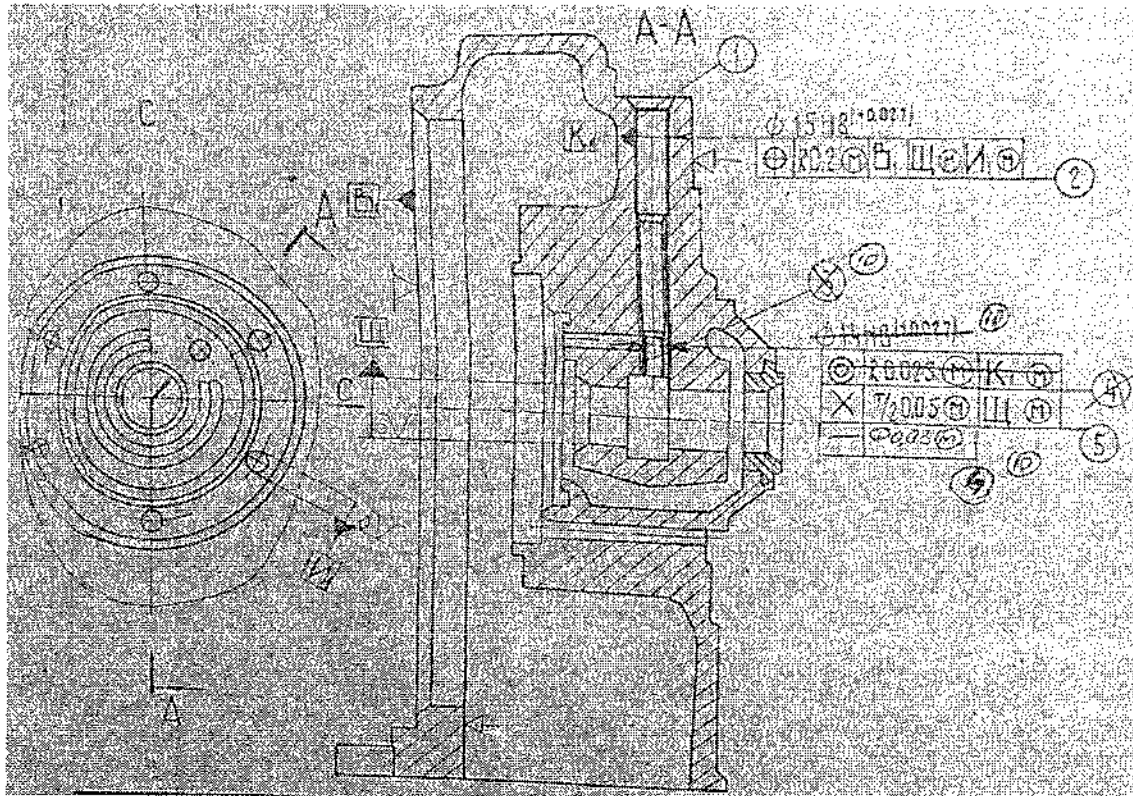


Рисунок 15 – Эскиз заготовки на операцию 090

- базирование детали на двух пальцах с упором в торец;
- чистота обрабатываемых поверхностей $Ra_{2,5}$;
- все необходимые виды и разрезы указаны;
- есть изменения размеров.

095 Внутришлифовальная (рисунок 16):

- базирование детали по диаметру с упором в торец;
- чистота обрабатываемых поверхностей $Ra_{1,25}$;
- все необходимые разрезы указаны.

100 Сверлильная (рисунок 17):

- базирование детали на двух пальцах с упором в торец, некорректно указано базирование;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

31

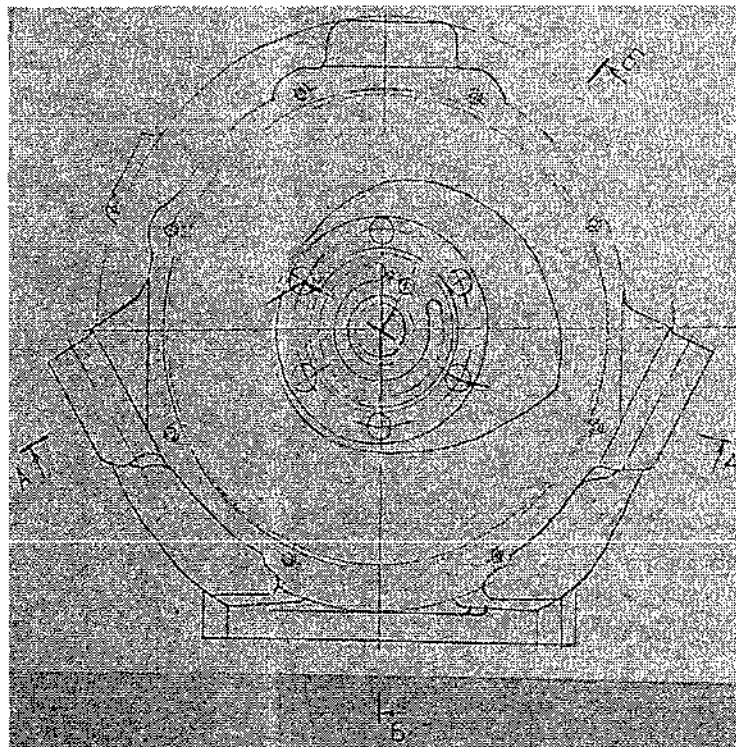
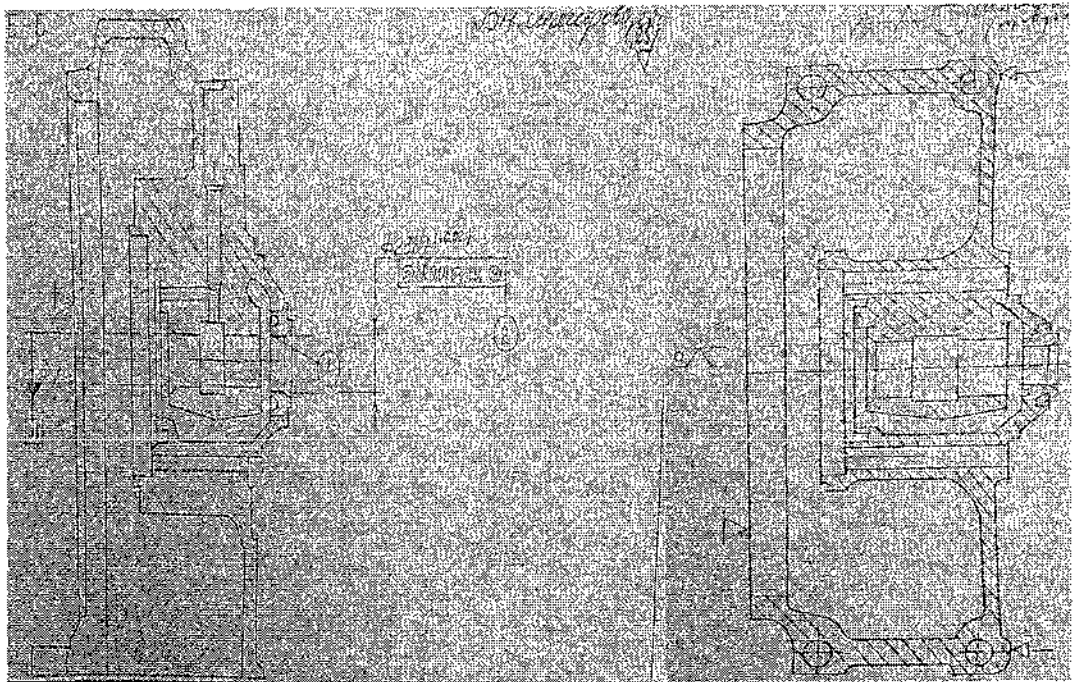


Рисунок 16 – Эскиз заготовки на операцию 095

- чистота обрабатываемой поверхности $Ra2,5$;
- все необходимые разрезы указаны.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

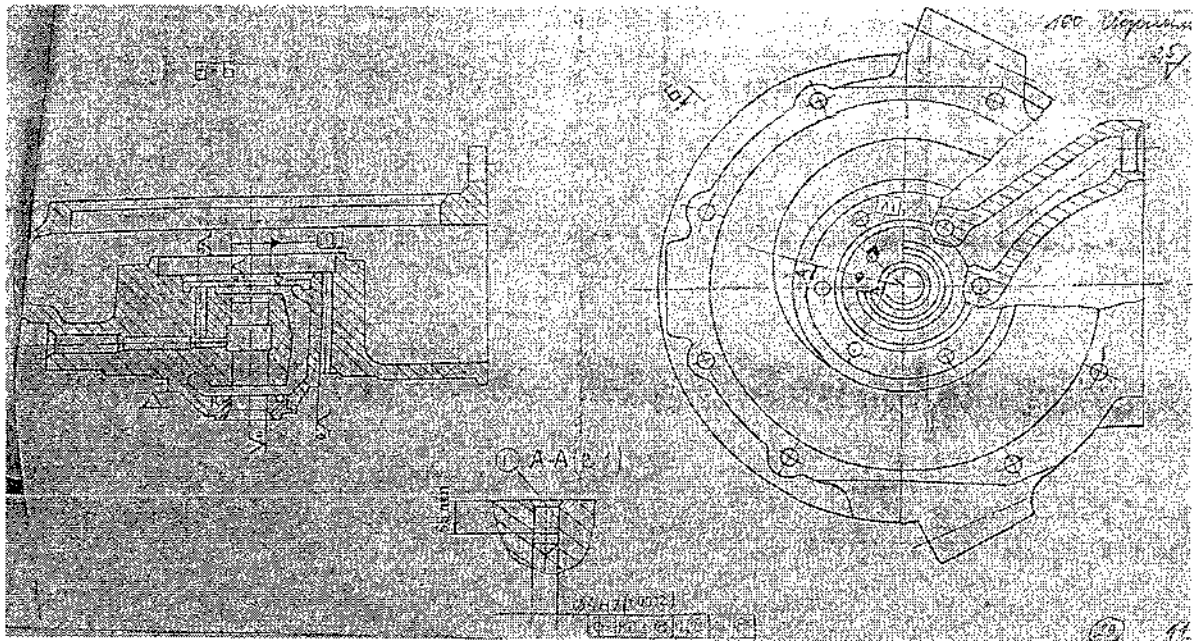


Рисунок 17 – Эскиз заготовки на операцию 100

105 Притирочная (рисунок 18):

- базирование детали на двух пальцах с упором в торец;
- чистота обрабатываемой поверхности $Ra_{2,5}$.

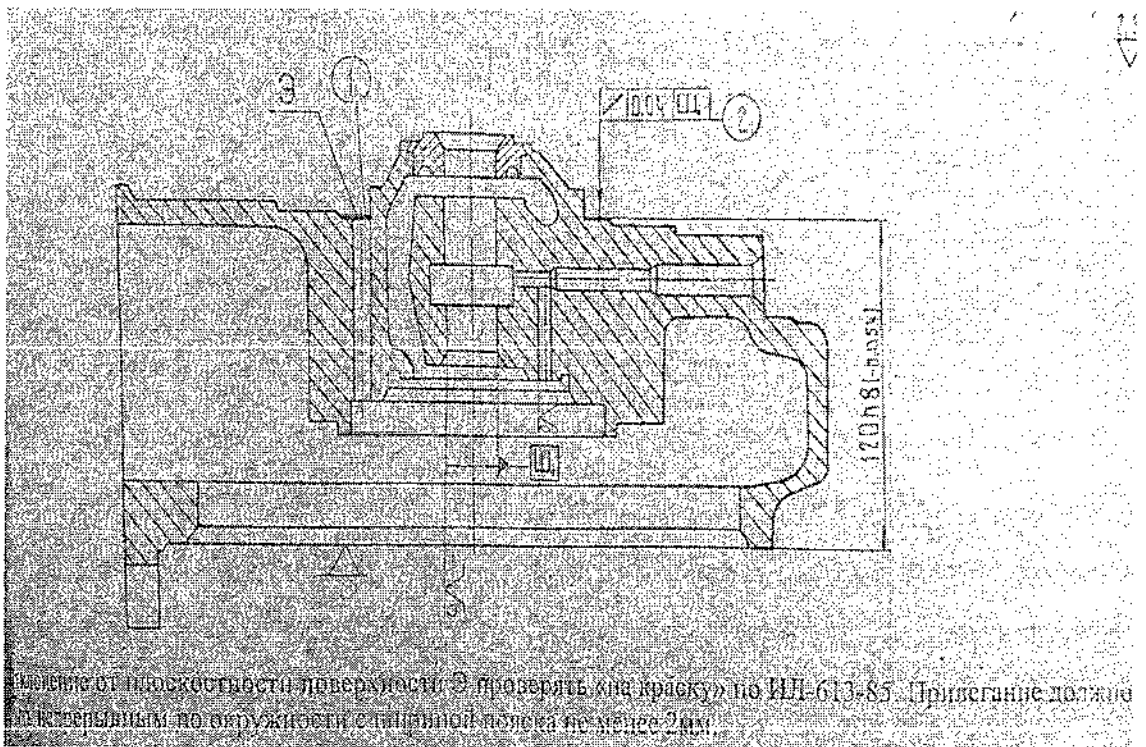


Рисунок 18 – Эскиз заготовки на операцию 105

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

115 Слесарная:

- маркировка, деталь лежит на торце.

135 Контрольная 135:

- чистота всех контролируемых поверхностей указана;

- есть исправления некоторых параметров.

Рассмотрим в действующем технологическом процессе металлорежущие станки, используемые в операциях.

Обрабатывающий центр ИР-500 ПМФ4 – горизонтальный центр, позволяющий производить фрезерование, сверление и расточку корпусных деталей любой формы и из любого материала (чугун, сталь, цветные металлы и т.п.). Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные технические характеристики ИР-500 ПМФ4

Размеры рабочей поверхности стола, мм	500×500
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	700
Количество позиций поворота стола	120
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	21,2-3000
Мощность э/двигателя привода вращения шпинделя, кВт	7,5-22
Величина поперечного перемещения стола, мм	800
Величина вертикального перемещения стола, мм	500
Величина продольного перемещения стойки, мм	500
Количество столов-спутников в накопителе, шт	2
Рабочие подачи стола, шпиндельной бабки, ст	1-3600
Емкость инструментального магазина, шт	30
Время смены инструмента, с	5
Габариты станка (Д×Ш×В)	4450×4625×3205

ИР500 ПМФ4 - одна из самых распространённых моделей обрабатывающих центров на территории бывшего СССР, позволяющая производить обработку корпусных деталей небольших и средних размеров. Широкие диапазоны частот вращения шпинделя и скоростей подач, наличие поворотного стола, высокая степень автоматизации вспомогательных работ расширяют технологические возможности станков и позволяют использовать их в составе гибких производительных систем.

ИР-500 ПМФ4 оснащен контурной системой программного управления и автоматической сменой инструмента и столов-спутников. Система ЧПУ фирм «BOSCH» или «FANUC». Станок выпускал Ивановский завод, сейчас эту модель не производят.

Радиально-сверлильный станок 2М55 предназначен для сверления в сплошном материале, рассверливания, зенкерования, развертывания, подрезки торцов, нарезания резьбы и другие подобные операции. Может применяться на любом производстве – от ремонтного цеха до крупносерийного производства. Основные технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики станка 2М55

Наибольший условный диаметр сверления, мм	50
Наибольший вылет шпинделя от образующей, мм	1600
Наименьший вылет шпинделя от образующей, мм	375
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	20...2000
Пределы подач шпинделя, мм/об	0,056...2,5
Наибольшая эффективная мощность на шпиндель, кВт	4,5
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кгс	7100
Наибольшее усилие подач, кгс	2000
Габариты станка (Д×Ш×В)	2665×1020×3430

Станок DFS 2/2K – универсальный токарный станок с ЧПУ. Производство – Германия. Выпуск 90-х годов. Общие технические характеристики в таблице 3.

Таблица 3 - Основные технические характеристики станка DFS 2/2K

Длина обработки, мм	1250
Диаметр обработки через салазки, мм	350
Диаметр обработки через постель, мм	495
Диаметр отверстия шпинделя, мм	90
Максимальный диаметр патрона, мм	400
Магазин смены инструмента, шт	12
Скорость вращения, об/мин	6-1058; 28-4000
Мощность привода, кВт.	41,5
Вес, т	8

Станок 1M63 – токарно-винторезный, предназначен для обработки цилиндрических, конических и сложных поверхностей, а также для нарезания резьбы. Основные технические характеристики представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Основные технические характеристики станка 1M63

Наибольший диаметр заготовки, мм	700
Диаметр обработки над станиной, мм	630
Диаметр обработки над суппортом, мм	350
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	105
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	10...1250
Ускоренное продольное перемещение суппорта	5,2
Ускоренное поперечное перемещение суппорта	2
Мощность э/двигателя главного привода, кВт	15
Масса станка, кг	4200-13200

Станок 16К20Т1 создан на базе станка 16К20 и отличается наличием системы ЧПУ и револьверной головки для инструмента. 16К20Т1 относится к токарно-винторезным станкам лоботокарной группы и служит для точения поверхностей вращения, прорезки канавок, подрезки торцев, нарезания разных типов резьбы. Основные технические характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Основные технические характеристики станка 16К20Т1

Максимальный диаметр детали над станиной, мм	400
Максимальный диаметр детали над суппортом, мм	115
Максимальная длина обработки, мм	900
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	53
Частота вращения шпинделя, об/мин	22,4
Продольные подачи, мм/об	0,01
Поперечные подачи, мм/об	0,005-1,4
Скорость быстрых перемещений продольных, мм/мин	6000
Скорость быстрых перемещений поперечных, мм/мин	5000
Число позиций револьверной головки	6
Мощность главного э/двигателя, кВт	11
Габариты станка (Д×Ш×В)	3080×1700×1700

Станок 3К228 – внутришлифовальный станок, предназначенный для шлифования цилиндрических и конических, глухих и сквозных отверстий. Станок имеет широкий диапазон частот вращения шлифовальных кругов, шпинделя изделия, величины поперечной подачи и скоростей перемещения стола, обеспечивающих обработку деталей на оптимальных режимах. После снятия установленного припуска поперечная подача автоматически прекращается. Машины применяют на производстве предприятий различного масштаба (мелкосерийного, серийного, массового).

Основные технические характеристики представлены в таблице 6.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6 - Основные технические характеристики станка 3К228

Наибольший диаметр шлифуемого отверстия, мм	400
Наибольшая длина при наибольшем диаметре, мм	320
Наибольший наружный диаметр изделия без кожуха,	560
Наибольший угол шлифуемого конуса, град	60
Мощность привода главного движения, кВт	7,5
Постоянство диаметра в продольном сечении, мкм	3
Круглость, мкм	1,6
Шероховатость изделия по внутренней поверхности Ra,	0,08
Шероховатость изделия по плоской торцу Ra, мкм	0,32
Габариты станка (Д×Ш×В)	3535×1460×1870

Из описания применяемого оборудования мы видим, что все используемые модели достаточно устаревшие, выпуск большинства из них прекращен. Это увеличивает расходы на обслуживание и ремонт. Следовательно, станки непрактичны и повышают себестоимость продукции.

Моральное старение касается и технологической оснастки. Приспособления имеют ручной зажим, что не гарантирует безопасность. Контроль детали также осуществляется вручную. В совокупности это увеличивает себестоимость готового изделия.

Используемые инструменты:

- резцы токарные с напаиваемыми пластинами;
- сверла спиральные из быстрорежущей стали;
- фрезы с напаиваемыми пластинами;
- метчики (ГОСТ);
- зенкеры, развертки (ГОСТ и специальный);
- зенковки, цековки (ГОСТ).

Применяемый инструмент устаревший и малопроизводительный, т.к. требует постоянного обслуживания.

Рассмотрим действующий технологический процесс изготовления корпуса и произведем расчет заданных припусков. Считая действующие припуски, мы выполняем обратную (проверочную) задачу. На рисунке 19 представим схему линейных размеров корпуса.

Из размерной схемы видно, что есть неизвестное звено на 015 операции, а также не хватает размера заготовки, что не позволяет посчитать припуски. Есть замыкающие звенья: $18 \pm 0,5$ и $18 \pm 0,35$.

Определим фактические значения припусков известных звеньев данного технологического процесса.

$$\Delta_{\text{нА}}^{\text{вА}} = \sum \text{УВ} - \sum \text{УМ}$$

$$Z_1 = 120,3_{-0,1} - 120_{-0,035} = 0,3_{-0,1}^{+0,035};$$

$$Z_2 = 52_{-0,04} - 120,3_{-0,1} + 120,8_{-0,1} - 52_{-0,12} = 0,5_{-0,14}^{+0,22};$$

$$Z_3 = 37_{-0,1} - 120,3_{-0,1} + 120,8_{-0,1} - 37_{-0,1} = 0,5_{-0,2}^{+0,2};$$

$$Z_4 = 120,8_{-0,1} - 120,3_{-0,1} = 0,5_{-0,1}^{+0,1};$$

$$Z_5 = \text{Б} - 120,8_{-0,1};$$

Z_6 – недостаточно размеров для расчета припуска;

$$Z_7 = 117 - 50 \pm 0,3 + 68,5 \pm 0,1 - \text{Б};$$

$$Z_8 = 149 - 23 - 50 \pm 0,3 + 68,5 \pm 0,1 - 141_{-0,5} = 3,5_{-0,4}^{+0,9};$$

$$Z_9 = 15 + 77 - 50 \pm 0,3 + 68,5 \pm 0,1 - 108,6_{-0,5} = 1,9_{-0,4}^{+0,9};$$

$$Z_{10} = 52_{-0,12} - 68,5 \pm 0,1 + 50 \pm 0,3 - 26 = 7,5_{-0,52}^{+0,7};$$

$$Z_{11} = 37_{-0,1} - 68,5 \pm 0,1 + 50 \pm 0,3 + 23 - 33,5 = 8_{-0,8}^{+0,4};$$

$$Z_{12} = 23 + 50 \pm 0,3 - 68,5 \pm 0,1 = 4,5 \pm 0,4.$$

Определим расчетные значения припусков действующего технологического процесса.

$Z_1 = 0,055 + \frac{0,035+0,1}{2} + 0,0325 = 0,155 \approx 0,16$ мм (действующий припуск завышен почти в два раза);

$Z_2 = 0,25 + \frac{0,04+0,1+0,1+0,12}{2} - 0,04 = 0,39$ мм (действующий припуск незначительно завышен);

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

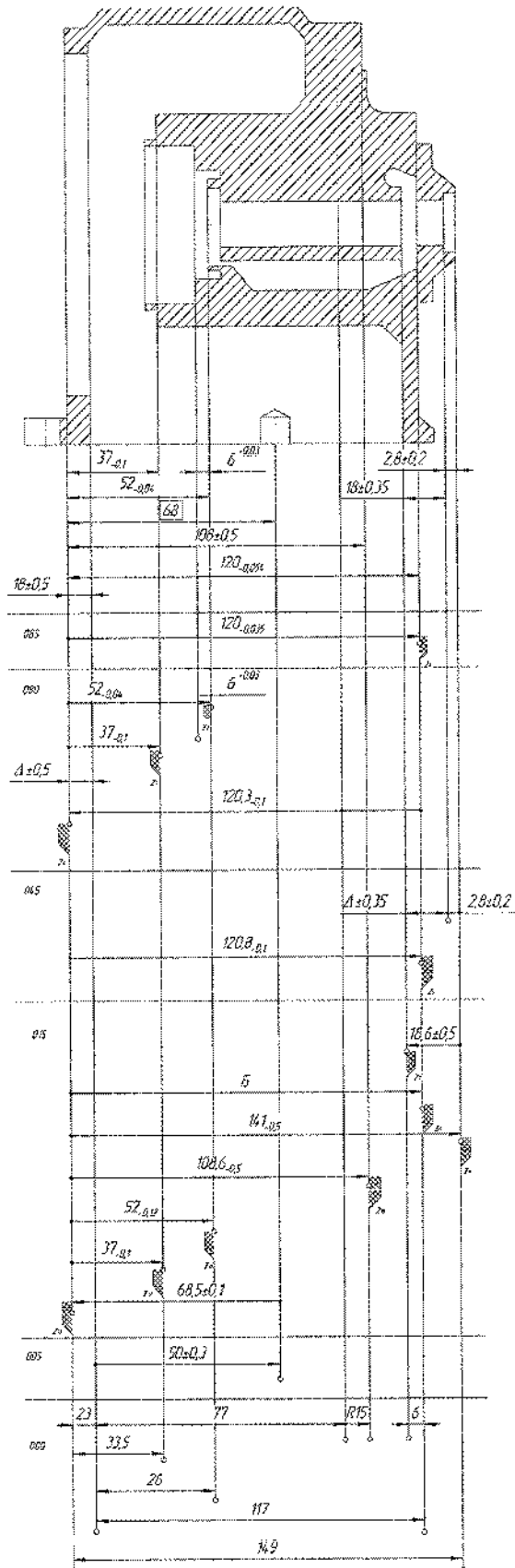


Рисунок 19 – Размерная схема действующего технологического процесса

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$Z_3 = 0,25 + \frac{0,1+0,1+0,1+0,1}{2} = 0,45$ мм (действующий припуск соответствует расчетному);

$$Z_4 = 0,055 + \frac{0,1+0,1}{2} = 0,155 \text{ мм (действующий припуск завышен);}$$

$Z_8 = 0,5 + \frac{0,6+0,2+0,5}{2} - 0,25 = 0,9$ мм (действующий припуск значительно завышен);

$$Z_9 = 0,5 + \frac{0,6+0,2+0,5}{2} - 0,25 = 0,9 \text{ мм (действующий припуск завышен);}$$

$Z_{10} = 0,5 + \frac{0,12+0,2+0,6}{2} + 0,06 = 1,02$ мм (действующий припуск значительно завышен);

$Z_{11} = 0,5 + \frac{0,1+0,2+0,6}{2} + 0,05 = 1$ мм (действующий припуск значительно завышен);

$$Z_{12} = 0,5 + \frac{0,6+0,2}{2} = 0,9 \text{ мм (действующий припуск значительно завышен).}$$

Определим значения замыкающих звеньев:

$$\Delta_1 = 23 - 4,5 \pm 0,4 - 120,8_{-0,1} + 120,3_{-0,1} = 18 \pm 0,5 \text{ мм;}$$

$$\Delta_2 = 18,6 \pm 0,5 - 2,8 \pm 0,2 = 15,8 \pm 0,7 \text{ мм.}$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.3 Разработка проектного технологического процесса

Целью проектного технологического процесса является уменьшение себестоимости детали. Для ее достижения решаются такие задачи как уменьшение расхода материала, сокращение количества выполняемых операций, уменьшение ручного труда.

2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса

В проектном маршруте подготовку базовой поверхности оставим неизменной, исключая сверление. Сверлильную и фрезерную обработку будем производить на многоосевом оборудовании, чтобы сократить количество операций. Также для этого на отделочной операции используем станок с тремя суппортами. Исключим между операциями слесарную обработку, т.к. обработка современными инструментами на новейших станках дают нам качественную поверхность, что позволяет пренебречь ручной обработкой. Слесарная операция будет перед контрольной, т.к. при этом необходимо не только зачистить деталь, но и калибровать резьбу и маркировать готовое изделие.

Маршрут проектного варианта:

- 000 Заготовительная (транспортировка заготовки);
- 005 Комплексная (подготовка базовой поверхности);
- 010 Комплексная (фрезерная обдирочная обработка, сверление);
- 015 Токарная (обработка поверхности, в которую будем запрессовывать втулку);
- 020 Запрессовка втулки в корпус;
- 025 Завальцовка (втулки и корпуса);
- 030 Комплексная (отделочная обработка внутренних поверхностей);
- 035 Токарная (отделочная обработка наружного диаметра);
- 040 Шлифовальная (шлифование внутреннего диаметра втулки);
- 045 Слесарная (зачистка заусенцев, калибровка резьбы, маркировка);
- 050 Испытание (испытание полостей на герметичность);
- 055 Моечная (мойка готовой детали после всех операций);
- 060 Контрольная (контроль готового изделия).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ				42

2.3.2 Выбор исходной заготовки

В действующем технологическом процессе заготовку получают литьем в кокиль. В проектном варианте мы воспользуемся тем же методом, т.к. он имеет ряд преимуществ. Кокильное литье алюминиевых сплавов наиболее выгодно, так как оно улучшает структуру отливок, что является эффективным методом борьбы с газовой и усадочной пористостью таких сплавов.

Литье в кокиль – процесс получения отливок посредством свободной заливки расплавленного металла в многократно используемые металлические формы (кокили). Это один из прогрессивных методов производства, предназначенный для получения отливок из чугуна, стали, алюминиевых, цинковых, медных и других сплавов. Формирование отливки происходит при интенсивном отводе теплоты от расплавленного металла, от затвердевающей и охлаждающейся отливки к массивному металлическому кокилю, что обеспечивает более высокие плотность металла и механические свойства. Высокая теплопроводность формы позволяет отливкам быстро застывать.

Достоинства метода:

1. Повышает производительность труда.
2. Снижение припусков на механическую обработку.
3. Высокая точность исполнения отливки.
4. Высокие механические свойства отливок.
5. Снижение себестоимости продукции.
6. Уменьшение количества брака.
7. Многократное применение форм.

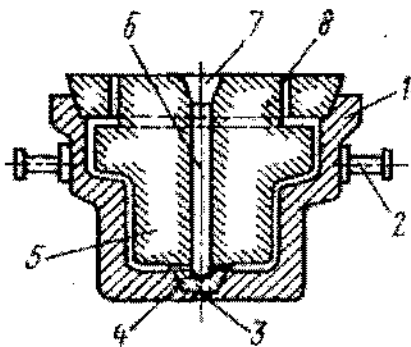
Стойкость форм при литье алюминия измеряется сотнями тысяч отливок.

Литье в кокиль применяют для изготовления отливок с толщиной стенки 3...100 миллиметров и массой от нескольких граммов до нескольких сотен килограммов. Недостатки метода: высокая стоимость кокилей; трудоемкость изготовления форм; плохая заполняемость формы при получении тонкостенных отливок с внутренними полостями.

Различают формы разъемные и неразъемные (рисунок 20).

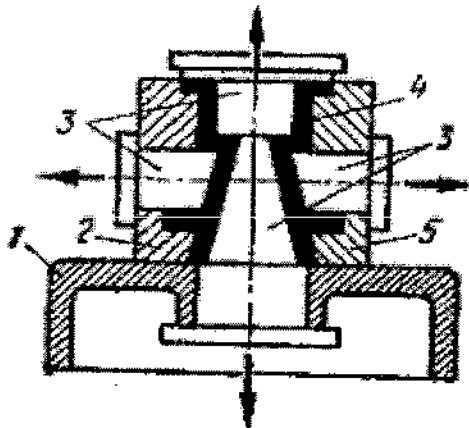
						151001.2016.253.00.00 ПЗ	43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

а) неразъемный кокиль



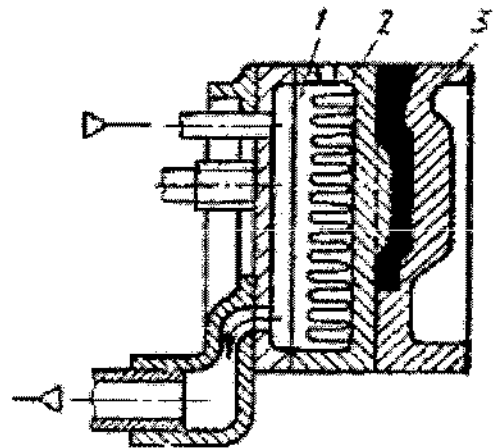
1 – корпус кокиля, 2 – цапфы для поворота кокиля при выбивке отливки, 3 – вентиляционные отверстия, 4 – стержневая вставка, 5 – стержень, 6 – стояк, 7 – литниковая воронка, 8 – выпоры.

б) разъемный со стержнями охлаждением



1 – плита основания кокиля
2 – левая полуформа
3 – металлические стержни
4 – отливка
5 – правая полуформа

в) разъемный с водяным охлаждением



1 – левая полость для воды
2 – левая полуформа
3 – правая полуформа

Рисунок 20 – Формы кокилей

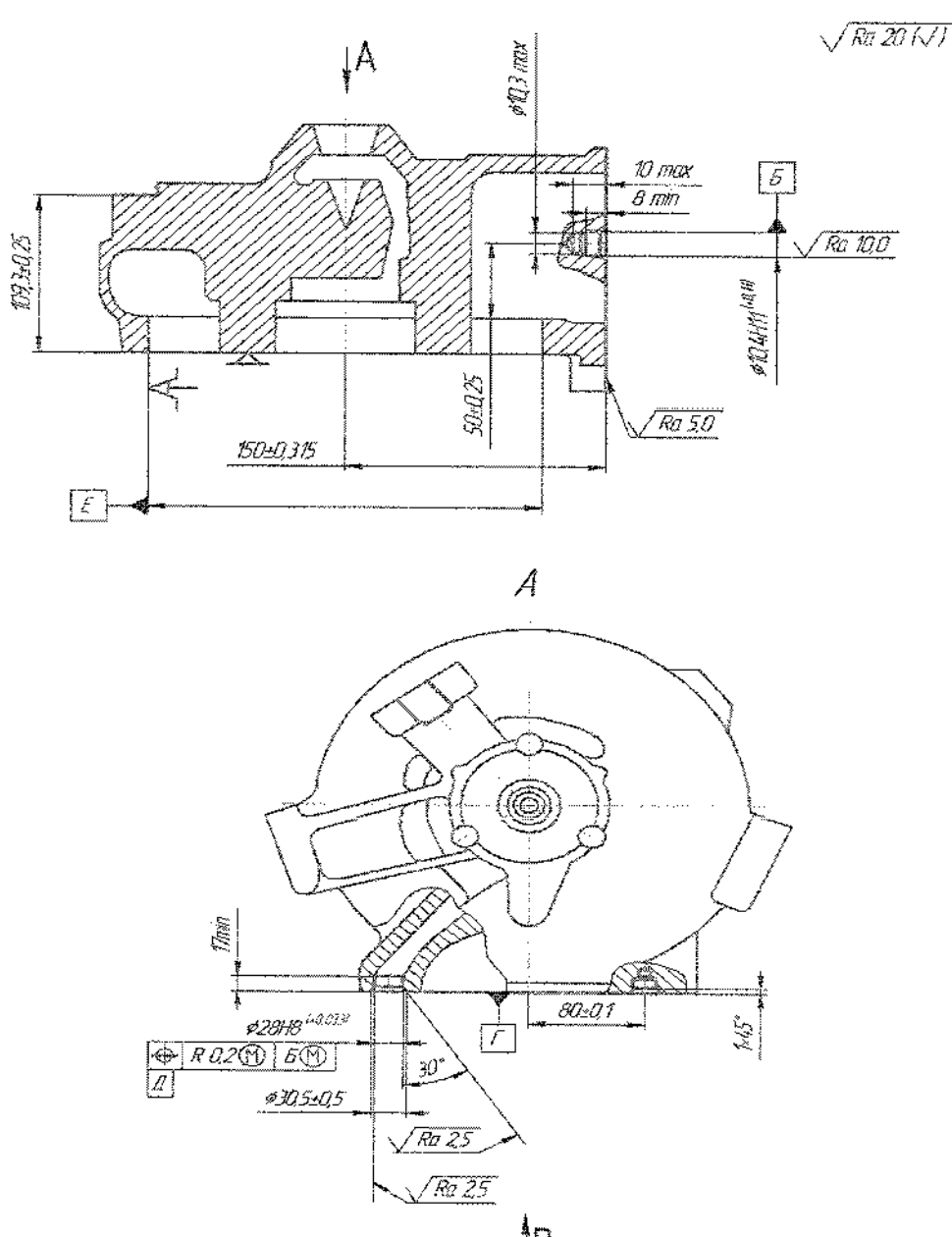
2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса

Представим последовательность операций в виде таблицы (таблица 7).

В большинстве случаев, обработка будет производиться с двумя переходами: фрезерование обдирочное и получистовое; сверление и зенкерование (развертывание); растачивание чистовое и отделочное.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ	44
------	------	----------	---------	------	--------------------------	----

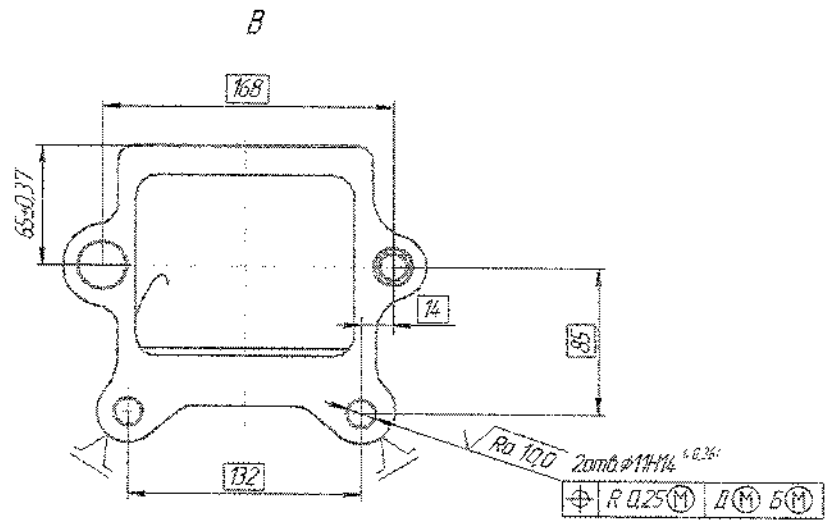
Таблица 7 – Технологический процесс изготовления корпуса

№ оп.	Наименование операции. Оборудование. Схема обработки.
000	Заготовительная. Заготовка–отливка. Литье в кокиль. Чертеж заготовки – приложение Б.
005	Комплексная с ЧПУ. Оборудование: ОЦ Таймас ZPS H500. 

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

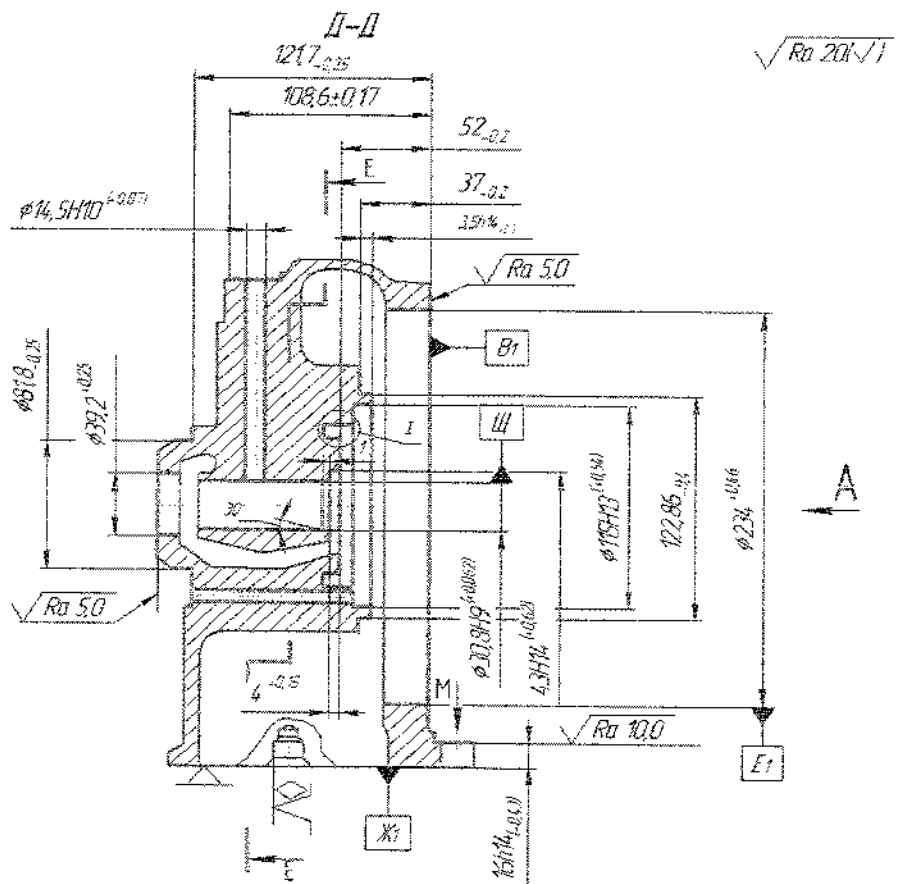
Лист

45



010

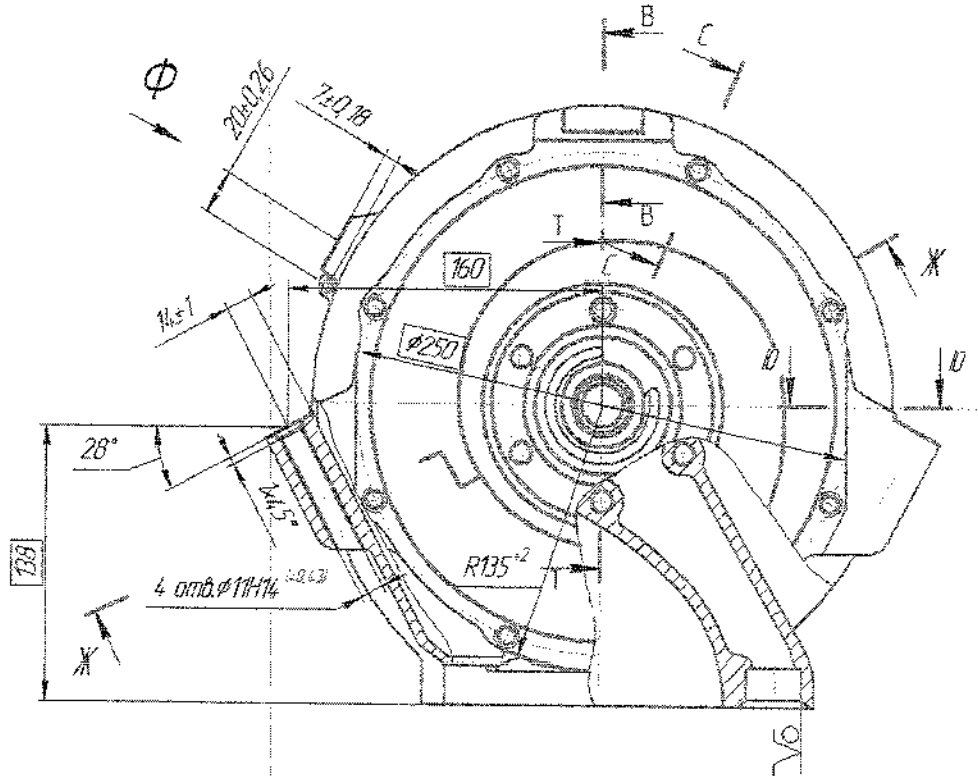
Комплексная с ЧПУ. Оборудование: ОЦ VCenter-AX-350.



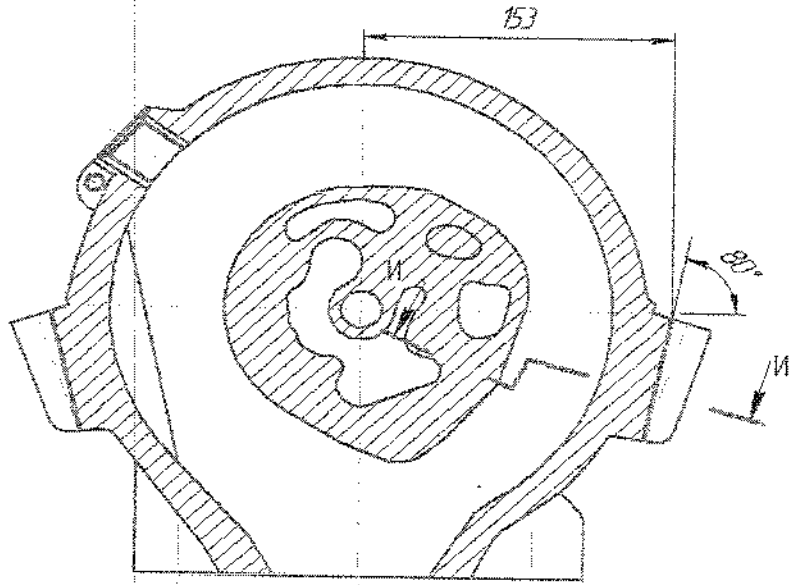
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист 46

Продолжение таблицы 7

Вид А

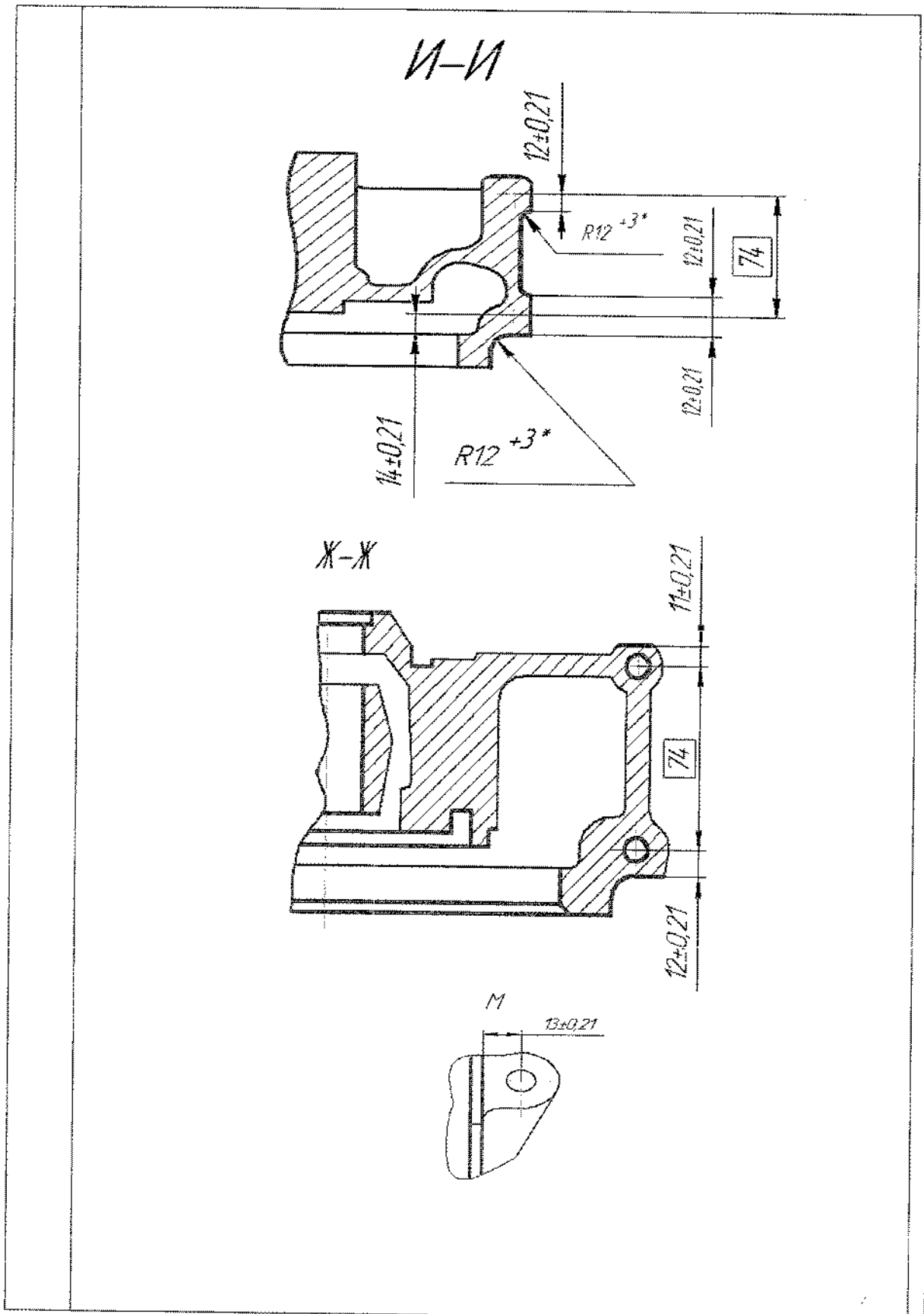


E-E



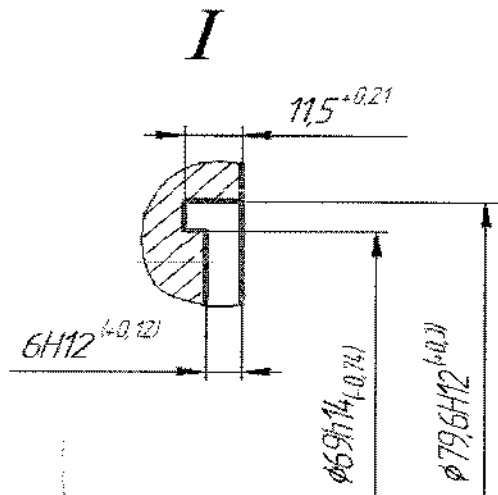
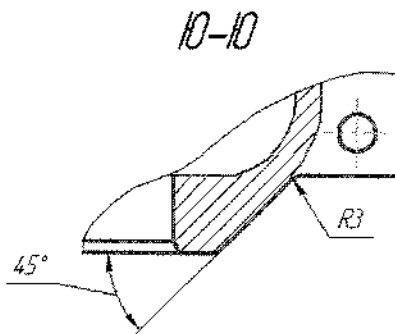
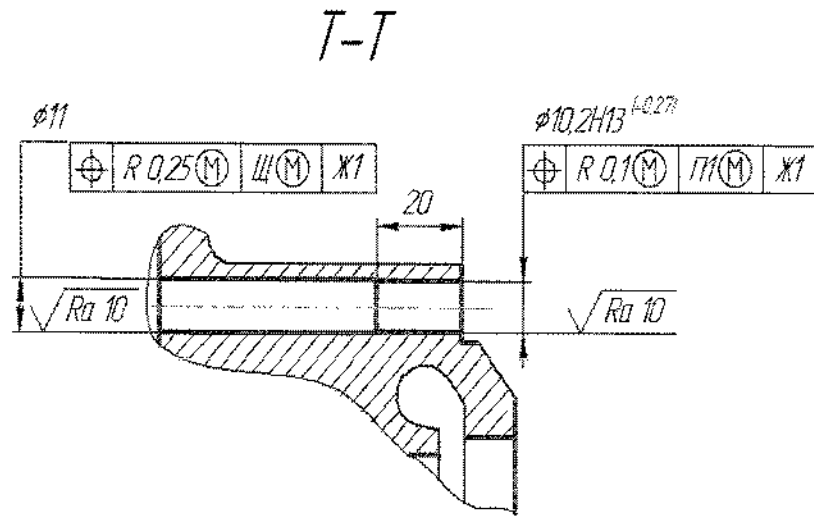
--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 7



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ



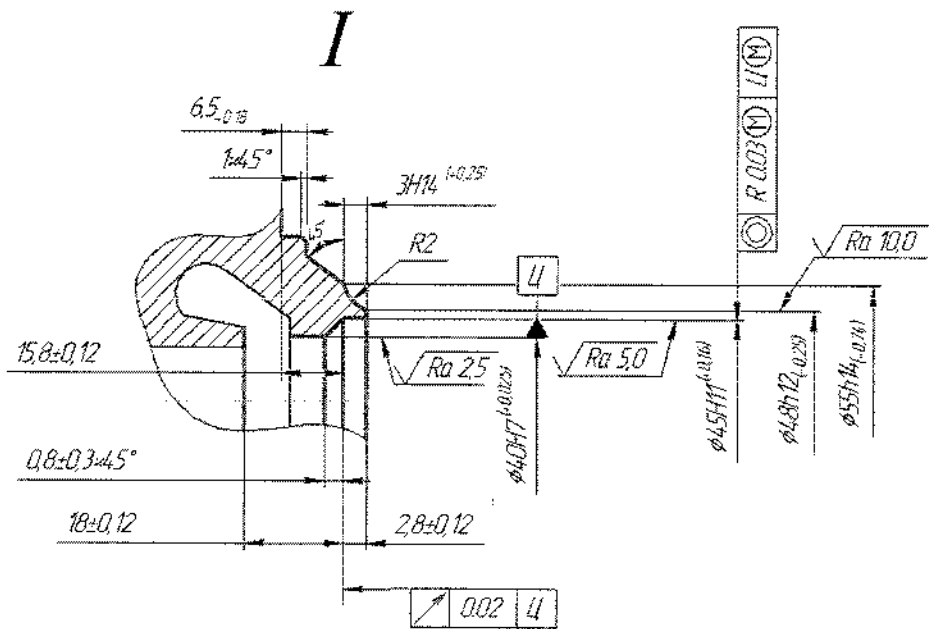
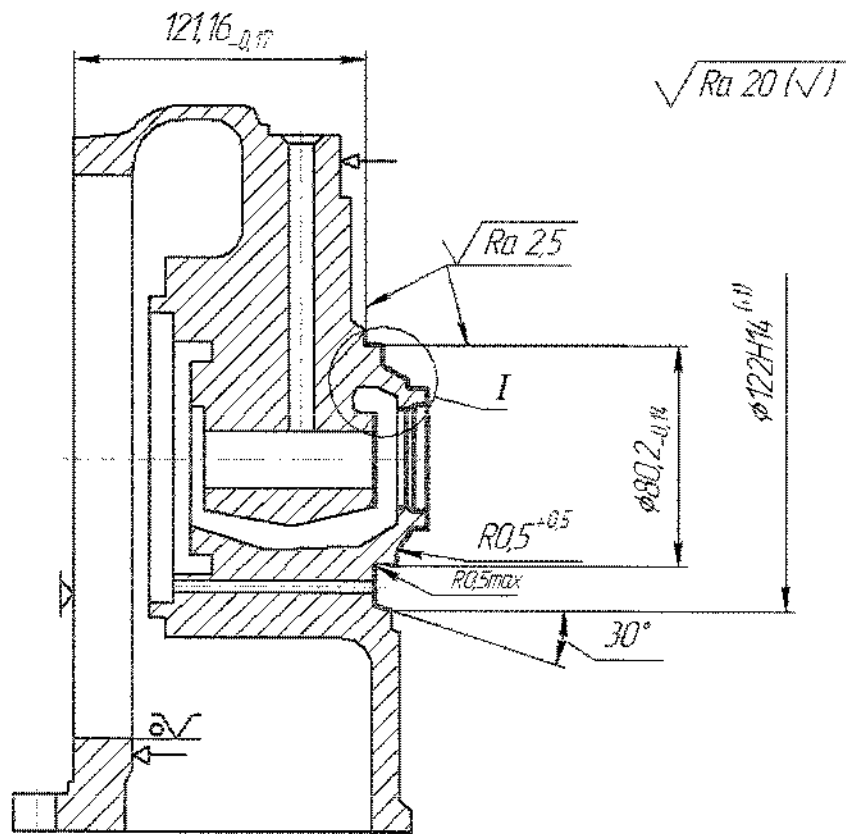
015

Токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный ГС 1750Ф3С1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

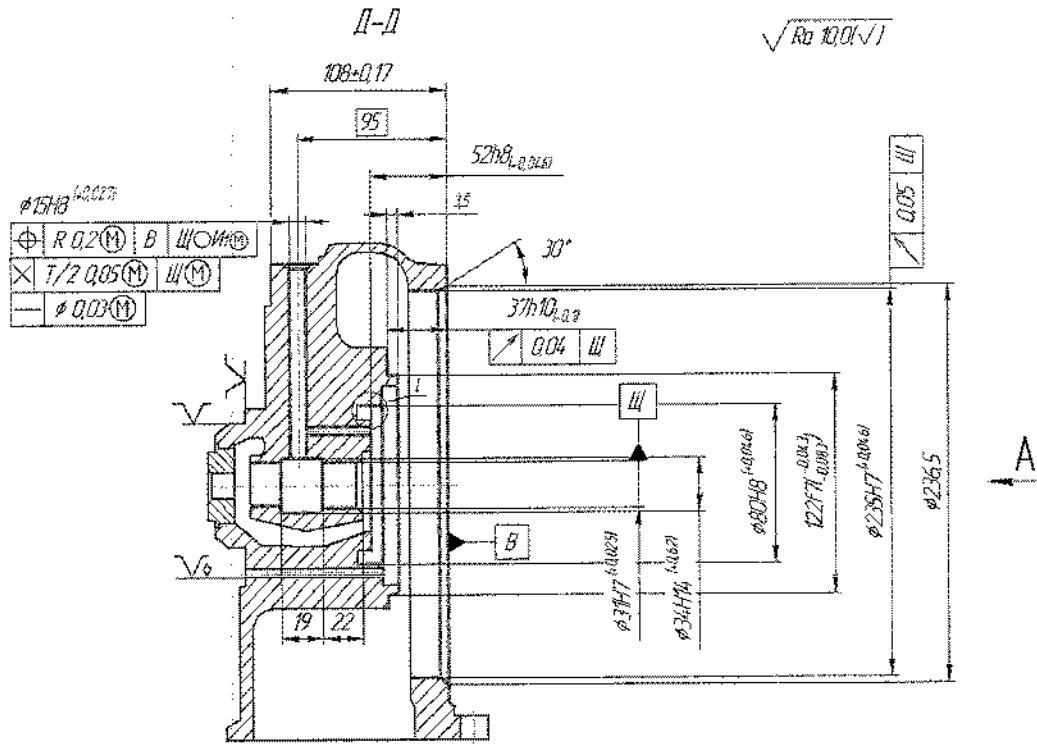
Продолжение таблицы 7



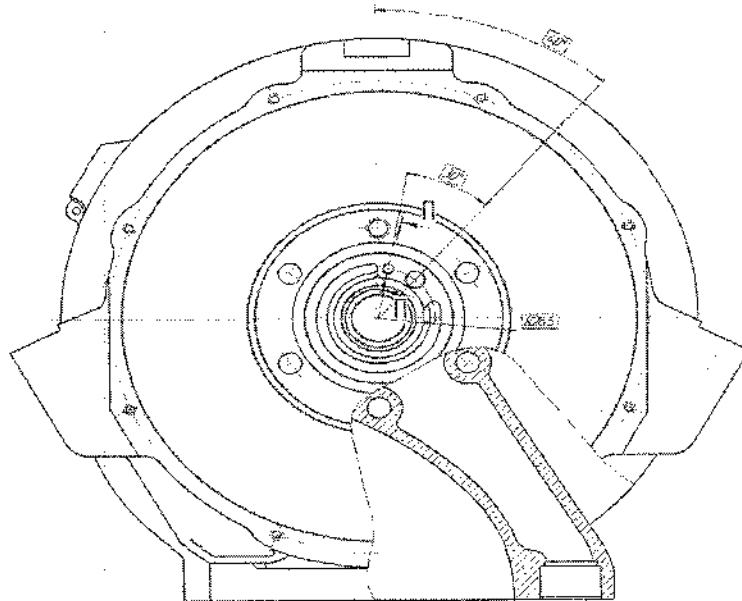
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ	52
------	------	----------	---------	------	--------------------------	----

Продолжение таблицы 7

- 020 Запрессовка втулки в корпус
- 025 Завальцовка втулки и корпуса
- 030 Комплексная



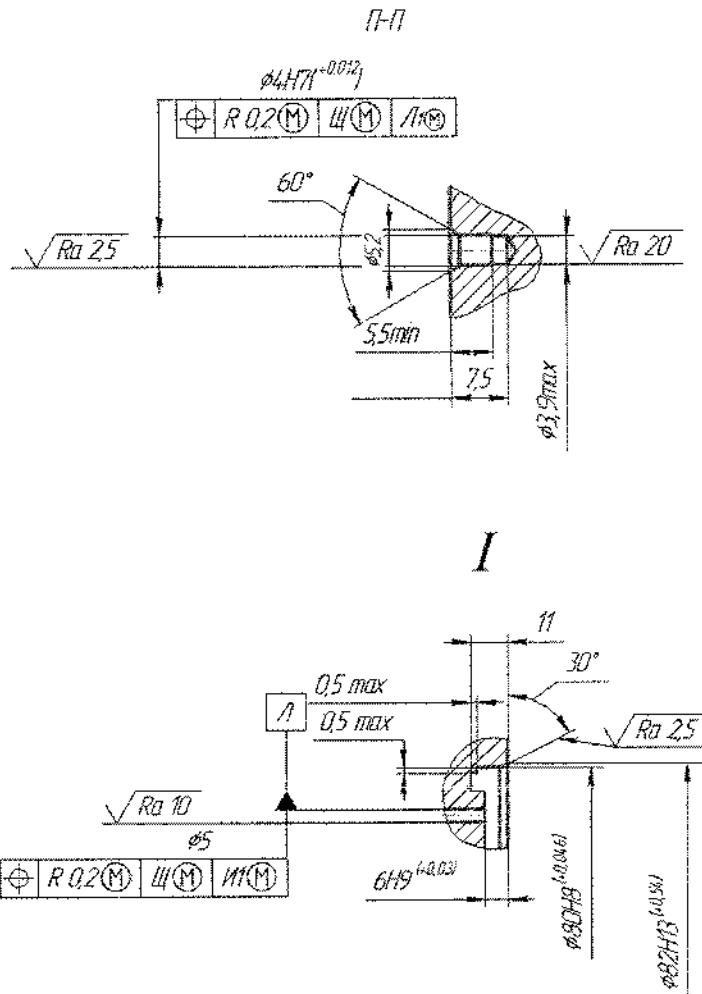
Вид А



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

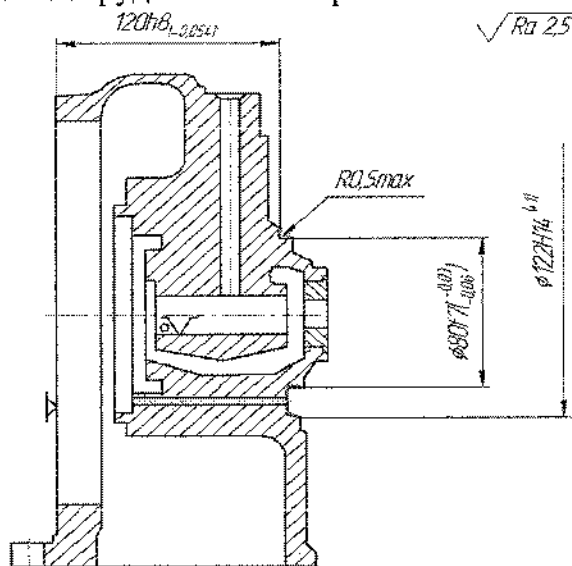
151001.2016.253.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 7



035

Токарная с ЧПУ. Оборудование: токарный ГС 1750Ф3С1.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 7

<p>040</p>	<p>Шлифовальная. Оборудование: внутришлифовальный станок с ЧПУ PARAGON Rig-150 CNC</p> <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra} 125$</p> 
<p>045</p>	<p>Слесарная. Оборудование: верстак. Зачистка заусенцев, калибровка резьбы, маркировка.</p>
<p>050</p>	<p>Испытание. Оборудование: ванна. Проверка детали на герметичность внутренних полостей.</p>
<p>055</p>	<p>Моечная. Оборудование: моечная машина АПУ500.</p>
<p>060</p>	<p>Контроль. Оборудование: стол контрольный.</p>

2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса

Для проведения размерного анализа проектного технологического процесса представлены схемы размерных цепей корпуса (рисунок 21,22). Расчетные размеры для удобства разделим (линейные размеры и диаметры).

Для определения необходимых значений припусков на обработку в проекте произведем расчет этих значений по приведенным ниже формулам.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ	55
------	------	----------	---------	------	--------------------------	----

$$Z = Z_{min} + \frac{W}{2} - \Delta w \quad [4],$$

где Z – номинальный припуск;

Z_{min} – минимальный припуск предшествующей операции;

W – поле рассеяния замыкающего звена (припуска);

Δw – координата середины поля рассеяния замыкающего звена (припуска).

$$Z_{min} = Rz + Df \quad [4],$$

где Rz – высота неровностей, образовавшихся на ранее выполненной операции или технологическом переходе;

Df – глубина дефектного слоя, образовавшаяся на предшествующей операции или переходе.

$$w = \sum Ti \quad [2],$$

где Ti – поле допуска i -звена.

$$\Delta w = \frac{(vo+no)^{yB} - (vo+no)^{yM}}{2} \quad [2],$$

где vo – верхнее отклонение звена;

no – нижнее отклонение звена.

Произведем расчет всех припусков по приведенным выше формулам, значения высоты неровностей Rz и глубины дефектного слоя Df определяем по таблицам [4]. Допуски на размеры заготовки – таблицы [4].

$$Z_{15} = 3 - B + 108 - 120$$

$$\Delta w = \frac{0+(-0,17)}{2} + \frac{0,17+(-0,17)}{2} - \frac{0,17+(-0,17)}{2} - \frac{0+(-0,054)}{2} = -0,058$$

$$Z = 0,055 + \frac{0,054+0,34+0,34+0,17}{2} + 0,058 = 0,57$$

$$Z_{15} = 0,57 \text{ мм.}$$

$$Z_{14} = 6 - Д + В - 108 + 52 - 6 = - Д + В - 108 + 52$$

$$\Delta w = -\frac{0+(-0,2)}{2} + \frac{0,17+(-0,17)}{2} - \frac{0,17+(-0,17)}{2} - \frac{0+(-0,05)}{2} = 0,075$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,2+0,34+0,34+0,05}{2} - 0,075 = 0,64$$

$$Z_{14} = 0,64 \text{ мм.}$$

$$Z_{13} = 52 - 108 + B - Д$$

$$\Delta W = -\frac{0+(-0,2)}{2} + \frac{0,17+(-0,17)}{2} - \frac{0,17+(-0,17)}{2} - \frac{0+(-0,05)}{2} = 0,075$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,2+0,34+0,34+0,05}{2} - 0,075 = 0,64$$

$$Z_{13} = 0,64 \text{ мм.}$$

$$Z_{12} = 3,5 - \Gamma + B - 108 + 37 - 3,5 = -\Gamma + B - 108 + 37$$

$$\Delta W = -\frac{0+(-0,2)}{2} + \frac{0,17+(-0,17)}{2} - \frac{0,17+(-0,17)}{2} + \frac{0+(-0,1)}{2} = 0,05$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,2+0,34+0,34+0,1}{2} - 0,05 = 0,69$$

$$Z_{12} = 0,69 \text{ мм.}$$

$$Z_{11} = 37 - 108 + B - \Gamma$$

$$\Delta W = -\frac{0+(-0,1)}{2} - \frac{0,17+(-0,17)}{2} + \frac{0,17+(-0,17)}{2} - \frac{0+(-0,2)}{2} = 0,05$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,1+0,34+0,34+0,2}{2} - 0,05 = 0,69$$

$$Z_{11} = 0,69 \text{ мм.}$$

$$Z_{10} = B - 108$$

$$\Delta W = \frac{0,17 + (-0,17)}{2} - \frac{0,17 + (-0,17)}{2} = 0$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,34 + 0,34}{2} = 0,59$$

$$Z_{10} = 0,59 \text{ мм.}$$

$$Z_9 = Ж + E - 3 - 15,8 - 2,8$$

$$\Delta W = \frac{0,2+(-0,2)}{2} + \frac{0+(-0,25)}{2} - \frac{0+(-0,17)}{2} - \frac{0,12+(-0,12)}{2} - \frac{0,12+(-0,12)}{2} = -0,04$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,4+0,25+0,17+0,24+0,24}{2} + 0,04 = 0,94$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_9 = 0,94 \text{ мм.}$$

$$Z_8 = E - 3$$

$$\Delta w = \frac{0 + (-0,25)}{2} - \frac{0 + (-0,17)}{2} = -0,04$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,25 + 0,17}{2} + 0,04 = 0,5$$

$$Z_8 = 0,5 \text{ мм.}$$

$$Z_7 = 3_5 - 18 + 15,8 + 3 - E - Ж$$

$$\Delta w = \frac{0,32 + (-0,32)}{2} - \frac{0,12 + (-0,12)}{2} + \frac{0,12 + (-0,12)}{2} + \frac{0 + (-0,17)}{2} - \frac{0 + (-0,25)}{2} - \frac{0,2 + (-0,2)}{2} = 0,04$$

$$Z = 0,5 + \frac{0,64 + 0,24 + 0,24 + 0,17 + 0,25 + 0,4}{2} - 0,04 = 1,43$$

$$Z_7 = 1,43 \text{ мм.}$$

$$Z_6 = 3_6 - A + B - E$$

$$\Delta w = \frac{0,5 + (-0,5)}{2} - \frac{0,25 + (-0,25)}{2} + \frac{0,17 + (-0,17)}{2} - \frac{0 + (-0,25)}{2} = 0,125$$

$$Z = 0,5 + \frac{1 + 0,5 + 0,34 + 0,25}{2} - 0,125 = 1,42$$

$$Z_6 = 1,42 \text{ мм.}$$

$$Z_5 = Д - B + A - 3_3$$

$$\Delta w = \frac{0 + (-0,2)}{2} - \frac{0,17 + (-0,17)}{2} + \frac{0,25 + (-0,25)}{2} - \frac{0,4 + (-0,4)}{2} = -0,1$$

$$Z = 0,5 + \frac{0,2 + 0,34 + 0,5 + 0,8}{2} + 0,1 = 1,52$$

$$Z_5 = 1,52 \text{ мм.}$$

$$Z_4 = \Gamma - B + A - 3_2$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$E = 121,16 + 0,5 = 121,66 \text{ мм};$$

$$Ж = 0,94 + 2,8 + 15,8 + 121,16 - 121,66 = 19 \text{ мм};$$

$$Б = 68 - 18 = 50 \text{ мм}.$$

Размеры заготовки:

$$З_1 = A - 108 + 68 - Б = 109,26 - 108 + 68 - 50 = 19,26;$$

$$З_2 = 33,5;$$

$$З_3 = 111;$$

$$З_4 = 136;$$

$$З_6 = 51.$$

Рассчитаем припуски на обработку диаметров (рисунок 22).

$$Z_{13} = E - 40$$

$$\Delta w = \frac{0 + (-0,07)}{2} - \frac{0,15 + (-0,03)}{2} = -0,0125$$

$$Z = 0,055 + \frac{0,015 + 0,07}{2} + 0,0125 = 0,11$$

$$Z_{13} = 0,11 \text{ мм}.$$

$$Z_{12} = 117,5 - A$$

$$\Delta w = \frac{0,023 + 0}{2} - \frac{0,23 + 0}{2} = -0,1035$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,023 + 0,23}{2} + 0,1035 = 0,48$$

$$Z_{12} = 0,48 \text{ мм}.$$

$$Z_{11} = Б - 61$$

$$\Delta w = \frac{0 + (-0,2)}{2} - \frac{0,0215 + (-0,0415)}{2} = -0,0685$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,02 + 0,2}{2} + 0,0685 = 0,43$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

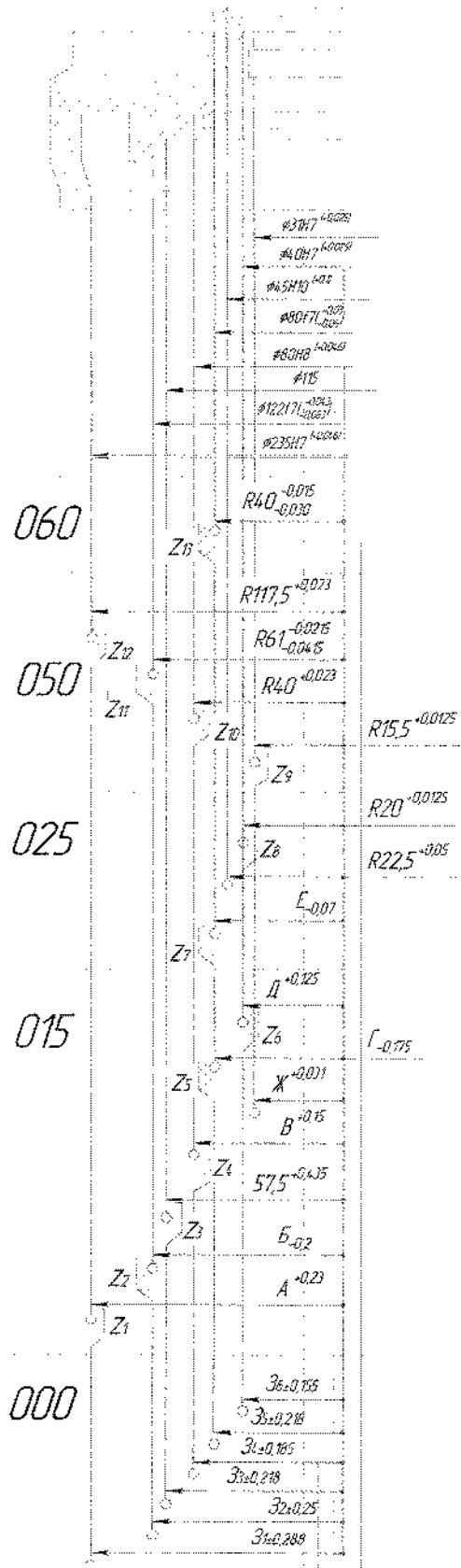


Рисунок 22 – Размерная схема диаметров корпуса

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ				62

$$Z_{11} = 0,43 \text{ мм.}$$

$$Z_{10} = 40 - B$$

$$\Delta w = \frac{0,023+0}{2} - \frac{0,15+0}{2} = -0,0635$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,023 + 0,15}{2} + 0,0635 = 0,4$$

$$Z_{10} = 0,4 \text{ мм.}$$

$$Z_9 = 15,5 - Ж$$

$$\Delta w = \frac{0,0125+0}{2} - \frac{0,031+0}{2} = -0,00925$$

$$Z = 0,045 + \frac{0,0125 + 0,031}{2} + 0,00925 = 0,08$$

$$Z_9 = 0,08 \text{ мм.}$$

$$Z_8 = 20 - Д$$

$$\Delta w = \frac{0,0125 + 0}{2} - \frac{0,125 + 0}{2} = -0,05625$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,0125 + 0,125}{2} + 0,056 = 0,37$$

$$Z_8 = 0,37 \text{ мм.}$$

$$Z_7 = \Gamma - E$$

$$\Delta w = \frac{0 + (-0,175)}{2} - \frac{0 + (-0,07)}{2} = -0,0525$$

$$Z = 0,25 + \frac{0,07 + 0,175}{2} + 0,0525 = 0,43$$

$$Z_7 = 0,43 \text{ мм.}$$

$$Z_6 = Д - 3_6$$

$$\Delta w = \frac{0,125 + 0}{2} - \frac{0,155 + (-0,155)}{2} = 0,0625$$

$$Z = 0,5 + \frac{0,125 + 0,31}{2} - 0,0625 = 0,66$$

$$Z_6 = 0,66 \text{ мм.}$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_5 = 3_5 - \Gamma$$

$$\Delta w = \frac{0,218 + (-0,218)}{2} - \frac{0 + (-0,175)}{2} = 0,0875$$

$$Z = 0,5 + \frac{0,175 + 0,436}{2} - 0,0875 = 0,72$$

$$Z_5 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$Z_4 = B - 3_4$$

$$\Delta w = \frac{0,15 + 0}{2} - \frac{0,185 + (-0,185)}{2} = 0,075$$

$$Z = 0,5 + \frac{0,15 + 0,37}{2} - 0,075 = 0,69$$

$$Z_4 = 0,69 \text{ мм.}$$

$$Z_3 = 57,5 - 3_3$$

$$\Delta w = \frac{0,435 + 0}{2} - \frac{0,218 + (-0,218)}{2} = 0,2175$$

$$Z = 0,5 + \frac{0,435 + 0,436}{2} - 0,2175 = 0,72$$

$$Z_3 = 0,72 \text{ мм.}$$

$$Z_2 = 3_2 - B$$

$$\Delta w = \frac{0,25 + (-0,25)}{2} - \frac{0 + (-0,2)}{2} = 0,1$$

$$Z = 0,5 + \frac{0,2 + 0,5}{2} - 0,1 = 0,75$$

$$Z_2 = 0,75 \text{ мм.}$$

$$Z_1 = A - 3_1$$

$$\Delta w = \frac{0,23 + 0}{2} - \frac{0,288 + (-0,288)}{2} = 0,115$$

$$Z = 0,5 + \frac{0,23 + 0,575}{2} - 0,115 = 0,79$$

$$Z_1 = 0,79 \text{ мм.}$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим неизвестные звенья цепи.

$$З = 57,5 - 0,52 = 57 \text{ мм};$$

$$Ж = 15,5 - 0,08 = 15,4 \text{ мм};$$

$$Е = 40 + 0,11 = 40,1 \text{ мм};$$

$$Д = 20 - 0,37 = 19,6 \text{ мм};$$

$$Г = 40,11 + 0,43 = 40,54 \text{ мм};$$

$$В = 40 - 0,4 = 39,6 \text{ мм};$$

$$Б = 61 + 0,43 = 61,43 \text{ мм};$$

$$А = 117,5 - 0,48 = 117 \text{ мм}.$$

Размеры для заготовки:

$$З_1 = А - Z_1 = 117 - 0,79 = 116,21;$$

$$З_2 = В + Z_2 = 61,43 + 0,75 = 62,18;$$

$$З_3 = 57,5 - Z_3 = 57,5 - 0,72 = 56,78;$$

$$З_4 = В - Z_4 = 39,6 - 0,69 = 38,91;$$

$$З_5 = Г + Z_5 = 40,54 + 0,72 = 41,26;$$

$$З_6 = Д - Z_6 = 19,6 - 0,66 = 18,94.$$

Результаты необходимо удвоить и округлить, чтобы получить заготовительные размеры:

$$З_1 = \text{Ø } 232 \text{ мм};$$

$$З_2 = \text{Ø } 130 \text{ мм};$$

$$З_3 = \text{Ø } 113 \text{ мм};$$

$$З_4 = \text{Ø } 77 \text{ мм};$$

$$З_5 = \text{Ø } 83 \text{ мм};$$

$$З_6 = \text{Ø } 37 \text{ мм}.$$

									151001.2016.253.00.00 ПЗ	65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени

Режимы резания и нормы времени для каждой операции определяем табличным методом. Для некоторых операций время оставим неизменным: запрессовка, завальцовка, слесарная, испытание, моечная, контрольная.

Расчет режимов резания ведется в следующей последовательности [3]: глубина резания t ; подача S ; скорость резания V ; число оборотов n ; основное время t_0 ; штучное время $t_{шт}$ (для операции). Для определения глубины резания используем значения припусков, рассчитанных в пункте 2.3.4.

Исходные данные:

- заготовка – отливка;
- материал обрабатываемой детали – алюминий (100 НВ);
- масса детали 4,7 кг.

Комплексная 005 (рисунок 23).

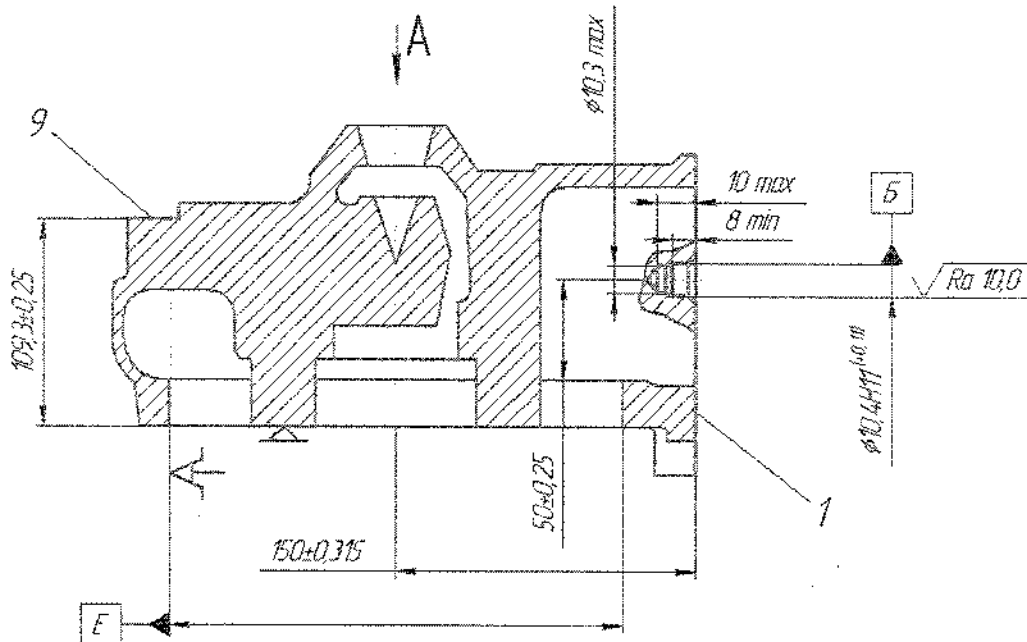


Рисунок 23 – Поверхности, подлежащие обработке на операции 005

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					66

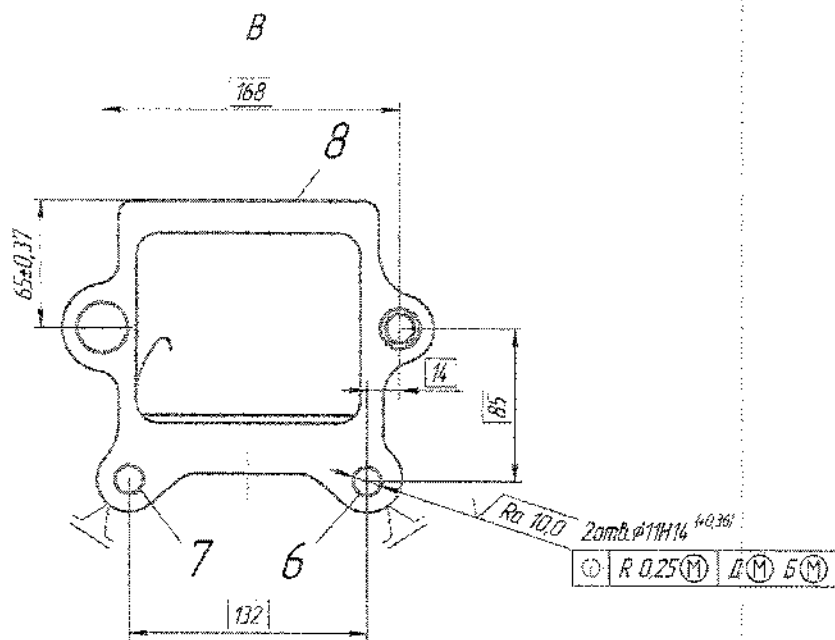
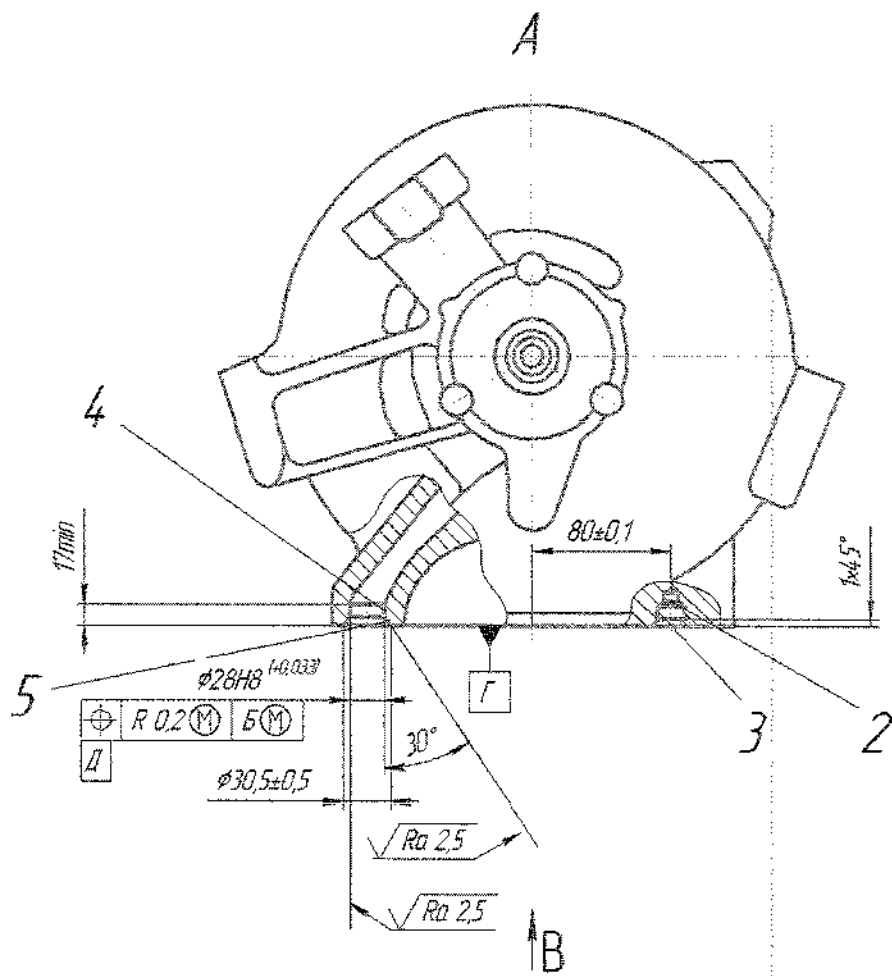


Рисунок 23 (продолжение)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Поверхность 1 (обработка за два прохода инструмента).

$$t = 2,7 \text{ мм.}$$

Для черновой обработки:

$$t = 1,6 \text{ мм;}$$

$$S = 0,46 \text{ мм/об;}$$

$$V = 200 \text{ м/мин;}$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 1,2 \text{ мин.}$$

Для получистовой обработки:

$$t = 1,1 \text{ мм;}$$

$$S = 0,98 \text{ мм/об;}$$

$$V = 160 \text{ м/мин;}$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,7 \text{ мин.}$$

Поверхность 2.

$$t = 4,72 \text{ мм;}$$

$$S = 0,31 \text{ мм/об;}$$

$$V = 104 \text{ м/мин;}$$

$$n = 3500 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,02 \text{ мин.}$$

Поверхность 3.

$$t = 0,48 \text{ мм;}$$

$$S = 0,7 \text{ мм/об;}$$

$$V = 21 \text{ м/мин;}$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n = 630 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,06 \text{ мин.}$$

Поверхность 4 (обработка за три прохода инструмента).

Для черновой обработки:

$$t = 1,5 \text{ мм};$$

$$S = 0,54 \text{ мм/об};$$

$$V = 79 \text{ м/мин};$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,07 \text{ мин.}$$

Для получистовой обработки:

$$t = 0,8 \text{ мм};$$

$$S = 0,55 \text{ мм/об};$$

$$V = 26 \text{ м/мин};$$

$$n = 250 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,15 \text{ мин.}$$

Для чистовой обработки:

$$t = 0,28 \text{ мм};$$

$$S = 0,72 \text{ мм/об};$$

$$V = 22 \text{ м/мин};$$

$$n = 250 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,16 \text{ мин.}$$

Поверхность 5.

$$t = 1,25 \text{ мм};$$

$$S = 0,26 \text{ мм/об};$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V = 48 \text{ м/мин};$$

$$n = 500 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,07 \text{ мин.}$$

Поверхность 6,7.

$$t = 5,5 \text{ мм};$$

$$S = 0,38 \text{ мм/об};$$

$$V = 104 \text{ м/мин};$$

$$n = 3000 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,02 \text{ мин.}$$

Поверхность 8.

$$t = 1,68 \text{ мм};$$

$$S_z = 0,09 \text{ мм/зуб};$$

$$V = 31 \text{ м/мин};$$

$$n = 1250 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 1,07 \text{ мин.}$$

Поверхность 9.

$$t = 1,25 \text{ мм};$$

$$S_z = 0,02 \text{ мм/зуб};$$

$$V = 151 \text{ м/мин};$$

$$n = 4000 \text{ мин}^{-1};$$

$$T_0 = 0,46 \text{ мин.}$$

Определим основное время для всей операции:

$$T_0 = 1,2 + 0,7 + 0,02 + 0,06 + 0,07 + 0,15 + 0,16 + 0,07 + 0,02 + 1,07 + 0,46 = \\ = 3,98 \text{ мин.}$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Штучное время на операцию определяется следующим образом:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обс} + T_{отд},$$

где T_0 – основное время – время, потраченное непосредственно на изменение формы и состояния поверхности заготовки;

$T_{всп}$ – вспомогательное время – время, расходуемое на установку и снятие заготовки, смену инструмента, управление станком;

$T_{обс}$ – время на обслуживание – время, затрачиваемое на организацию рабочего места;

$T_{отд}$ – время перерывов и отдыха.

При определении вспомогательного времени учитываем время на установку и снятие заготовки (по общемашиностроительным нормативам, в зависимости от способа установки заготовки), время смены инструмента (указано в паспорте станка).

$$T_{всп} = 0,54 \text{ мин.}$$

$$T_0 + T_{всп} = T_{оп},$$

где $T_{оп}$ – оперативное время.

$$T_{оп} = 3,98 + 0,54 = 4,52 \text{ мин.}$$

$$T_{обс} \approx 6\% T_{оп}$$

$$T_{отд} \approx 4\% T_{оп}$$

$$T_{обс} = 0,28 \text{ мин.}$$

$$T_{отд} = 0,19 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 5 \text{ мин.}$$

Аналогично, определяем режимы резания и нормы времени для остальных операций [3].

Комплексная 010.

$$T_0 = 9,6 \text{ мин.}$$

$$T_{всп} = 0,6 \text{ мин.}$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T_{оп} = 10,2$ мин.

$T_{обс} = 0,6$ мин.

$T_{отд} = 0,4$ мин.

$T_{шт} = 11,2$ мин.

Токарная 015.

$T_0 = 3,9$ мин.

$T_{всп} = 0,2$ мин.

$T_{оп} = 4,1$ мин.

$T_{обс} = 0,25$ мин.

$T_{отд} = 0,16$ мин.

$T_{шт} = 4,48$ мин.

Запрессовывание 020.

$T_{шт} = 2,37$ мин.

Токарная (завальцовка) 025.

$T_{шт} = 1,97$ мин.

Комплексная 030.

$T_0 = 4,59$ мин.

$T_{всп} = 1,28$ мин.

$T_{оп} = 5,87$ мин.

$T_{обс} = 0,35$ мин;

$T_{отд} = 0,23$ мин.

$T_{шт} = 6,45$ мин.

Токарная 035

$T_0 = 1,8$ мин.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T_{всп} = 0,4$ мин.

$T_{оп} = 2,2$ мин.

$T_{обс} = 0,13$ мин;

$T_{отд} = 0,1$ мин.

$T_{шт} = 2,44$ мин.

Шлифовальная 040

$T_0 = 0,4$ мин.

$T_{всп} = 3,4$ мин.

$T_{оп} = 3,8$ мин.

$T_{обс} = 0,24$ мин;

$T_{отд} = 0,16$ мин.

$T_{шт} = 4,15$ мин.

Слесарная 045

$T_{шт} = 18$ мин.

Испытание 050.

$T_{шт} = 9,2$ мин.

Моечная 055.

$T_{шт} = 0,5$ мин.

Контроль 060

$T_{шт} = 10,53$ мин.

Находим штучное время на изготовление всей детали:

$$T_{шт} = 5 + 11,2 + 4,48 + 2,37 + 1,97 + 6,45 + 2,44 + 4,15 + 18 + 9,2 + 0,5 + 10,53 \\ = 107,8 \text{ мин.}$$

В технологических картах также указывается подготовительно-заключительное время $T_{пз}$, которое определяют по нормативам.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.3.6 Расчет необходимого количества оборудования

При определении необходимого количества оборудования для механических участков при укрупненном проектировании учитывается трудоемкость годового выпуска изделия, действительный фонд времени работы станка при работе в одну смену и режим работы цеха. Определяется по формуле:

$$S = \frac{T_{И}}{F_{д} \cdot m \cdot \eta_{з}}, \text{ шт}$$

где $T_{И}$ – трудоемкость годового выпуска изделия;

$F_{д}$ – действительный фонд времени работы одного станка в одну смену;

m – число смен в сутки (1 смена);

η – коэффициент загрузки оборудования (0,85).

$$S = \frac{1257,9}{1728,72 \cdot 1 \cdot 0,85} = 0,86$$

Принимаем целое число: $S = 1$.

2.4 Описание планировки участка

Проектируемый участок механической обработки состоит из обрабатывающего центра с ЧПУ Tajmac ZPS H500, обрабатывающего центра с ЧПУ Vcenter AX800, токарного станка с ЧПУ ГС1750Ф3С1 (2 шт), печи, слесарного верстака (2 шт), токарно-винторезного станка 1М63, обрабатывающего центра с ЧПУ Index G300, шлифовального станка с ЧПУ PARAGON Rig-150 CNC, ванны для испытания, моечной машины АПУ 500 и стола технического контроля.

Размещение оборудования на плане участка начинается с выбора сетки колонн. Выбираем размеры сетки колонн и высоту затяжки ферм для здания с подвесным подъемно-транспортным оборудованием:

- ширина пролета 18 м;
- длина пролета 32 м;
- шаг колонн 6 м;
- высота затяжки ферм 9,6 м.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для образующейся стружки, чистой и грязной ветоши на участке установлена специальная тара.

Для локализации возможных пожаров и предотвращения на участке предусмотрены следующие средства пожаротушения:

- огнетушитель водно-пенный ОХП-8;
- огнетушитель углекислотный ОУ-80;
- пожарный кран;
- пожарный щит и ящик с песком.

Для перемещения заготовки от станка к станку используются ручные тележки, т.к. вес изделия позволяет вручную устанавливать и снимать заготовку.

На планировке цеха предусматриваются места подвода электропитания и сжатого воздуха к оборудованию.

Для транспортировки тяжелых грузов и установки приспособлений и оборудования на участке предусмотрен кран.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ	75

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование режущего инструмента

Необходимо спроектировать режущий инструмент для отделочной операции.

Исходные данные:

- обрабатываемая поверхность – внутренний диаметр, размер $\varnothing 30,84$ Н9;
- чистота поверхности Ra 2,5;
- обрабатываемый материал – алюминий.

Определим параметры инструмента:

- тип инструмента – головка расточная сборная;
- количество пластин – одна (поскольку обработка чистовая);
- крепление пластины – механическое (винт).

Длина обрабатываемой поверхности:

$$L = 18 + 110 - 6 - 52 - 4 = 66 \text{ мм.}$$

Вылет державки должен быть минимальным: примем длину всего инструмента $L = 150$ мм, т.к. длина хвостовика $l = 75$ мм (определяется инструментальной оснасткой).

Диаметр растачивания – $\varnothing 31$ Н7. Сечение державки должно быть максимальным. Примем диаметр корпуса, с учетом вылета пластины, $D = 26$ мм.

Определим параметры режущей части:

- форма пластины – ромб [3];
- радиус закругления $r = 0,2$, т.к. обработка чистовая [3].

В качестве опорной поверхности используем промежуточную пластину.

Остальные параметры выполняются конструктивно и в зависимости от типа станка и инструментальной оснастки.

Режимы резания берем из пункта 2.3.5.

$$t = 0,08 \text{ мм;}$$

$$S = 0,03 \text{ мм/об;}$$

$$V = 390 \text{ м/мин;}$$

$$n = 4000 \text{ мин}^{-1}.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ	76

3.2 Проектирование станочного приспособления

Необходимо спроектировать станочное приспособление для комплексной операции на ОЦ с ЧПУ Index G300. Размеры корпуса позволяют произвести установку приспособления на станок только с помощью планшайбы. Основные элементы приспособления используем с действующего. Изменим систему зажима заготовки. Установим пневмоцилиндры для автоматической фиксации заготовки и максимального уменьшения ручного труда. Для этого нам необходимо определить количество цилиндров и рассчитать их диаметры. Чтобы заготовка точно садилась в базовое отверстие и была надежно закреплена установим три пневмоцилиндра. Для определения диаметра цилиндра необходимо рассчитать усилие W , которое позволяет обеспечить надежное закрепление заготовки в приспособлении. Для определения усилия нужно рассмотреть все действующие на заготовку силы.

При разработке расчетной схемы принимают некоторые допущения: не берут во внимание некоторые установочные элементы (пальцы); считается, что действие сил на заготовку имеют точечный характер; из трех сил резания (P_x, P_y, P_z) в расчет берется наибольшая сила P_z . При составлении расчетного уравнения вводится коэффициент надежности закрепления, который учитывает все принятые допущения.

$$W = \frac{k \cdot M_{кр}}{f_w \cdot l_w + f_N \cdot l_N}$$

$$W = \frac{2,25 \cdot 41860}{0,1 \cdot 81 + 0,1 \cdot 80} = 5919 \text{ Н.}$$

$$Q = \frac{W}{i \cdot \eta}$$

где i – передаточное отношение рычажного механизма;

η – коэффициент полезного действия зажимного устройства.

Расчётная формула имеет вид:

$$Q = 0,785 \cdot q_{ж}(D^2 - d^2) \text{ и } (D^2 - d^2),$$

где d – диаметр штока;

D – диаметр цилиндра.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$q_{ж} = 5,0$ МПа;

$\eta = 0,95$.

$$i = \frac{1+1}{1} = 2$$

Вычисляем значение тягового усилия гидроцилиндра:

$$Q = 5919/2 \cdot 0,95 = 3589 \text{ Н.}$$

Рассчитаем значение диаметра гидроцилиндра при $d = 0$:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot q_{ж}}} = \sqrt{\frac{3589}{0,785 \cdot 5}} = 48,7 \text{ мм.}$$

Устанавливаем, что стандартный диаметр гидроцилиндра $D = 50$ мм. Такой диаметр гидроцилиндра допустим в проектируемой конструкции приспособления.

3.3 Проектирование контрольного приспособления

Спроектируем и рассчитаем приспособление для контроля биения поверхностей, указанных на чертеже детали (приложение А). Чтобы охватить все требуемые поверхности установим деталь на оправку внутренним диаметром ($\text{Ø}31\text{H}7$). Для возможности контроля наибольшего количества деталей оправку сделаем конической. Устанавливаться оправка будет в центра, один из которых будет вращаться. Основные параметры оправки возьмем из ГОСТ 16211-70 «Оправки конические». Рассчитаем диаметры конуса оправки (ГОСТ 16211-70):

$$d_1 = d - \text{НО (по Js7)};$$

$$d_2 = d + \text{ВО (по H7)}.$$

$$d_1 = 31 - (-0,012) = 31,012 \text{ мм};$$

$$d_2 = 31 + 0,025 = 31,025 \text{ мм.}$$

Уменьшение диаметра оправки на длине 100 мм – 0,04 мм [7]. Материал для оправки – сталь 20Х по ГОСТ 4543-71. Твердость HRC 56...62. Габаритные размеры определяем конструктивно (приложение 3).

						151001.2016.253.00.00 ПЗ	78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Разработка технологического процесса изготовления любого изделия предполагает снижение затрат и экономически выгодный результат при расчетах показателей. Произведем расчет технологических затрат при изготовлении представленного корпуса.

Исходные данные для расчетов:

- материал детали АЛ9МБ;
- масса детали 4,7 кг;
- годовая программа выпуска 600 шт;
- режим работы односменный (8-часовой).

Данные по операциям в таблице 8.

Таблица 8 - Исходные данные по операциям

№ операции	Наименование операции	T _{шт.} , мин	Разряд рабочего
005	Комплексная с ЧПУ	5	VI
010	Комплексная с ЧПУ	11,2	VI
015	Токарная с ЧПУ	4,48	VI
020	Запрессовка	2,37	IV
025	Токарная	1,97	IV
030	Комплексная	6,45	VI
035	Токарная с ЧПУ	2,44	VI
040	Шлифовальная	4,15	VI
045	Слесарная	18	IV
050	Испытание	9,2	IV
055	Моечная	0,5	IV
060	Контрольная	10,53	IV

Технологическая себестоимость изготовления детали равна:

$$C_T = C_M + C_{O_3} + C_3 + C_a + C_{Tr} + C_{И}$$

где C_M – затраты на основной материал (заготовку), $C_M = 1701,38$ руб;

C_{O_3} – основная заработная плата рабочих - станочников;

C_3 – затраты на электроэнергию;

C_a – амортизация оборудования;

C_{Tr} – затраты на текущие ремонты и обслуживание оборудования;

$C_{И}$ – затраты на инструмент и приспособления.

						151001.2016.253.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			79

Расчет затрат на заработную плату основных рабочих

Нормы штучного времени берем из пункта 2.3.5. Остальные (транспортировка, испытание, мойка, контроль) оставляем в неизменном виде.

Таблица 9 - Годовой фонд заработной платы основных рабочих

Номер операции	Штучное время, мин	Разряд работы	Часовая тарифная ставка, руб.	Годовой фонд прямой заработной платы, руб. гр. 2 /60 · гр. 4 x 600	Премияльные доплаты, руб., в % от (гр. 9 · 0,40)	Доплата по поясному коэффициенту, руб. (гр. 9 + гр. 10) · 1,15	Годовой фонд основной заработной платы, руб. (гр. 9 + гр. 10 + гр. 11)
1	2	3	4	9	10	11	12
005	5	6	56,95	2838	1135,2	4569,2	8542,4
010	11,2	6	56,95	6390	2556	10287,9	19233,9
015	4,48	6	56,95	2563	1025,2	4126,4	7714,6
020	2,37	4	37,05	877,8	351,1	1413,2	2642,1
025	1,97	4	37,05	733,8	293,5	1181,4	2208,7
030	6,45	6	56,95	2460	984	3960,6	7404,6
035	2,44	6	56,95	1401	560,4	2255,6	4217
040	4,15	6	56,95	2358	943,2	3796,4	7097,6
045	18	4	37,05	6669	2667,6	10737	20073,6
050	9,2	4	37,05	3401	1360,4	5475,6	10237
055	0,5	4	37,05	185,4	74,2	298,5	558,1
060	10,53	4	37,05	3900	1560	6279	11739
Итого: 101668,6							

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151001.2016.253.00.00

Лист

80

Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования включают в себя затраты на электроэнергию, текущий ремонт и обслуживание.

При расчетах затрат на электроэнергию необходимо учитывать затраты на силовую электроэнергию металлорежущих станков. Суммарная установленная мощность электродвигателей оборудования определяем по паспортным данным станков.

Данные для расчета сведены в таблицу 10.

Таблица 10 - Затраты на электроэнергию

№ опер.	Модель станка	Мощность э/двигателя кВт	Коэффициент использования мощности электродвигателя, 0,8-0,9	Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб.	Машинное время на операцию, мин.	КПД электродвигателя, 0,92-0,94	Затраты на электроэнергию, руб. (гр.3,4, 5, 6, 7)
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Tajmac	20	0,85	0,65	5	0,92	50,83
010	Vcenter	18,5	0,9	0,65	11,2	0,92	111,52
015	ГС1750Ф3С1	17	0,85	0,65	4,48	0,92	38,71
025	1M63	13	0,8	0,65	1,97	0,92	12,25
030	IndexG300	19	0,9	0,65	6,45	0,92	65,96
035	ГС1750Ф3С1	17	0,85	0,65	2,44	0,92	21,08
040	Paragon 150CNC	3,5	0,8	0,65	4,15	0,92	6,95
055	АПУ500	1	0,8	0,65	0,5	0,92	0,24
Итого: 307,54							

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151001.2016.253.00.00

Лист

81

Итого: Электроэнергия силовая:

- на одну деталь 307,54 руб.;
- на годовой выпуск 184524 руб.

Затраты на текущие, капитальные ремонты и обслуживание оборудования примем в размере 7 % от их первоначальной стоимости.

$C_{тр} \approx 1500000$ руб.

Это показатель на всю программу.

Содержание и эксплуатацию оборудования принимают 100 – 300 %.

Затраты на режущий инструмент

Затраты на режущий инструмент включают в себя расходы на приобретение инструмента и переточку.

Кроме самого инструмента подразумевают инструментальную оснастку.

Таблица 11 - Расходы на эксплуатацию режущего инструмента

Наименование инструмента и его размер	Цена за штуку, руб.	Расход на 1000 шт.	Расход на год, шт.	Затраты на год, руб. (гр. 2 · гр.4)
1	2	3	4	5
Фреза торцевая	370	10	6	2220
Сверло спиральное	75	20	12	900
Развертка	100	15	9	900
Сверло спиральное	77	20	12	924
Развертка	100	15	9	900
Развертка специальная	80	15	9	720
Сверло спиральное	70	20	12	840
Фреза концевая	140	20	12	1680

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00

Лист

82

Продолжение таблицы 11

Фреза концевая	180	20	12	2160
Фреза торцевая	350	10	6	2100
Фреза концевая	150	20	12	1800
Фреза фасочная	170	5	3	510
Фреза концевая	150	20	12	1800
Сверло спиральное	70	20	12	840
Зенкер	65	20	12	780
Развертка	105	20	12	1260
Фреза концевая	170	20	12	2040
Сверло спиральное	70	20	12	840
Фреза концевая	170	20	12	2040
Сверло спиральное	70	20	12	840
Сверло спиральное	70	20	12	840
Сверло спиральное	80	20	12	960
Оправка расточная	80	20	12	960
Державка для точения	90	5	3	270
Державка для точения	90	5	3	270
Оправка расточная	80	20	12	960
Головка специальная	150	20	12	1800
Оправка расточная	80	20	12	960
Оправка канавочная	100	5	3	300
Сверло спиральное	75	20	12	900
Развертка	120	20	12	1440
Сверло спиральное	90	20	12	1080
Развертка	100	20	12	1200
Итого:				38034
Затраты на переточку (25–30% от стоимости инструмента)				9509
Расходы по эксплуатации режущего инструмента на годовой выпуск:				47543
Расходы по эксплуатации режущего инструмента на одно изделие:				79,24

Сведем все данные на деталь в таблицу калькуляции себестоимости (таблица 12).

Таблица 12 - Калькуляция себестоимости детали

№ п.п.	Наименование статьи	Затраты		
		на деталь		на программу, тыс. руб.
		руб.	к итогу, %	
1	2	3	4	5
1	Основные материалы	1701,38	61,96	1020828
2	Транспортно-заготовительные расходы	34,96	1,27	20976
3	Возвратные отходы (вычитаются)	325,06	11,84	195036
4	Топливо и энергия на технологические цели	368,21	13,41	220926
5	Итого: прямых материальных затрат	1779,5	—	1067694
6	Основная заработная плата производственных рабочих	169,45	6,17	101670
7	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	25,42	0,93	15252
8	Отчисления на социальные нужды	50,67	1,85	30402
9	Итого: технологическая себестоимость	2025,04	—	1215024
10	Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования и инструмент	386,78	14,09	232068
11	Общеховые расходы	118,6	4,32	71160
12	Итого: цеховая себестоимость	2530,42	—	1518252
13	Общезаводские расходы	84,73	3,09	50838
14	Расходы будущих периодов	50,61	1,84	30366
15	Итого: производственная себестоимость	2665,76	—	1599456
16	Внепроизводственные расходы	79,97	2,91	47982
17	Итого: полная (коммерческая) себестоимость	2745,73	100	1647438
18	Полная себестоимость за вычетом прямых материальных затрат	966,23	—	579738

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151001.2016.253.00.00

Лист

84

Таблица 13 - Переменные и условно-постоянные издержки

№	Статья расходов	На одну деталь, руб.	На годовой выпуск, руб.
Переменные расходы			
1	Основные материалы за вычетом отходов	1376,32	825792
2	Основная, дополнительная заработная плата и отчисления на социальные нужды рабочих-станочников	245,54	147324
3	Электроэнергия силовая	307,54	184524
4	Расходы по эксплуатации режущего инструмента	79,24	47544
5	Транспортно-заготовительные расходы	34,96	20976
Итого		2043,6	1226160
Условно-постоянные расходы			
1	Ремонт и обслуживание оборудования	169,45	101670
2	Основная, дополнительная заработная плата и отчисления на социальные нужды вспомогательных рабочих	122,77	73662
4	Расходы по подготовке работы (операции)	52,48	31488
5	Расходы по технологической оснастке	61,52	36912
6	Расходы по наладке оборудования, инструктажу	117,55	70530
7	Общезаводские расходы	84,73	50838
8	Расходы будущих периодов	50,61	30366
9	Внепроизводственные расходы	79,97	47982
Итого		739,08	443448
Всего		2782,68	1669608

Цена изделия определяется:

$$Ц = 1,5 C_i = 1,5 \cdot 2782,68 = 4174,02 \text{ руб.}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151001.2016.253.00.00

Лист

85

Таблица 14 - Калькуляция себестоимости детали действующего процесса

№ п. п.	Наименование статьи	Затраты		
		на деталь		на прог- рамму, тыс. руб.
		руб.	к итогу, %	
1	2	3	4	5
1	Основные материалы	1701,38	10,47	1020828
2	Транспортно-заготовительные расходы	34,96	0,22	20976
3	Возвратные отходы (вычитаются)	325,06	2	195036
4	Топливо и энергия на технологические цели	305,29	1,88	183174
5	Итого: прямых материальных затрат	1716,57	—	1029942
6	Основная заработная плата производственных рабочих	2446,71	15,06	1468026
7	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	328,1	2,02	196860
8	Отчисления на социальные нужды	721,45	4,44	432870
9	Итого: технологическая себестоимость	5212,83	—	3127698
10	Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования и инструмент	7340,13	45,18	4404078
11	Общехозяйственные расходы	1712,7	10,54	102761820
12	Итого: цеховая себестоимость	14265,66	—	8559396
13	Общезаводские расходы	1223,4	7,5	734013
14	Расходы будущих периодов	285,32	1,76	171192
15	Итого: производственная себестоимость	15774,38	—	9464628
16	Внепроизводственные расходы	473,23	2,9	283938
17	Итого: полная (коммерческая) себестоимость	16247,61	100	9748566
18	Полная себестоимость за вычетом прямых материальных затрат	14531	—	8718624

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

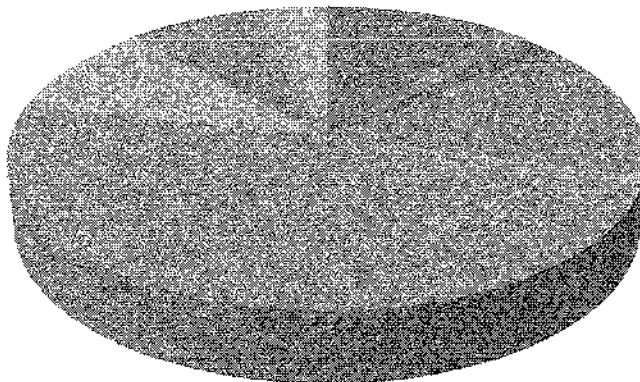
151001.2016.253.00.00

Лист

86

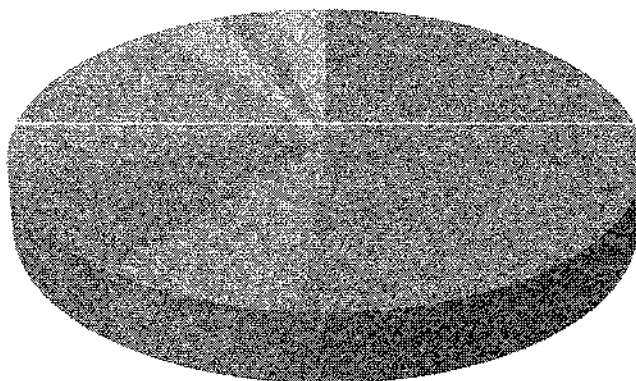
По результатам таблиц, приведенным выше, построим диаграммы себестоимости детали действующего и проектного технологического процесса (рисунок 25).

Калькуляция себестоимости детали действующего технологического процесса



- Основные материалы
- Транспортно-заготовительные расходы
- Возвратные отходы
- Топливо и энергия
- Основная з/плата
- Доп. з/плата
- Соцнужды
- Содержание оборудования и инструмента
- Общецеховые расходы
- Общезаводские расходы

Калькуляция себестоимости детали проектного технологического процесса



- Основные материалы
- Транспортно-заготовительные расходы
- Возвратные отходы
- Топливо и энергия
- Основная з/пл рабочих
- Дополнительная з/пл рабочих
- Соцнужды

Рисунок 25 - Диаграммы себестоимости

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.253.00.00

Лист

87

Анализ безубыточности проекта

Точка безубыточного объёма производства рассчитывается по данным таблиц и формулам, учитывающим зависимость объёмов реализации V_p и общих полных издержек C от объёмов выпуска и реализации в натуральном выражении A_r .

$$V_p = Ц \cdot A_r,$$

$$V_p = 4174,02 \cdot 600 = 2504412 \text{ руб.}$$

$$C = a \cdot A_r + B,$$

$$C = 2043,6 \cdot 600 + 443448 = 1669608 \text{ руб.}$$

где $Ц$ – цена изделия, руб./шт.;

C – себестоимость выпуска, руб./год;

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

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

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

Таблица 15 - Анализ безубыточности

Показатель	Сумма	
	на деталь, руб.	на программу, тыс.руб.
Цена	4174,02	2504412
Переменные издержки	2043,6	1226160
Валовая маржа (вклад)	9357,41	9357410
Постоянные издержки	739,08	443448
Прибыль	1391,34	834804

$$\Pi_i = Ц - a - b = 4174,02 - 2043,6 - 739,08 = 1391,34 \text{ руб.}$$

$$\Pi = V_p - A - B = 2504412 - 1226160 - 443448 = 834804 \text{ руб.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151001.2016.253.00.00

Лист

88

$$b + \Pi_i = 2859,01 + 6498,4 = 9357,41 \text{ руб.}$$

$$B + \Pi = 2859010 + 6498400 = 9357410 \text{ тыс. руб.}$$

Критический объем производства в натуральном выражении:

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

$$A_{min} = \frac{443448}{4174,02 - 2043,6} = 208 \text{ шт./год}$$

Иллюстрацией полученного решения служит график безубыточности (рисунок 26).

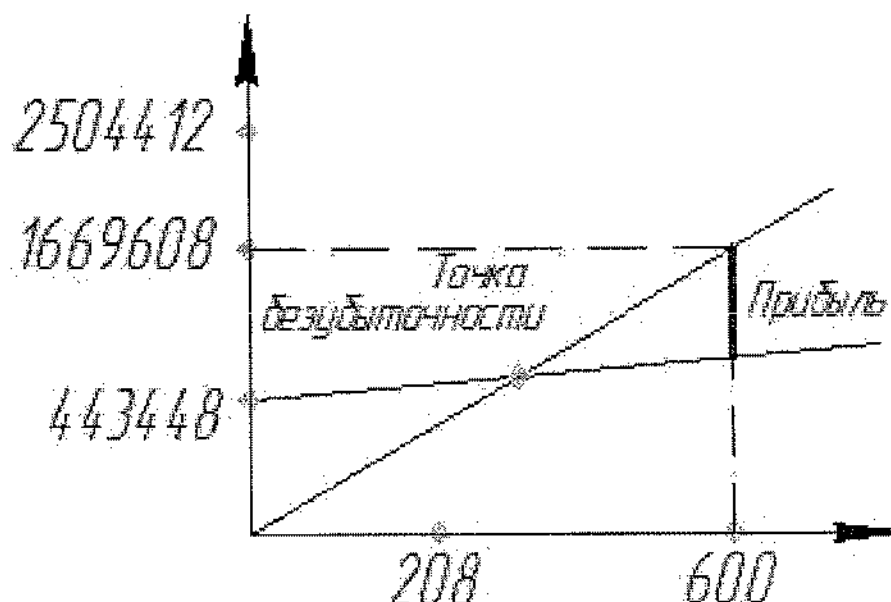


Рисунок 26 – График безубыточности

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

$$\delta = \frac{A_r - A_{min}}{A_r} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{600 - 208}{600} \cdot 100\% = 65,3\%$$

Запас прочности показывает, что на 65,3 % можно снизить объём производства и реализации продукции без угрозы финансового положения предприятия.

					151001.2016.253.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Определение величины капитальных вложений. В общем случае капитальные вложения (инвестиции) в организацию работ ($K_{\text{сум}}$) по выпуску новой продукции определяются по формуле:

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}},$$

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:

$$K_{\text{пр}} = (0,5 - 0,9) C_{\text{пол}} A_{\text{г}}$$

$$K_{\text{пр}} = 0,7 \cdot 2782,68 \cdot 600 = 1168725,6 \text{ руб.}$$

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.

$$K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} = 2 \cdot 1168725,6 = 2337451,2 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{сум}} = 1168725,6 + 2337451,2 = 3506176,8 \text{ руб.}$$

Расчётная (чистая) прибыль $\Pi_{\text{р}}$ определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{р}} = \Pi_{\text{б}} \cdot k_{\text{н.п}},$$

где $\Pi_{\text{б}}$ – балансовая (общая) прибыль; $k_{\text{н.п}}$ – коэффициент, учитывающий налог на прибыль, $k_{\text{н.п}} = 0,95$.

Балансовая (общая) прибыль от реализации продукции определяется как разность отпускной цены изделия ($\Pi_{\text{отп}}$) и плановой её полной себестоимости ($C_{\text{пол}}$) с учётом годовой программы выпуска, по формуле:

$$\Pi_{\text{б}} = (\Pi_{\text{отп}} - C_{\text{пол}}) \cdot A_{\text{г}}$$

$$\Pi_{\text{р}} = (4174,02 - 2782,68) \cdot 600 \cdot 0,95 = 793063,8 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{сум}}}{\Pi_{\text{р}} + \Phi_{\text{амор}}},$$

					151001.2016.253.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

$$T_{\text{ок}} = \frac{3506176,8}{793063,8 + 1387000} = 1,6 \text{ года}$$

Срок окупаемости изделия 1 год 7 месяцев.

					151001.2016.253.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Исходные данные:

- заготовка – отливка;
- материал заготовки – алюминий;
- масса заготовки 5,6 кг, масса готовой детали 4,7 кг.

В представленном технологическом процессе применяется следующее оборудование:

- ОЦ с ЧПУ Tajmac ZPS H500;
- ОЦ с ЧПУ Vcenter AX-800;
- Токарный с ЧПУ GC 1750Ф3С1;
- Токарно-винторезный 1М63;
- ОЦ с ЧПУ Index G300;
- Внутришлифовальный с ЧПУ PARAGON Rig-150 CNC;
- Моечная АПУ 500.

Применяемое оборудование соответствует всем требованиям безопасности ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

Размещение оборудования на плане цеха начинается с выбора сетки колонн. Принимаем ширину пролета $B=18$ м и шаг колонн $B=6$ м.

Общая высота здания цеха H определяется по расстоянию от пола до головки кранового рельса H_1 и расстоянию от вершины головки подкранового рельса до нижней точки строительной затяжки K .

Определим площадь помещения:

$$S = A \cdot B$$

$$S = 32 \cdot 18 = 576 \text{ м}^2$$

Назначим норму минимальной освещенности в помещении:

$$E_n = 300 \text{ лк} \quad (\text{СНиП 23-05-95})$$

Определяем тип ламп: для высоты помещения $H = 9,6$ м удовлетворяет лампа ДРЛ – 400. Технические характеристики: мощность $W = 400$ Вт, световой поток $\Phi = 23000$ лм.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Выберем тип светильника РСП 05-400 (сокращенное обозначение – светильник с одной лампой ДРЛ мощностью 400 Вт, подвесной для промышленных предприятий, серия 05);

По ширине помещения ($B = 18\text{м}$) принимаем схему размещения светильников: 7 рядов светильников по три лампы в ряд, расположенных по длине участка. Общее число светильников $N = 21$ штука;

Зададим высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью:

$$H_p = H - H_1 - H_2,$$

где H – высота помещения от потолка до пола;

H_1 – расстояние от светильника до потолка $H_1 = 0,7\text{м}$;

H_2 – высота рабочей поверхности от пола $H_2 = 0,8\text{м}$.

$$H_p = 9,6 - 0,7 - 0,8 = 8,1 \text{ м.}$$

Определим индекс помещения:

$$i = S / (H_p \cdot (A+B)) = 576 / (8,1 \cdot (32+18)) = 2$$

Определим величину светового потока для одной лампы:

$$\Phi = (100 \cdot E_n \cdot S \cdot Z \cdot K) / (N \cdot n \cdot \eta),$$

где Φ – световой поток одной лампы, лм;

E_n – нормируемая минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

Z – коэффициент минимальной освещенности, $Z = 1,15$;

K – коэффициент запаса, $K=1,5$;

N – число светильников в помещении;

n – число ламп в светильнике;

η – коэффициент использования светового потока лампы, $\eta = 65\%$.

$$\Phi = (100 \cdot 300 \cdot 576 \cdot 1,15 \cdot 1,5) / (21 \cdot 1 \cdot 65) = 21837 \text{ лм.}$$

Допустимое отклонение расчетного значения светового потока от табличного в интервале от -10 до $+20\%$.

Проверим условие:

$$\Delta = (\Phi_{\text{таб}} - \Phi) / \Phi_{\text{таб}} \cdot 100\% = (23000 - 21837) / 23000 \cdot 100\% = 5,05\%.$$

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Условие выполняется.

После выбора высоты здания и сетки колонн необходимо на плане цеха разместить технологическое оборудование. Технологическое оборудование размещаем по цепочке, а именно в порядке выполнения технологических операций. Технологическое оборудование на плане цеха скоординировано относительно колонн, а именно: все станки привязаны к колоннам. Это необходимо для точного определения положения станков относительно колонн, когда оборудование поступает в разные сроки.

При расстановке станков расстояния между станками в продольном и поперечном направлении, расстояние от станков до колонн принято нормативным. Это сделано для удобства выполнения работ на станках, безопасности рабочих и передвижения людей и транспортных средств с грузом. В начале участка механической обработки предусмотрена площадка для временного хранения заготовок и готовых деталей. На каждом рабочем месте предусмотрены межоперационные склады для размещения заготовок и обработанных деталей. Установка и снятие заготовки на операции производится кран – балкой.

Образующаяся стружка собирается в специальную тару (контейнер) и безрельсовым транспортным средством поставляется в пункт переработки стружки. На участке предусмотрены места подвода и отвода применяемых средств (электроэнергия и гидростанция). Обслуживание станков осуществляет рабочий персонал. Транспортирование деталей между операциями производится с помощью электропогрузчика и мостового крана.

Обработка детали корпус производится последовательно на станках. Заготовки на склад привозит мостовой кран грузоподъемностью 5 тонн, затем при помощи ручных тележек заготовки развозятся к станкам и размещаются на межоперационном складе накопителей заготовок. Рабочий вручную устанавливает заготовку на станке и производит ее обработку. После обработки рабочий снимает обработанную заготовку и размещает на межоперационном складе накопителей готовых деталей.

										151001.2016.253.00.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							94

Готовые детали поступают на слесарный участок, для удаления заусенцев и острых кромок. После слесарной операции деталь попадает в моечную машину и после сушки на контроль.

В зависимости от суммарной станкоёмкости обработки определяется требуемое количество производственных рабочих-станочников и в процентном отношении к нему количество слесарей механического отделения. В поточно-массовом и поточно-серийном производстве число производственных рабочих определяется по количеству рабочих мест (станков), выполняющих определенную операцию, с учетом возможности многостаночного обслуживания. Для единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства применяется два способа определения численности производственных рабочих: по общей трудоемкости или по числу принятых станков.

Анализ спроектированного варианта техпроцесса на наличие потенциально опасных и вредных факторов

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

Установка заготовки на станок осуществляется вручную.

Вспомогательное оборудование включает в себя контрольное приспособление, стенд пожарной безопасности и т.д. В качестве транспортного оборудования применяется мостовой кран и тележка.

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: резцы, фрезы торцевые, фрезы концевые, расточной инструмент, сверла, развертки, зенкеры, метчики. Наиболее травмоопасными являются инструменты со сменными многогранными пластинами.

									151001.2016.253.00.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						95

В качестве металлорежущего инструмента в данном технологическом процессе применяются следующие инструменты сменными многогранными пластинами: фрезы торцевые, расточные системы, сверла. Цельный инструмент: расточные резцы, зенковки, метчики. 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. Нормативные значения уровней шума для постоянных рабочих мест согласно ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Шум".

Общие требования безопасности приведены в таблице

Таблица 16 - Требования безопасности по шуму

Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни Звука, дБа
3	125	250	500	1000	2000	4000	8000	85
9	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

					151001.2016.253.00.00 ПЗ			96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

воздействие на организм человека. Нормируемые значения вибрации согласно ГОСТ 12.1.012-78 ССБТ "Вибрация. Общие требования безопасности" приведены в таблице 17.

Таблица 17 - 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 эмульсионный раствор на водной основе.

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 18.

Таблица 18 - Общие требования безопасности по выделению паров и эмульсий

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

е станки		
----------	--	--

Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

К нормируемым параметрам микроклимата относятся: температура, влажность, скорость движения воздуха.

Нормируемые параметры микроклимата не должны превышать величин, приведенных в таблице 19.

Таблица 19 - Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Категория работ по энергозатратам	Температура воздуха, С ⁰	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	Средней тяжести Пб	18-20 (16-27)	60-40 (не более 75)	0,3
Теплый	Средней тяжести Пб	20-23 (не более 28)	60-40 (75-55)	0,4

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 антимикробная 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 оборудуются общеобменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. Общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м³/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.

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 20.

Таблица 20 - Характер действия электрического тока

Действие тока	Величина тока, мА		Характер действия
	перемен.	постоян.	
Пороговый осязаемый	0,6-1,5	6,0-7,0	При прохождении тока через организм вызывает осязаемые раздражения
Пороговый неосязаемый	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, и с точки зрения, электробезопасности.

Основными причинами несчастных случаев на участке являются:

- 1) случайные прикосновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- 2) появление напряжения на металлических частях оборудования, на корпусах, кожухах в результате повреждения изоляции;
- 3) 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 четырех проводные цепи с глухо заземленной нейтралью напряжением 380/220 В, то необходимо:
- 2) изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- 3) сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;
- 4) применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей и дополнительной, повышающей надежность защиты человека от поражения при повреждении изоляции;
- 5) применять зануление, обеспечивающее быстрое отклонение повреждений установки или участка цепи, максимальной токовой защиты вследствие однофазного короткого замыкания;
- 6) заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли;
- 7) использование изолирующего трапа;
- 8) периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 9) обязательный контроль проводника защитного заземления или зануления;
- 10) привлечение к ремонту электрооборудования лиц только электротехнического персонала своевременно прошедших инструктаж;
- 11) применение предупредительных надписей и указательных знаков;
- 12) запрещение оператором ремонтировать электрооборудование.

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

Область применения зануления—электрическиесети—напряжениемдо 1 кВ с глухо заземленной 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. 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.

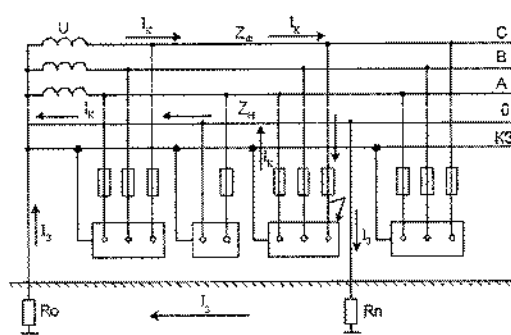


Рисунок 2.7 – Принципиальная схема зануления

Нулевой защитный проводник - проводник, соединяющий зануляемые части с глухо заземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Нулевой рабочий проводник - проводник, используемый для питания электроприемников, соединенный с глухо заземленной 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 выбирается согласно ПУЭ в зависимости от номинального тока электропотребителя.

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

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

Принадлежащем выполнению зануления должен превышать и тем самым обеспечивать срабатывание максимальной токовой защиты и безопасность лиц, имеющих контакт с зануленным электрооборудованием.

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 220В источника трехфазного тока. Общее сопротивление всех повторных заземлителей воздушной линии должно быть не более 5, 10 и 20 Ом соответственно 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

										151001.2016.253.00.00 ПЗ	102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

электрическом сопротивлении и грунта более 100 Ом·м допускается увеличение указанных выше значений R_0 и R_n 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 нулевые защитные проводники имеют отличительную окраску—по зеленому фону желтые полосы.

Для помещения в качестве источника света выбрана металлогалогенная разрядная лампа ДРИ250-3л ГОСТ 27682-88. Расчеты показали, что спроектированная система общего равномерного освещения обеспечивает

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

выполнение зрительных работ разряда IVa. При этом, нормируемая минимальная освещенность назначена такой, при которой требуется применение местного освещения.

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.

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.

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

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта были закреплены теоретические знания и применены для проектирования прогрессивного технологического процесса изготовления детали типа «Корпус». Были освоены навыки ведения самостоятельной творческой инженерной работы.

В данном проекте был проанализирован действующий технологический процесс, выявлены его достоинства и недостатки, а также предложен усовершенствованный и более эффективный технологический процесс механической обработки детали «Корпус с улиткой».

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.253.00.00 ПЗ	105

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.Л. Кулыгин, Основы технологии машиностроения/ В.Л. Кулыгин, И.А. Кулыгина - Челябинск: ЮУрГУ, 2010г.
2. Лекции по предмету «Технология машиностроения»
3. В.И. Гузеев, Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ/ В.И. Гузеев, В.И. Сурков, В.А. Батуев. – М.: Машиностроение, 1991. - Т. 1, 640 стр.: ил.
4. В.Ю. Шамин, Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие. – 5-е изд., перераб. и доп./В.Ю. Шамин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 654 с.
5. Г.И. Буторин, Проектирование машиностроительного производства [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие.
6. Г.И. Грановский, Резание металлов/Г.И. Грановский, В.Г.Грановский.- Высшая школа, - 304 с.
7. А.К. Горошкин, Приспособления для металлорежущих станков: Справочник.-7-е изд.,перераб. И доп./А.К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1979.-304 с.
8. Ю.И. Мясников, Технологическая оснастка металлорежущих станков. Часть2. Системное проектирование станочных приспособлений: учебно-методический комплекс / Ю.И. Мясников. – 3-е изд., перераб. И доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 378 с.
9. И.М. Морозов, Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. — 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. — 65 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика, 1990. — Ч. 1. Нормативы времени. — 208 с.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

11. М.Е. Егоров, Основы проектирования машиностроительных заводов/
М.Е. Егоров. - Изд. 6-е, переработ. и доп. Учебник для машиностроит. Вузов. М.,
«Высшая школа», 1969г. 480 с.

12. В.Г.Заслонов, Практикум по организационно–экономическим вопросам
дипломного проекта конструкторского профиля: учебное пособие /
В.Г. Заслонов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 130 с.

13. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное
проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению/Т.И.
Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-
во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

					151001.2016.253.00.00 ПЗ	10/
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		