


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»

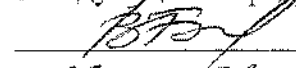
ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент,

  
« 02 » июля 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

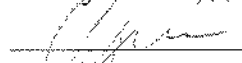
Заведующий кафедрой

 / В.И. Гузеев /  
« 07 » 06. 2016 г.

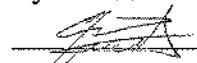
Разработка технологии, бизнес-плана с проектированием  
участка механической обработки деталей типа «Корпус»

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ  
ЮУрГУ-151001.2016.887.00.00 ПЗ ВКП

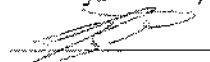
Консультант, доцент, к.т.н.

 / Д.В. Исаков /  
« 02 » июля 2016 г.

Руководитель, доцент, к.т.н.

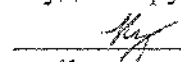
 / С.Д. Сметанин /  
« 07 » 06. 2016 г.

Консультант, доцент, к.т.н.

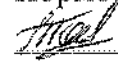
 / В.Г. Заслонов /  
« 18 » 06. 2016 г.

Автор проекта

студент группы ЗФ-618

 / Н.Д. Лукиных /  
« 07 » июля 2016 г.

Нормоконтролер, ст. преподаватель

 / Д.Ю. Тополов /  
« 07 » 06. 2016 г.

Челябинск 2016

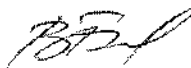
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Кафедра «Технология машиностроения»

Факультет Заочный Инженерно-Экономический факультет

Специальность 151001 – Технология машиностроения

Кафедра Технология машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

 Гусев В. И.

«    »      2016 г.

### ЗАДАНИЕ

на дипломное проектирование студенту

Ишкеева Инна Олеговна Дмитриевна

Группа: ЗФ-618

1 Тема проекта: Разработка технологии, бизнес-плана с проектированием участка механической обработки деталей типа "корпус"

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

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 2016 г.

3 Исходные данные к проекту

3.1 Чертеж детали

3.2 Тип производства: Серийное

3.3 Режим работы участка:

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 положения дел в отрасли

2.2 Сравнение зарубежных и отечественных технологий

2.3. План производства

2.3.1 Анализ действующего технологического процесса

2.3.2 Разработка проектного технологического процесса

2.3.2.1 Выбор исходной заготовки

2.3.2.2 Разработка и обоснование проектного технологического процесса

2.3.2.3 Размерный анализ проектного технологического процесса

2.3.2.4 Расчет режимов резания и норм времени

2.3.2.5 Расчет потребного количества оборудования

2.4 Описание планировки участка

3 Конструкторская часть

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.2 Описание и методика измерения КИМ

3.3 Проектирование инструмента

4 Экономическая часть

5 Безопасность жизнедеятельности

Заключение

Список литературы

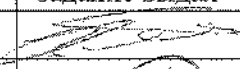
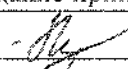
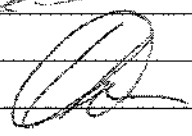
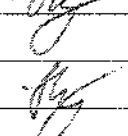
Приложения

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

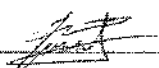
5.1	Чертеж фундам. "КОРПУС" (А1)
5.2	Буров. скважина, конструкция бурения (линейный А1)
5.3	сравнение тех. процессов (линейный А1)
5.4	сравнение тех. процессов (линейный А1)
5.5	инструментальный материал (линейный А1)
5.6	схематическая конструкция (линейный А1)
5.7	схематическая конструкция (линейный А1)
5.8	расчет: механическая нагрузка (линейный А1)
5.9	разработка системы автоматизированной конструкции (линейный А1)
5.10	план участка (линейный А1)
5.11	сравнение финансовых планов (линейный А1)
5.12	
5.13	

Всего листов 11

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
Экономическая часть	Зыков ВГ		
Безопасность жизнедеятельности	Иванов ВВ		

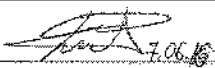

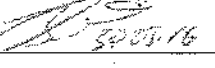
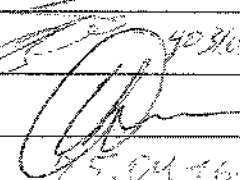
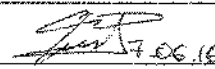
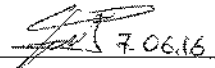

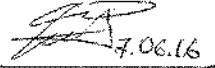
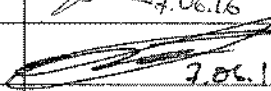
7 Дата выдачи задания: 02.02.2016 г.

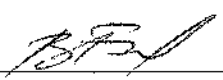
Руководитель (Ф.И.О.): Свистакин С.А. /подпись  /

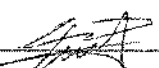
Задание принял к исполнению:

(Ф.И.О. студента): Лужинский Николай Дмитриевич /подпись  /

# КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении
1 Пояснительная записка		
1.1 Технологическая часть	28.04.16г.	 7.06.16
1.2 Конструкторская часть	11.04.16г.	 7.06.16
1.3 Экономическая часть	40.05.16г.	 30.05.16
1.4 БЖД		
1.5 Оформление пояснит. записки	25.04.16г.	 7.06.16
2 Графические работы	18.05.16г.	 7.06.16
3 Оформление ТП	18.05.16г.	 7.06.16
4 Окончательное оформление проекта	24.05.16г.	 7.06.16
5 Рецензирование	31.05.16г.	 7.06.16
6 Сдача проекта на защиту	8.06.16г.	

Зав. кафедрой: /подпись/  / Гузеев В.И.

Руководитель проекта: /подпись/  /ф.и.о. Сметанин С.А.

Студент дипломник: /подпись/  /ф.и.о. Мухомов Н.Р.

## АННОТАЦИЯ

Лукиных Н.Д. Разработка технологии, бизнес-плана с проектированием участка механической обработки деталей типа «Корпус». – Челябинск: ЮУрГУ, ЗИЭФ; 2016, 115 с., 44 илл., 32 табл., библиографический список – 15 наим., 11,5 листов чертежей ф. А1, листов карт техпроцесса

Целью данного проекта является создание бизнес-плана с получением прибыли, написание эффективной технологии механической обработки, обеспечивающей требуемое качество детали с минимальной себестоимостью изготовления, проектирование участка механической обработки группы детали.

В результате дипломного проектирования были сгруппированы детали с общими признаками для обработки на проектируемом участке; разработан проектный вариант технологического процесса; выбрано основное технологическое оборудование; спроектировано станочное и контрольное приспособление; спроектирован режущий инструмент; рассчитаны режимы резания и нормы времени; разработана планировка участка механической обработки; составлены организационный и финансовый план.

При разработке проектного варианта технологического процесса были учтены все недостатки, в итоге он оказался выгодней действующего в организационном и финансовом плане, а также сократилось штучное время на обработку одной детали.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка технологии, бизнес-плана с проектированием участка механической обработки деталей типа «Корпус»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Лукиных Н.Д.			16.06.16		Д	2	115
Пров.	Сметанин С.Д.			16.06.16		ЮУрГУ		
Н.контр.	Сайфутдинов С.Р.					Кафедра ТМ		
Упр.	Гузев В.И.							

что нередко приводит к изменению технологического процесса уже изготавливаемых на предприятии изделий по устаревшим технологиям .

В условиях современного рынка такое предприятие как ОАО «Радий» для эффективного функционирования должно постоянно решать задачи направленные на повышение не только качества выпускаемой продукции но и на снижение производственных затрат, что естественно приведет к снижению себестоимости, а в следствии, к повышению конкурентоспособности.

Сейчас периоды простоев из-за отсутствия заказов на ОАО «Радий» закончились. Наметилась тенденция модернизации оборудования. В конструкторских и технологических бюро применяются системы автоматизированного проектирования.

В связи с этим актуальной проблемой является адаптация технологических процессов производства деталей и узлов к условиям гибкого серийного производства.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Назначение и описание узла изделия

Рассматриваемая в данном проекте деталь «Корпус» входит в состав узла «приборная панель БТР». Приборная панель БТР - передняя панель в кабине экипажа, предназначенная для размещения на ней технических средств отображения информации — экранов, индикаторов, указателей, табло, сигнальных ламп, а также органов управления системами и агрегатами аппарата — рукояток, тумблеров, кнопок и т. п. Может быть цельным изделием или состоять из панелей или пультов (рисунок 1).

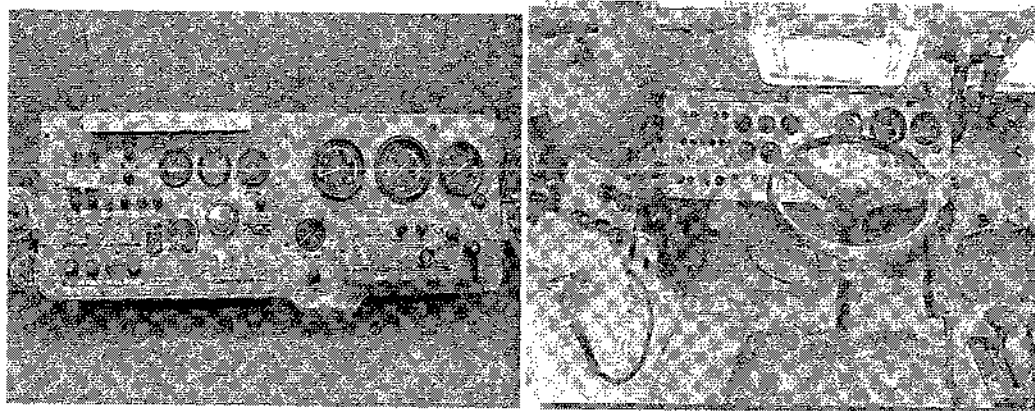


Рисунок 1 – Приборная панель БТР-80

СИШК.731124.001 Корпус является важной деталью в приборной панели БТР. Изначально на корпус крепятся микросхемы при помощи болтов, крепятся экраны, индикаторы и органы управления (рукоятки, тумблеры и т.д.). Для защиты от механических воздействий сверху на корпус крепится панель с отверстиями (как крышка) при помощи болтов.

## 1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
1 Общая часть .....	7
1.1 Назначение и описание узла изделия .....	7
1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке .....	8
1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней .....	11
2 Технологическая часть .....	13
2.1 Анализ положения дел в отрасли .....	14
2.2 Сравнение зарубежных и отечественных технологий .....	16
2.3 План производства .....	22
2.3.1 Анализ действующего технологического процесса .....	22
2.3.2 Разработка проектного варианта технологического процесса .....	32
2.3.2.1 Выбор исходной заготовки .....	34
2.3.2.2 Разработка и обоснование проектного технологического процесса .....	37
2.3.2.3 Размерный анализ проектного варианта технологического процесса .....	46
2.3.2.4 Расчет режимов резания .....	49
2.3.2.5 Расчет потребного количества оборудования .....	67
2.4 Описание планировки участка .....	68
3 Конструкторская часть .....	70
3.1. Проектирование станочного приспособления .....	70
3.2 Описание и методика измерения на КИМ .....	77
3.3 Проектирование инструмента .....	80
4 Экономическая часть .....	85
4.1 Экономические показатели базового технологического процесса .....	86

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

4.2 Расчет экономических показателей проектного технологического процесса.....	90
5 Безопасность жизнедеятельности.....	100
5.1 Анализ проектного технологического процесса на наличие потенциально опасных и вредных факторов.....	100
5.2 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда.....	104
Заключение.....	113
Литература .....	114

## ВВЕДЕНИЕ

По основным экономическим показателям Российская Федерация сегодня сравнима лишь со странами Африки и Южной Америки, однако темпы роста экономики позволяют надеяться на изменение ситуации к лучшему. В настоящее время основные поступления в бюджет идут от добычи нефти и газа, а также от перерабатывающей отрасли. Высокорентабельными также являются металлургическая промышленность, строительство и деревообработка.

Машиностроительный комплекс на сегодняшний день по-прежнему находится на двадцатом месте в бюджете РФ. Основные фонды в машиностроении изношены более чем на 80%. Задолженность, приходящаяся на предприятия машиностроения, составляет четверть от всей просроченной задолженности в промышленности, и продолжает расти по сегодняшний день.

Ситуация на предприятии ОАО «Радий» также во многом оставляет желать лучшего. Большая часть оборудования устарела, а выпуск продукции производится по конструкторской и технологической документации, выпущенной еще в 90-е годы.

С другой стороны во всем мире идет бурное развитие технологии обработки металлов резанием. Интенсификация технологических процессов на основе применения режущих инструментов из новых инструментальных материалов; расширение области применения оборудования с ЧПУ; создание роботизированных станочных комплексов и гибких производственных систем с управлением от ЭВМ; использование современных CAD и CAM систем; повышение размерной и геометрической точности достигаемой при обработке — это только часть важнейших направлений развития технологии машиностроения.

В связи с развитием технологии машиностроения и наличием большого количества машиностроительных предприятий в нашем регионе требуется постоянно решать задачи направленные на повышение эффективности производства. Для этого требуется использовать современные методы обработки,

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

В связи с тем, что режим работы проектируемого участка механической обработки на выпуск детали «СИШК.731124.001 Корпус» принят в две смены, для обеспечения большей производительности и конкурентоспособности предприятия, номенклатура изготавливаемых на нем деталей не ограничивается данной деталью.

На участке также будет производиться обработка других деталей: «СИШК.731127.001 Корпус» (Рисунок 2); «СИШК.731138.001 Корпус» (Рисунок 3), «СИШК.731124.001 Корпус» (Рисунок 4). Все выпускаемые на участке детали конструктивно можно отнести к одной группе корпусов, так как они изготовлены из одной группы материалов (алюминиевый сплав), имеют близкие по величине и классу размеры и их точности, технические требования и требования по взаимному расположению поверхностей, а также схожее служебное назначение. Поэтому технологические процессы их обработки можно считать типовыми. Это дает возможность изготавливать все корпуса на одном технологическом оборудовании, применять для них типовой режущий инструмент и методы контроля.

В данном случае, помимо детали «СИШК.731127.001 Корпус», на рассматриваемом участке по аналогичной технологии можно обрабатывать детали типа «СИШК.731138.001 Корпус» и «СИШК.731124.001 Корпус».

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

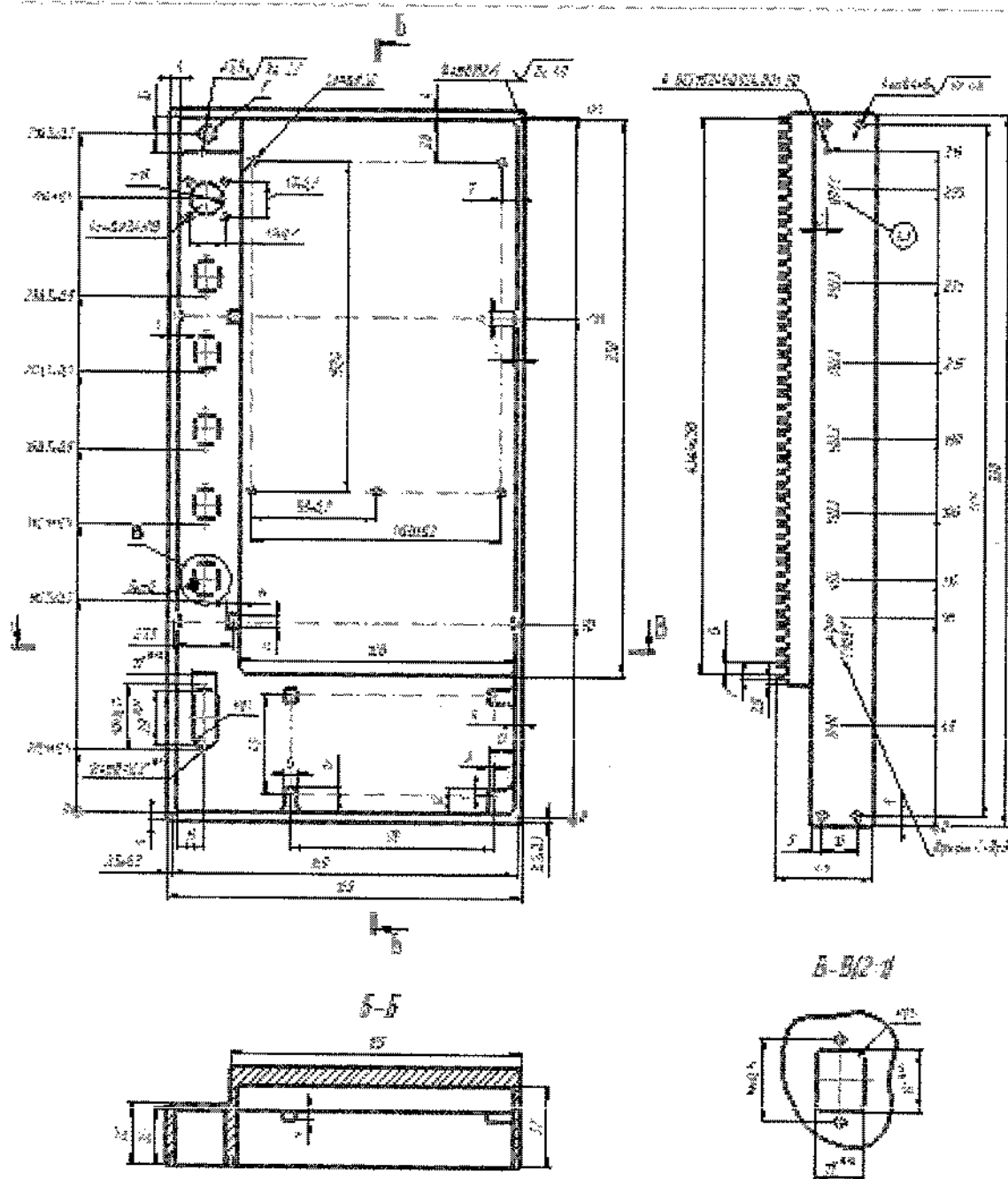


Рисунок 2 - СИШК.731127.001 Корпус



Для данной группы деталей выбирается деталь-представитель – «СИШК.731127.001 Корпус», так как включает в себя все основные конструкторские и технологические элементы, характерные для представленной группы деталей.

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

Деталь-представитель «СИШК.731127.001 Корпус» (Рисунок 5) входит в состав приборной панели и служит для крепления на корпусе приборов и микросхем при помощи винтов.

Корпус изготавливается из алюминиевого сплава Д16 Б 50 ГОСТ 17232-99. Химический состав и механические свойства сплава представлены в таблицах 1 и 2.

Габаритные размеры детали: длина составляет 330 мм, ширина 165 мм и высота 45 мм. Шероховатость поверхностей по 3-6 классу точности. Предельные отклонения размеров по 12 – 14 квалитету. Масса корпуса: 2,81 кг.

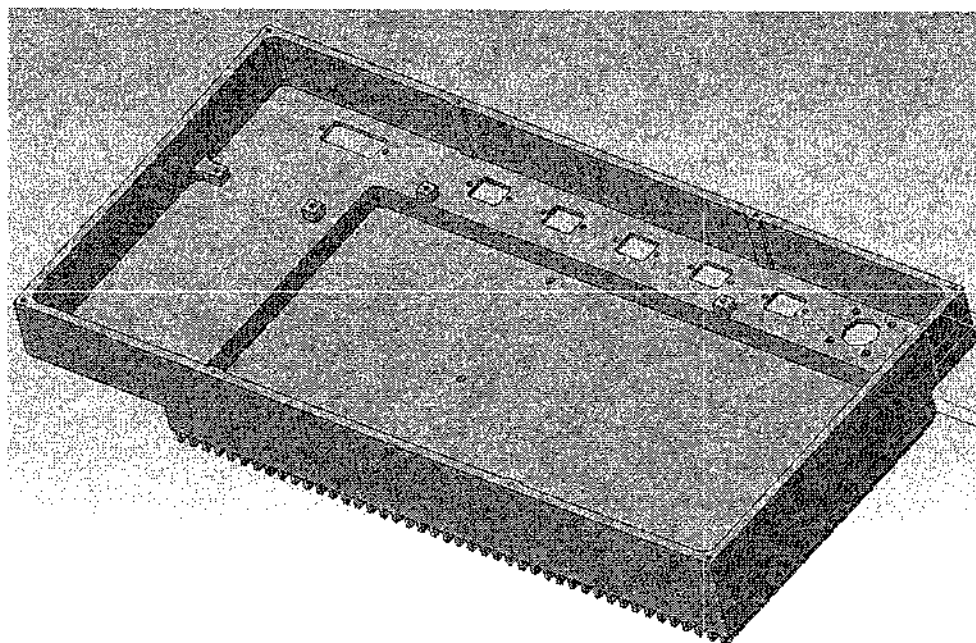


Рисунок 5 - СИШК.731127.001 Корпус (3D модель)

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Таблица 1 – Химический состав алюминиевого сплава Д16 Б 50 (%)

Mg	Si	Mn	Cu	Zn	Ti	Cr	Fe	Al	Примеси не более
1,2-1,8	До 0,5	0,3-0,9	3,8-4,9	До 0,25	До 0,15	До 0,1	До 0,5	90,9-94,7	Каждая 0,05; всего 0,15

Таблица 2 – Механические свойства алюминиевого сплава Д16 Б 50

Предел кратковременной прочности, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость, НВ, МПа
345-420	3-7	105

Технические требования, заданные на чертеже выполняются:

- покрытие Н12 0-Ви (99,8)12 (Допускается, если игло-образование не влияет на работоспособность изделия)

Д16 – алюминиевый деформируемый сплав с высоким содержанием меди и магния. Буква Д обозначает дюраль, а цифра 16 указывает на процентную чистоту сплава. Химический состав материала указан в ГОСТ 4784-97. Отбор и подготовку проб для определения химического состава цветных металлов и сплавов осуществляют по ГОСТ 24231-80. Дюраль марки Д16 отличается высокой пластичностью и легко поддается механической обработке. Удовлетворительная свариваемость и коррозионная стойкость материала, улучшаемая с помощью плакирования. Отжиг при определенной температуре увеличивает способность дюралей к деформации в холодном состоянии. Марка Д16М соответствует алюминиевому сплаву в мягком или отожженном состоянии. Для упрочнения указанного материала используют различные способы термической обработки или холодную деформацию. Дюраль марки Д16Т закаленный и естественно состаренный на максимальную прочность. Прокат дюралюминия используется в конструкциях летательных аппаратов, судов и бурильных труб. Из него производят транспортные детали и обшивку, декоративные элементы, уличные таблички и дорожные знаки. Он широко востребован в строительстве, машиностроении, топливной и химической промышленности.



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Создание нового изделия в машиностроении – сложная комплексная задача, связанная не только с обеспечением требуемого технического уровня этого изделия, но и с приданием его конструкции таких свойств, которые обеспечивают максимально высокие потребительские качества при приемлемой для потребителя стоимости изделия, расходы на его эксплуатацию, ремонт и утилизацию.

В данном дипломном проекте отражены следующие аспекты:

- выделение в группу деталей с общими конструкторскими и технологическими признаками;

- разработка варианта типового технологического процесса изготовления одной из деталей группы, подлежащей обработке на проектируемом участке;

- выбор наиболее экономически целесообразного варианта технологического процесса изготовления детали;

- проектирование участка механической обработки.

Выделение детали в группу проводится с целью:

- использования одного и того же технологического оборудования для обработки группы деталей;

- максимальной загрузки оборудования;

- применения одного и того же режущего и мерительного инструмента при обработке унифицированных поверхностей.

Разработка проектных вариантов технологических процессов включает в себя:

- отработка конструкции детали на технологичность;

- выбор и обоснование метода получения исходной заготовки;

- формирование операционно-маршрутной технологии;

- выбор основного технологического оборудования;

- расчет режимов резания;

- расчет норм времени.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

В целях нахождения оптимального соотношения производительности труда и себестоимости выпускаемой продукции, в условиях серийного производства, разрабатывается несколько вариантов изготовления детали и посредством сравнения, выбирается тот, который является наиболее экономически целесообразным.

На группу деталей, которые объединены общими конструкторскими и технологическими признаками, проектируется участок механической обработки. Под проектированием участка подразумевается:

- определение необходимого количества основного технологического оборудования;
- определение размера производственной площади;
- планировка оборудования и рабочих мест на участке.

## 2.1 Анализ положения дел в отрасли

Анализ экономической ситуации в отрасли имеет важнейшее значение для принятия инвестиционных решений. Результатом проведенного в дипломном проекте анализа являются следующие выводы.

В течение последнего десятилетия спрос на продукцию предприятий машиностроения устойчиво снижался. Отсутствие инвестиционных возможностей у предприятий — потребителей данной продукции — не позволило им тратить значительные средства на обновление оборудования, что в свою очередь, поставило в тяжелые условия предприятия машиностроения. В этих условиях снизился уровень использования производственных мощностей, устаревало оборудование и технологии, а на их обновление не было средств.

Таким образом, предприятия машиностроения, оказались в глубочайшем кризисе, выход из которого начался позже и происходил более медленными темпами.

Основными проблемами отрасли, по мнению специалистов, является:

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

1) Низкий платежеспособный спрос на отдельные виды продукции машиностроения, сокращение спроса на сложную технику, изготовленную с применением высоких технологий;

2) Значительное снижение уровня использования производственных мощностей в связи с падением потребительского спроса;

3) Низкая конкурентоспособность выпускаемой продукции и технологий, что дало толчок к росту импорта;

4) Отсутствие у предприятий достаточного количества оборотных средств для проведения модернизации производства и освоения новых технологий;

5) Отсутствие механизма поддержки экспорта и защиты от необоснованного импорта машин и оборудования.

6) Политические и экономические отношения в связи с санкциями.

Положение дел на заводе ОАО «Радий»:

ОАО «Радий» - современное многопрофильное предприятие, по производству радиоэлектронной аппаратуры, основанное в 1941г. как предприятие оборонной промышленности. В настоящее время завод переживает не лучшие времена, но это не мешает стабильно выполнять заказы. В связи с санкциями, предприятие пытается выполнять заказы используя современное импортное оборудование, т.к. это более эффективно и продукцию можно продавать по более высокой цене, что является плюсом для предприятия.

Деятельность предприятия:

- разработка и серийное производство спецтехники для Министерства обороны РФ;

- разработка и производство средств охранно-пожарной сигнализации;

- разработка и серийное производство средств радиозондирования атмосферы, в том числе на основе спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС;

А также оказание следующих услуг:

- монтаж печатных плат и печатных узлов, изготовление кабелей и жгутов, сборка РЭА, модулей, узлов различной конфигурации и сложности;

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

- поверхностный монтаж ЧИП элементов на автоматизированной сборочной линии;
- разработка и изготовление печатных плат под заказ до 3-го класса точности (односторонние, двухсторонние с металлизацией, паяльная маска);
- проектирование и изготовление штампов, пресс-форм;
- изготовление изделий из пластмасс методом литья под давлением из различных термопластичных материалов полистиролов, поликарбонатов, пластиков АБС, полиэтиленов, квартопренов;
- изготовление металлических корпусов из листового материала на современном листоштамповочном и листогибочном оборудовании;
- изготовление печатной продукции черно-белой и цветной (полноцветной) на типографском оборудовании в заводской типографии.

## 2.2 Сравнение зарубежных и отечественных технологий и решений

Общим назначением машиностроения является создание активной части основного капитала экономики. Машины и оборудование различного назначения, транспортные средства, узлы, приборы и агрегаты в процессе инвестиционно-строительной деятельности превращаются в основной капитал экономики и образуют производственный аппарат страны. Тем самым осуществляется воспроизводственный процесс в национальной экономике. Отечественное машиностроение в настоящее время не обеспечивает должным образом воспроизводство конкурентоспособной экономики в РФ. Почти половина топливно-сырьевого экспорта страны (более 100 млрд. долл. США) расходуется на импорт машин и оборудования, причем не в структурообразующие обрабатывающие производства.

В последнее время в России ежегодно создается около 300 технологий машиностроения. Из числа созданных за последние пять лет технологий машиностроения около 12% не имеет аналогов в мире и столько же соответствует лучшим зарубежным образцам. Таким образом, около четверти новых технологий

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

машиностроения потенциально могут быть конкурентоспособными. Остальная часть вновь созданных технологий относится к категории «новые в стране».

Более четверти общего числа созданных за последние пять лет новых технологий машиностроения приходится на станкостроение и инструментальное производство. Кроме того, создано значительное число новых технологий в области конструкционных материалов, заготовительного производства, сварки, модификации поверхностей, а также специальных видов технологий.

Как видно из данных, приведенных ниже в таблице 3, наибольшее число новых технологий разработано для станкостроительной и инструментальной промышленности и для химического и нефтяного машиностроения. На их долю приходится половина всех новых разработок. В значительной степени это объясняется мощным научно-производственным потенциалом, созданным в послевоенные годы, сохранившаяся часть которого эффективно работает в настоящее время. Из технологий, созданных для химического машиностроения, около половины предназначены для производства нефтяного и газового оборудования. Это до последнего времени обуславливалось более высокой инвестиционной активностью в отраслях, связанных с добычей и переработкой углеводородных ресурсов.

Таблица 3 - Дифференциация новых технологий в отраслях машиностроения

	Структура, %
Вновь созданные технологии, всего	100
Производство ракетной и космической техники, авиастроение	15
Тяжелое, энергетическое и транспортное машиностроение	17
Электротехническая промышленность	1,5
Химическое и нефтяное машиностроение	21
Станкостроение и инструментальное производство	29
Автомобильная промышленность	7,5
Подшипниковая промышленность	1,5
Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение	1,5
Машиностроение для легкой и пищевой промышленности	4,5

Следует отметить, что для современной российской промышленности характерен крайне низкий уровень спроса на новые технологии. Создаваемая в настоящее время база технологий машиностроения в количественном отношении составляет десятую часть от числа технологических разработок 1980-х годов. Однако темпы создания новых технологий машиностроения опережают темпы их внедрения, т. е. начальные стадии полного инновационного цикла более эффективны, чем последующие. По-видимому, отраслевой рынок машиностроительной продукции в России за последние годы превратился в чисто финансовый рынок, и закупки импортного оборудования на зарубежные кредиты оказывались для отечественного бизнеса интереснее, чем освоение и закупка отечественного оборудования, оплачиваемого частью собственной прибыли.

Большая часть из созданных технологий внедряется на одном-двух предприятиях. Лидерами во внедрении новых технологий являются ММПП «Салют», Омский завод специальных изделий, Волжский абразивный завод, Обнинский центр порошкового напыления. Распространение технологий происходит крайне медленно. Это касается даже уникальных технологий, запатентованных в развитых странах и получивших золотые медали на международных салонах инноваций и изобретений. Некоторые технологии и оборудование нового поколения экспортируются, но остаются не востребованными российской промышленностью. Зарубежные передовые технологии в еще меньшей степени востребованы отечественной промышленностью - ведь здесь также нужно осваивать и тиражировать результаты, продукты, полученные по новым технологиям. При существующем уровне инвестиций в инновационно-технологическое перевооружение в настоящее время потребность в технологиях более чем на 90% удовлетворяется за счет отечественных разработок.

Российское присутствие на мировом рынке технологий не оказывает сколько-нибудь значимого влияния на развитие научно-производственной базы экономики. При общем низком спросе на новые технологии количество

приобретенных зарубежных технологий составляет 6-7% общего числа востребованных промышленностью.

Крайне низкие темпы внедрения новых технологий являются следствием низкой инвестиционной активности, нацеленностью бизнеса на извлечение быстрой и высокой прибыли за счет природной ренты и ее перераспределения в отечественную и зарубежную недвижимость, зарубежные активы, не обслуживающие воспроизводственный процесс в российской экономике.

В настоящее время в отраслях машиностроения обозначились две основные тенденции инвестиционной деятельности:

1) опережение роста инвестиций в основной капитал по сравнению с ростом производства - норма инвестиций (отношение объема инвестиций к объему реализованной продукции) составила 5,0% по сравнению с 4,3% в 2004 г.; заметим, что величина нормы инвестиций в машиностроении является одной из самых низких в реальном секторе экономики;

2) использование основной части вложений в основной капитал для обновления производственного аппарата (таблица 4) - удельный вес затрат на машины и оборудование в среднем превышает 70%.

Таблица 4 - Инвестиционная активность отраслей машиностроения

Отрасль машиностроения	Инвестиции в основной капитал, % к объему реализованной продукции	Доля затрат на машины и оборудование в объеме инвестиций в основной капитал, %
Машиностроение в целом	5,0	70,4
Тяжелое, энергетическое и транспортное	5,8	60,5
Электротехническая промышленность	2,9	71,8
Химическое и нефтяное	4,6	73,5

приобретенных зарубежных технологий составляет 6-7% общего числа востребованных промышленностью.

Крайне низкие темпы внедрения новых технологий являются следствием низкой инвестиционной активности, нацеленностью бизнеса на извлечение быстрой и высокой прибыли за счет природной ренты и ее перераспределения в отечественную и зарубежную недвижимость, зарубежные активы, не обслуживающие воспроизводственный процесс в российской экономике.

В настоящее время в отраслях машиностроения обозначились две основные тенденции инвестиционной деятельности:

1) опережение роста инвестиций в основной капитал по сравнению с ростом производства - норма инвестиций (отношение объема инвестиций к объему реализованной продукции) составила 5,0% по сравнению с 4,3% в 2004 г.; заметим, что величина нормы инвестиций в машиностроении является одной из самых низких в реальном секторе экономики;

2) использование основной части вложений в основной капитал для обновления производственного аппарата (таблица 4) - удельный вес затрат на машины и оборудование в среднем превышает 70%.

Таблица 4 - Инвестиционная активность отраслей машиностроения

Отрасль машиностроения	Инвестиции в основной капитал, % к объему реализованной продукции	Доля затрат на машины и оборудование в объеме инвестиций в основной капитал, %
Машиностроение в целом	5,0	70,4
Тяжелое, энергетическое и транспортное	5,8	60,5
Электротехническая промышленность	2,9	71,8
Химическое и нефтяное	4,6	73,5



Окончание таблицы 4

Станкостроение и инструментальное	3,5	63,3
Приборостроение	4,5	79,2
Автомобильная промышленность	5,0	69,4
Тракторное и сельскохозяйственное	15,9	80,2
Машиностроение для легкой и пищевой промышленности и промышленности бытовых приборов	3,3	89,8

Для сравнения заметим, что в 1980-е годы, когда ежегодные темпы ввода нового производственного оборудования были на уровне 7-8%, на приобретение машин и оборудования расходовалось 40-45% капитальных вложений.

В настоящее время 70% инвестиций в основной капитал обеспечивают только 1% обновления оборудования. Очевидно, что объем финансирования инновационно-технического перевооружения явно недостаточен для обеспечения высоких темпов обновления активной части основных фондов в отраслях машиностроения.

Отсутствие возможности получения долгосрочных кредитов на приемлемых условиях не позволяет промышленным предприятиям обеспечивать обновление производственного оборудования на уровне, необходимом для интенсивного развития инновационной сферы. Средний показатель инновационной активности в российской промышленности (доля инновационной продукции в объеме отгруженной продукции инновационно-активных предприятий) - 12%. Для сравнения следует заметить, что в развитых странах этот показатель составляет 50% и более. В отраслях отечественного гражданского машиностроения средняя оценка инновационной активности равна 16%. Уровень инновационной активности здесь неоднороден - разброс показателя в отраслях весьма значителен:

от 1,5% в подшипниковой промышленности до 51% в промышленности средств вычислительной техники.

Выпуск инновационной продукции - важнейший результат внедрения прогрессивных технологий для повышения конкурентоспособности. Не менее значимы существенные позитивные сдвиги в ресурсосбережении и других направлениях повышения эффективности хозяйственной деятельности. Поэтому оценивание инновационной активности только по удельному весу инновационной продукции не дает полного представления об инновационной деятельности. Для исследования процессов инновационного развития промышленного сектора экономики необходимо определить масштабы производительных сил в инновационной сфере промышленности, измерить результаты инновационной деятельности и иметь возможность проводить аналитические сопоставления их с производственно-экономическими результатами. Поэтому масштабы инновационной деятельности в отраслях промышленности следует оценивать по показателю, построенному на использовании удельных весов продукции инновационно-активных предприятий и инновационной продукции в объеме производства отрасли. Агрегированные на уровне отрасли показатели деятельности инновационно-активных предприятий могут быть успешно использованы для аналитических выводов. Чем выше анализируемый показатель, тем более крупные предприятия отрасли активизируют инновационную деятельность, тем реальнее закрепление позитивных тенденций.

Для анализа развития инновационной сферы отраслей и суботраслей машиностроения используем показатель - индекс инновационной активности, который определяется как обобщающая оценка исходя из коэффициента, характеризующего долю инновационно-активных предприятий в общем объеме выпуска продукции в отрасли, и коэффициента, показывающего долю инновационной продукции в общем объеме выпуска продукции инновационно-активных предприятий.

Ни одна из отраслей машиностроения не использует даже трети максимально возможного инновационного потенциала. Объемы выпуска

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

инновационной продукции не достигают 20% объема производства ни в наукоемких отраслях (приборостроение и химическое машиностроение), ни в отраслях, ассортимент продукции которых в значительной степени ориентирован на потребительский рынок (автомобилестроение и машиностроение для легкой, пищевой промышленности и промышленности бытовых приборов). Результатом низкой инновационной активности является снижение конкурентоспособности отечественной машинно-технической продукции. На внутреннем рынке инвестиционная техника российского производства сохраняет свои позиции. Отрасли, увеличившие в последние годы темпы обновления основных фондов, предъявляют более высокий спрос на продукцию машиностроения. Это позволило увеличить производство строительной техники на 30-50%. Выпуск подвижного состава для железнодорожного транспорта вырос на 50%. Производство некоторых видов сельскохозяйственных машин увеличилось на 40-50%. Однако при современном состоянии производственно-технологической базы машиностроения отечественные предприятия не могут удовлетворить возросший платежеспособный спрос на технику. Импорт железнодорожного подвижного состава увеличился в этот же период в 2,5-3 раза. Более чем в 2 раза выросли закупки тракторов зарубежного производства.

Конкурентоспособность продукции машиностроения на внешнем рынке имеет тенденцию к снижению. На сегодняшний день положительное внешнеторговое сальдо сохраняется только по продукции энергетического машиностроения. По всем другим видам машин и оборудования разница между импортом и экспортом увеличивается с каждым годом.

## 2.3 План производства

### 2.3.1 Анализ действующего технологического процесса

Исходные заготовки для деталей СИШК.731124.001 Корпус закупают у поставщиков в виде плит (Д16 Б 50 ГОСТ 17232-99) и при помощи циркулярной пилы по металлу нарезают нужные заготовки (рисунок 6).

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

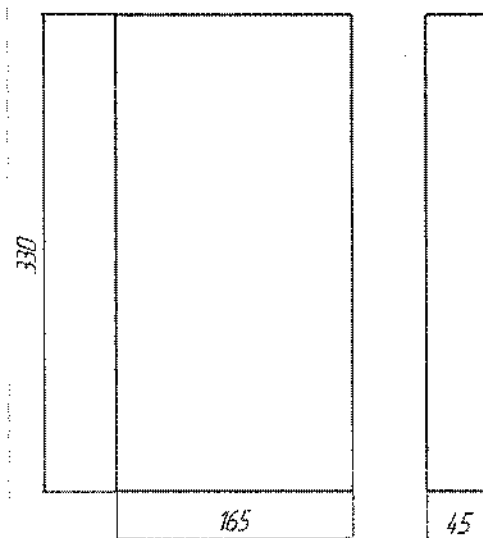


Рисунок 6 – эскиз плиты Д16 Б 50

Закупка плит у поставщиков позволяет сократить затраты на заготовительное производство и автоматизировать выполнение отдельных операций технологического процесса механической обработки данной детали.

Коэффициент использования материала определяется по формуле:

$$\text{КИМ} = m_d / m_z,$$

где  $m_d$  – масса детали, [кг];

$m_z$  – масса заготовки, [кг].

Массу заготовки из плиты  $m_z$  определяется по формуле :

$$m_z = \rho \cdot h \cdot b \cdot l,$$

где  $\rho$  – плотность материала [кг/м<sup>3</sup>],  $\rho=2800$  кг/м<sup>3</sup>;

$l$  – Длина заготовки [мм],  $l=330$  мм =0,33м;

$b$  – Ширина заготовки [мм],  $b=165$  мм =0,165м;

$h$  – Высота заготовки [мм],  $h=45$ мм =0,045м.

$$m_z = 2800 \cdot 0,33 \cdot 0,165 \cdot 0,045 = 6,86 \text{ кг.}$$

Масса детали определяется по чертежу детали,  $m_d = 2,81$  кг.

$$\text{КИМ} = 2,81 / 6,86 = 0,41.$$

Таким образом, видно, что целесообразно будет изменить метод получения заготовки, т.к. коэффициент использования материала очень низок, что приведет к излишним затратам.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Принятый на предприятии маршрут технологического процесса показан в таблице 5.

Таблица 5 -Маршрут базового технологического процесса

№ операции	Содержание операции	Оборудование
000	Заготовительная (Плита Д16 Б 50)	
001	Транспортирование	Тележка
005	Фрезерная с ЧПУ	ЛФ-260
010	Фрезерная с ЧПУ	ЛФ-260
015	Фрезерная с ЧПУ	БМ12-500
020	Фрезерная с ЧПУ	БМ12-500
025	Фрезерная	6Г81
030	Слесарная	2А125, верстак
035	Контрольная	Стол контрольный
040	Отделочная	Верстак
043	Слесарная	2А125, верстак
045	Гравировочная	СПМЛ «Мини-Маркер-М20»
050	Транспортирование	Тележка

План операций базового технологического процесса:

000 Заготовительная операция (рисунок 7)

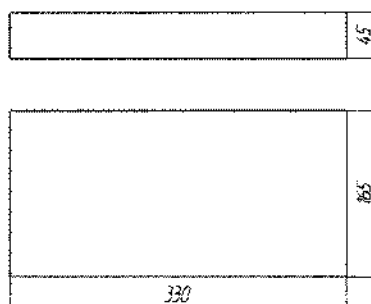


Рисунок 7 – Эскиз заготовки (плита Д16 Б 50)

001 Транспортирование

005 Фрезерная с ЧПУ (рисунок 8):

А. Подключить DNC к станку.

Б. Ввести: подпрограмму №28%1 в зону «М»  
программы №29%1 в зону «О».

Установить деталь в УСП, зажать.

В. Собрать инструмент согласно таблице.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Г. Настроить согласно эскизу, установить инструмент в магазин.

Д. Ввести в ЭВМ «смещение 0», коррекции R,L.

Обработать деталь по программе, выдерживая размеры: 330 и 165.

Контроль рабочего 100%.

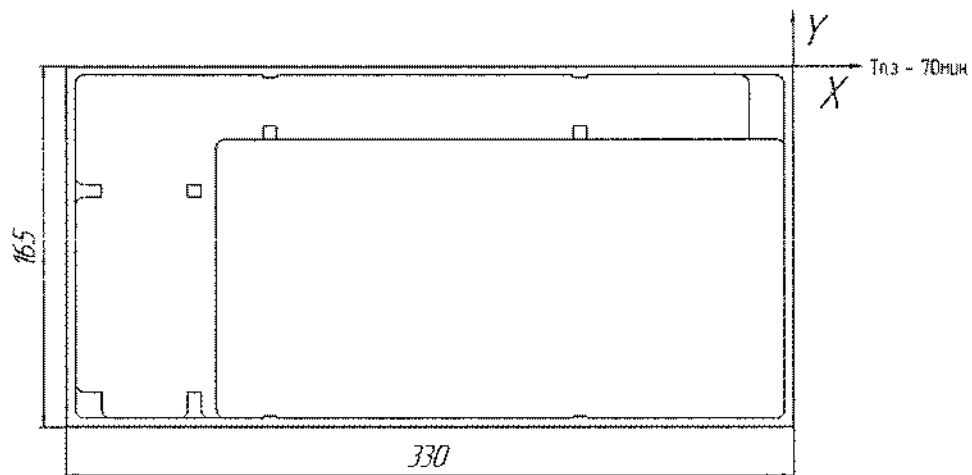


Рисунок 8 - Карта наладки многооперационной обработки с ЧПУ станок (ЛФ-260)

010 Фрезерная с ЧПУ (рисунок 9):

А. Подключить DNC к станку.

Б. Ввести: подпрограмму №27%2 в зону «М»  
программы №28%2 в зону «О».

Установить деталь УСП, зажать.

В. Собрать инструмент согласно таблице.

Г. Настроить согласно эскизу, установить инструмент в магазин.

Д. Ввести в ЭВМ «смещение 0», коррекции R,L.

Обработать деталь по программе, выдерживая размеры: Ø12; Ø3,6; 6 и 135.

Контроль рабочего 100%.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

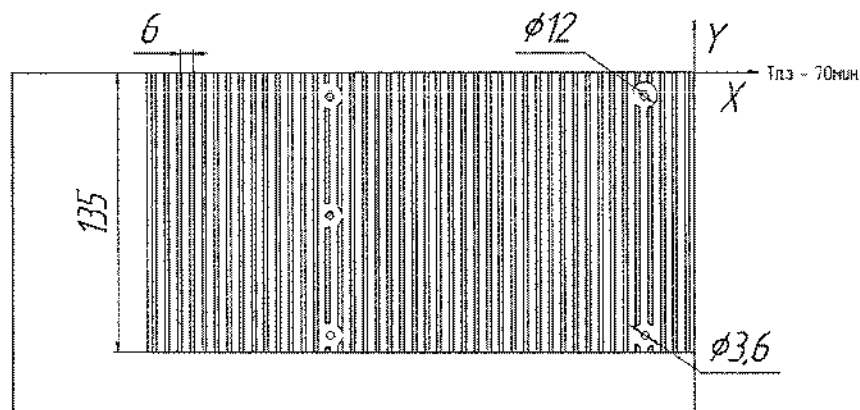


Рисунок 9 - Карта наладки многооперационной обработки с ЧПУ станок (ЛФ-260)

015 Фрезерная с ЧПУ (рисунок 10):

А. Подключить DNC к станку.

Б. Ввести: подпрограмму №28%1 в зону «М»  
программы №58%1 в зону «О».

Установить деталь УСП, зажать.

В. Собрать инструмент согласно таблице.

Г. Настроить согласно эскизу, установить инструмент в магазин.

Д. Ввести в ЭВМ «смещение 0», коррекции R,L.

Обработать деталь по программе, выдерживая размеры: 4; 128 и 258.

Контроль рабочего 100%.

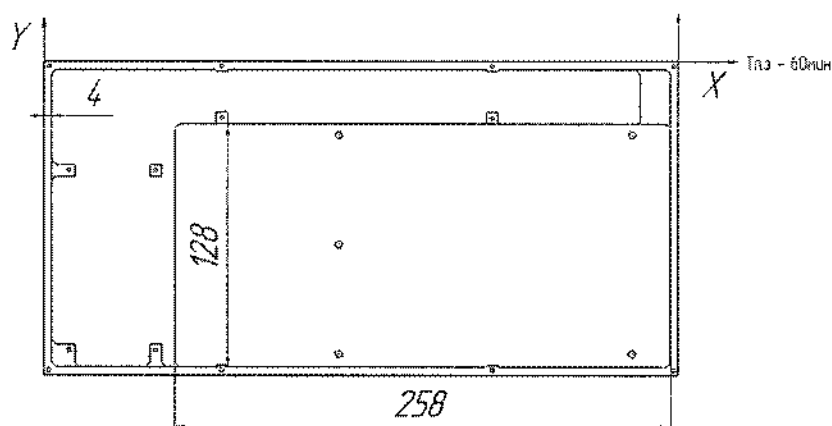


Рисунок 10 - Карта наладки многооперационной обработки с ЧПУ станок 020 Фрезерная с ЧПУ (рисунок 11):

А. Подключить DNC к станку.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Б. Ввести: подпрограмму №69%2 в зону «М»

программы №59%2 в зону «О».

Установить деталь УСП, зажать.

В. Собрать инструмент согласно таблице.

Г. Настроить согласно эскизу, установить инструмент в магазин.

Д. Ввести в ЭВМ «смещение 0», коррекции R,L.

Обработать деталь по программе, выдерживая размеры: 11; 14 и 25.

Контроль рабочего 100%.

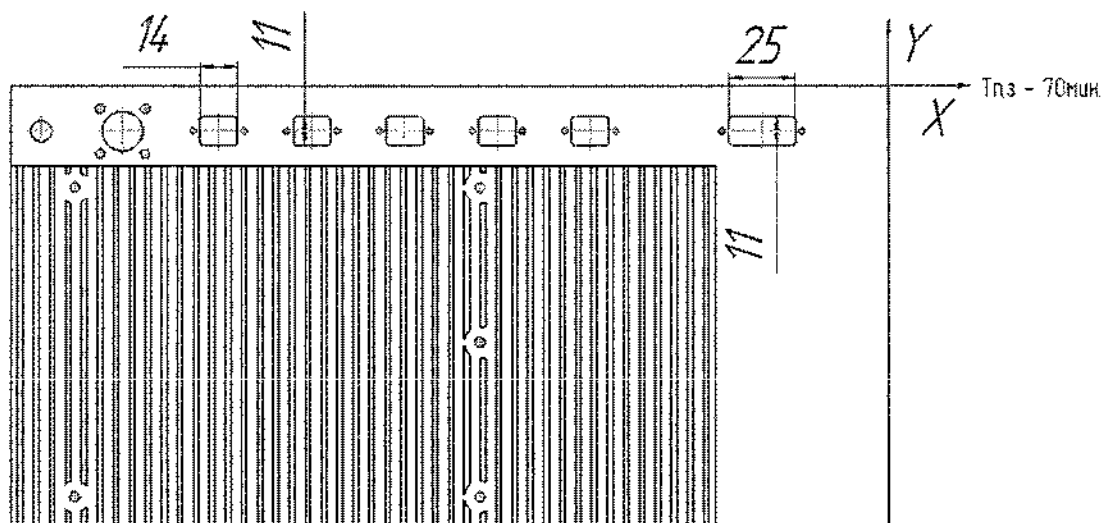


Рисунок 11 - Карта наладки многооперационной обработки с ЧПУ станок (BM12-500)

025 Фрезерная:

Фрезеровать ребра радиатора согласно чертежу (6Г81). Контроль рабочего 100%.

030 Слесарная:

Притупить острые кромки. Снять фаски в отверстиях под нарезание резьбы согласно чертежу. Сверлить отверстия на лицевой поверхности по кондуктору (2А125, верстак). Нарезать резьбу в отверстиях. Контроль рабочего 100%.

035 Контрольная:

Проверить деталь согласно чертежу. Контроль рабочего 100%.

040 Отделочная:

Согласно МК-П.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1510012016.887.00.00 ПЗ

Лист

27



043 Слесарная:

Калибровать 14 отверстий М2 согласно чертежу. Калибровать 4 отверстия М4 согласно чертежу. (2А125, верстак).

045 Гравировочная СПМЛ:

Гравировать все надписи согласно чертежу по Т-05-021. (СПМЛ "Мини-Маркер-М20", Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1; ГОСТ 166-80). Контроль рабочим.

050 Транспортирование

В данном технологическом процессе из недостатков можно выделить большое количество фрезерных операций (четыре) и множество слесарных работ.

Операционные эскизы отсутствуют, есть лишь карты наладки для ЧПУ и они содержат исполнительные размеры, но отсутствуют символы базирования и закрепления.

В действующем технологическом процессе обработки детали СИШК.731124.001 корпус используются следующие основные станочные приспособления:

- Тиски станочные с ручным приводом ГОСТ 16518-96;
- Цанговые патроны ГОСТ 26539-85.

Тиски станочные с ручным приводом модели 7200-32 предназначены для закрепления деталей при их механической обработке на фрезерных, сверлильных, шлифовальных и других станках (рисунок 12). Используется для фрезерных операций.

Заготовка устанавливается в тиски. Силовое замыкание и базирование заготовки осуществляется с помощью подвижной губки. Вращая рукоятку тисков, подвижная губка перемещается.

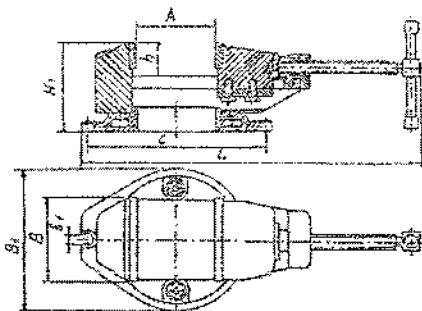


Рисунок 12 – Тиски станочные с ручным приводом ГОСТ 16518-96

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Цанговый патрон - специальное устройство для крепления деталей или инструмента на оси шпинделя (рисунок 13).

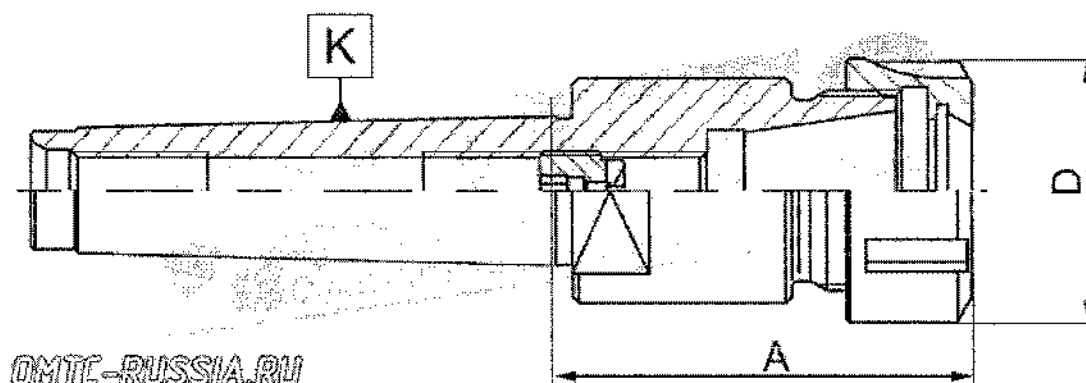


Рисунок 13 – Цанговый патрон

В действующем технологическом процессе обработки детали СИШК.731124.001 корпус используется следующий режущий инструмент:

- фреза ГОСТ 17025-71;
- центровочное сверло ГОСТ 14952-75;
- сверло ГОСТ 4010-77;
- зенкер 161-273/276;
- резцовая головка диаметр 60 и 116.

Фреза ГОСТ 17025-71 (рисунок 14) является концевой с цилиндрическим хвостовиком. Данный вид фрез может обрабатывать поверхность как в осевом, так и продольном направлении. В данном технологическом процессе резец применяется на фрезерных операциях с ЧПУ 005, 010, 015, 020 и 025.

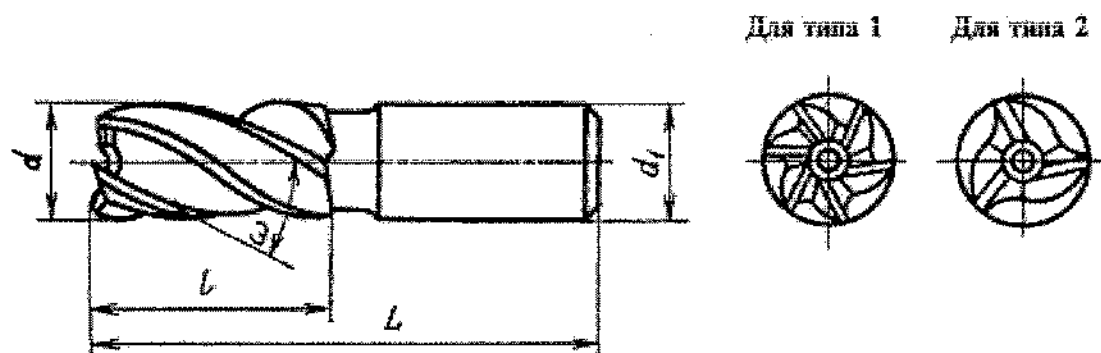


Рисунок 14 – Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ 17025-

71

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

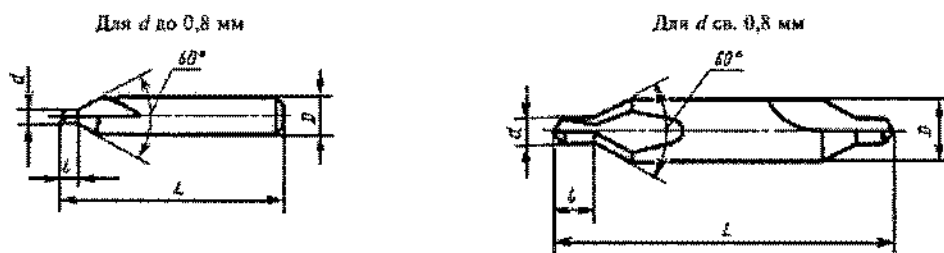
151001.2016.887.00.00 ПЗ

Лист

29

Центровочное сверло ГОСТ 14952-75 (рисунок 15) является комбинированным. Данный вид сверла предназначен для центрирования отверстий с последующим рассверливанием. В данном технологическом процессе резец применяется на фрезерных с ЧПУ операциях 010, 015, 020 и 025 .

Тип А



Черт.1

Рисунок 15 – центровочное сверло ГОСТ 14952-75

Сверло ГОСТ 4010-77 (рисунок 16) является спиральным с цилиндрическим хвостовиком. Данный вид сверла предназначен для выполнения отверстий в сплошном слое материала. В данном технологическом процессе сверло применяется на фрезерных с ЧПУ операциях 010, 015, 020 и 025 .

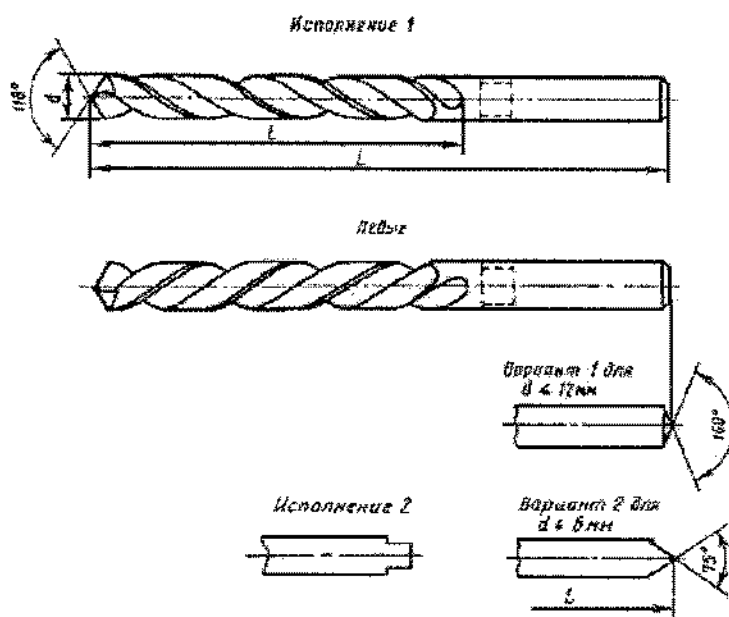


Рисунок 16 – Сверло ГОСТ 4010-77

Зенкер 161-273/276 (рисунок 17) предназначен для получистового нарезания цилиндрических отверстий. В данном технологическом процессе зенкер применяется на фрезерной с ЧПУ операции 010.

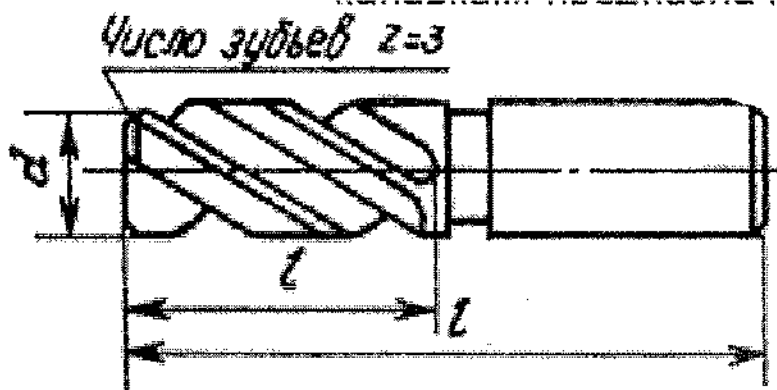


Рисунок 17 – Зенкер 161-273/276

В действующем технологическом процессе обработки детали СИШК.731124.001 корпус используются следующие основные контрольные приспособления:

- калибры-пробки ;
- штангенциркуль ГОСТ 166-80.

Калибр-пробка Ø1,6 8133-0609 специальная и калибр-пробка Ø3,6 8133-0904 специальная предназначены для контроля отверстий в данном технологическом процессе (рисунок 18).

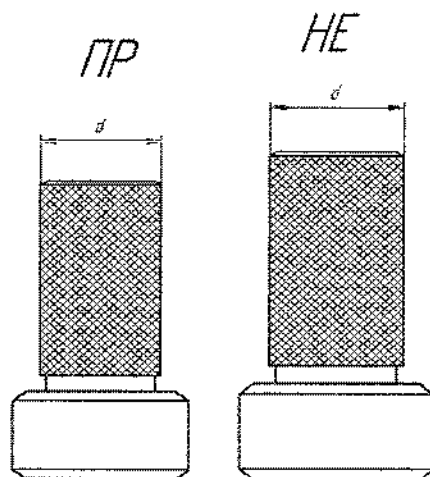


Рисунок 18 – Калибр-пробка

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

151001.2016.887.00.00 ПЗ

Лист

31

Штангенциркуль ГОСТ 166-80 предназначен для контроля линейных размеров в данном технологическом процессе (рисунок 19).

Тип ШЦ-III

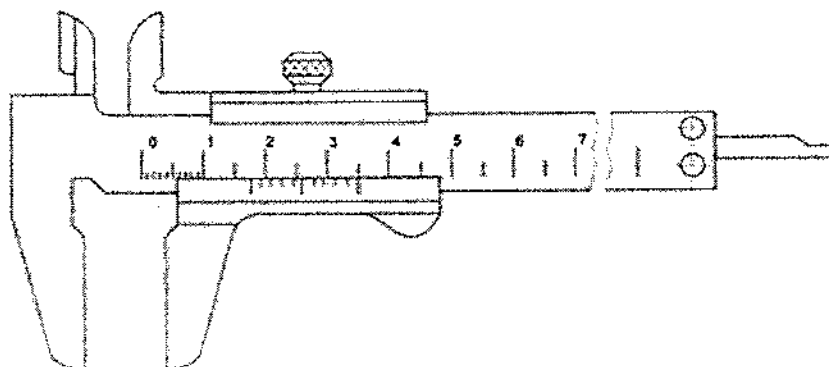


Рисунок 19 – Штангенциркуль ШЦ-III

Технологический процесс разрабатывался для условий мелкосерийного производства, поэтому обработка производится преимущественно на оборудовании с ЧПУ. Но несовершенство оборудования приводит к тому, что на большом количестве операций применяются специальные станочные приспособления. Использование изношенного инструмента приводит к значительным объемам ручной слесарной доработки. Это приводит к увеличению трудозатрат и, следовательно, снижает эффективность. Много ручного измерительного инструмента, что влияет на эффективность производства. Для каждой операции отсутствуют режимы резания, технологические переходы, отсутствуют припуски, размеры проставлены не от заданной базы.

Цель данного дипломного проекта: проектирование участка механической обработки детали типа «Корпус» и адаптация технологического процесса производства детали «Корпус» к условиям гибкого серийного производства.

Задачи, которые необходимо решить для достижения данной цели:

1. Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления «Корпус» на базе станков с ЧПУ, отвечающего требованиям современного гибкого автоматизированного серийного производства.
2. Проектирование участка механической обработки детали «Корпус».

3. Проектирование контрольного и станочного приспособления, а также инструмента для спроектированного технологического процесса.

4. Расчет экономических показателей спроектированного технологического процесса.

5. Обеспечение безопасных и безвредных условий труда на спроектированном участке механической обработки.

### 2.3.2 Разработка проектного варианта технологического процесса

Для проектирования технологических техпроцессов необходимо определиться с выбором вида технологического техпроцесса.

Единичный технологический процесс строится для изделий одного наименования, типа, размера и исполнения. Он учитывает все конструктивные особенности данного изделия и поэтому позволяет создать такие условия изготовления, контроля, перемещения, которые более всего соответствуют данному конкретному изделию.

Типовой технологический процесс характеризуется единством содержания большинства технологических операций для группы изделий с общими (одинаковыми или близкими) конструктивными признаками.

Использование заранее разработанных технологических процессов, обеспечиваемых не только типовыми документами, но и типовым оборудованием, приспособлениями, режущими, измерительными и вспомогательными инструментами, позволяет значительно повысить производительность труда, ускорить процесс освоения новых изделий и уменьшить их себестоимость. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) предусматривает технические и организационные мероприятия для быстреего внедрения прогрессивной организации производства путем широкого использования типовых и даже стандартизованных технологических процессов.

Групповая технология позволяет использовать переналаживаемую оснастку, чтобы, заменив лишь вкладыш у приспособлений и стандартный инструмент для

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

получения требуемых размеров у разных деталей, можно было без переналадки станка обрабатывать любую из деталей данной группы. Групповая технология широко используется в мелкосерийном и серийном производстве, позволяя повысить коэффициент закрепления операций до 3-10 и создавая условия производства, близкие к крупносерийному и массовому.

Для нашего случая выбираем - типовой технологический процесс, так как проектные техпроцессы в дипломном проекте разрабатываются для группы корпусов с общими конструктивными и технологическими признаками и характеризуются единством содержания большинства технологических операций (одинаковых установок, позиций, переходов).

#### Предложения по усовершенствованию технологического процесса:

1. Замена метода получения исходной заготовки.
2. Замена универсального оборудования и оборудования с ЧПУ на обрабатывающий центр.
3. Концентрация операций технологического процесса.
4. Концентрация технологических переходов.
5. Сокращение количества станочных приспособлений.
6. Замена специального режущего инструмента универсальным.
7. Замена специального мерительного инструмента универсальным.

#### 2.3.2.1 Выбор исходной заготовки

Технологический процесс получения заготовки определяется технологическими свойствами материала, формой и размерами детали.

Детали сложной конфигурации из алюминиевых сплавов получают литьем в кокиль, литьем под давлением или холодной объемной штамповкой.

В действующем технологическом процессе заготовки закупают у поставщиков в виде плит из алюминиевого сплава, но из-за этого КИМ очень низкий и экономически затратно. Литье в кокиль обеспечивает точность заготовки

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

по 14 качеству, глубина дефектного слоя составит 250-400 мкм, высота шероховатостей 100-200 мкм.

Литье под давлением обеспечивает точность заготовки по 12 качеству, глубина дефектного слоя составит 80-150 мкм, высота шероховатостей 10-40 мкм.

Применение холодной штамповки повышенной точности позволило бы получить заготовку с точностью по 11 качеству, глубиной дефектного слоя 150-300 мкм, высотой шероховатостей 80-200 мкм. Для штамповки необходимо применять деформируемый алюминиевый сплав, данный метод подходит, т.к. мы используем сплав Д16. Применение данного метода позволит значительно уменьшить КИМ. Это позволит сократить металлоемкость и трудозатраты. Поэтому в качестве метода получения заготовки примем холодную штамповку (рис. 20).

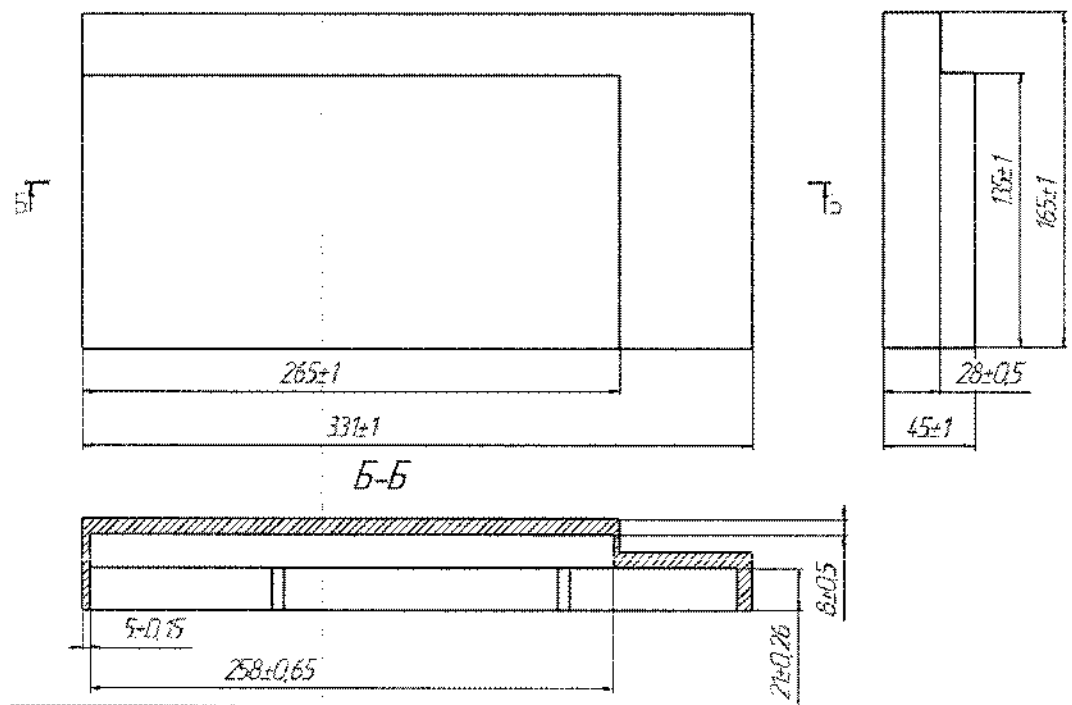


Рисунок 20 – эскиз заготовки

Массу заготовки определяем по формуле:

$$m_{\text{заг}} = V_{\text{общ}} \cdot \rho, \text{ кг}$$

$$\rho = 2800 \text{ кг/м}^3.$$

$V_{\text{общ}}$  - общий объем заготовки,  $\text{м}^3$

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

1510012016.887.00.00 ПЗ

Лист  
35



Общий объем определяем по формуле:

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{плиты}} - (V_2 + V_3 + V_4 + V_5), \text{ м}^3$$

Объем каждой части заготовки определим по формуле:

$$V = b \cdot h \cdot l, \text{ M}^3$$

l — Длина заготовки [мм];

b — Ширина заготовки [мм;

$h$  — Высота заготовки [мм].

Подставив в формулу соответствующие значения, получим:

$$V_{\text{плиты}} = 331 \cdot 165 \cdot 45 = 2457675 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = 17 \cdot 331 \cdot 30 = 168810 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = 17 \cdot 66 \cdot 135 = 151470 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = 21 \cdot 321 \cdot 155 = 1044855 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = 258 \cdot 16 \cdot 125 = 516000 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{общ}} = 2457675 - (168810 + 151470 + 1044855 + 516000) = 576540 \text{ мм}^3$$

$$= 0.00107654 \text{ м}^3$$

Подставив в формулу соответствующие значения, получим:

$$m_{\text{заг}} = 0,00117654 \cdot 2800 = 3,29 \text{ кг}$$

Масса детали определяется по чертежу детали,  $m_d = 2,81$  кг.

$$K_{IM} = 2,81/3,29 = 0,85.$$

Теперь мы видим, что данный метод в два раза повысил коэффициент использования материала по сравнению с исходным технологическим процессом.

#### 2.3.2.2 Разработка и обоснование проектного технологического процесса

В сравнении с базовым технологическим процессом, в проектном мы сконцентрируем несколько фрезерных операций с ЧПУ в одну комплексную, а также оставим одну слесарную операцию. Исходя из этого предлагаю маршрут проектного технологического процесса (таблица 6).

Таблица 6 - Маршрут проектного технологического процесса

№ операции	Содержание операции	Оборудование
000	Заготовительная (Плита Д16 Б 50)	

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Окончание таблицы 6

001	Транспортирование	Тележка
005	Комплексная с ЧПУ	JMD-45ST
010	Слесарная	2A125, верстак
015	Контрольная	Стол контрольный
020	Отделочная	Верстак
025	Гравировочная	СПМЛ «Мини-Маркер-М20»
030	Транспортирование	Тележка

Проектный вариант операционного технологического процесса:

000 Заготовительная операция (рисунок 21)

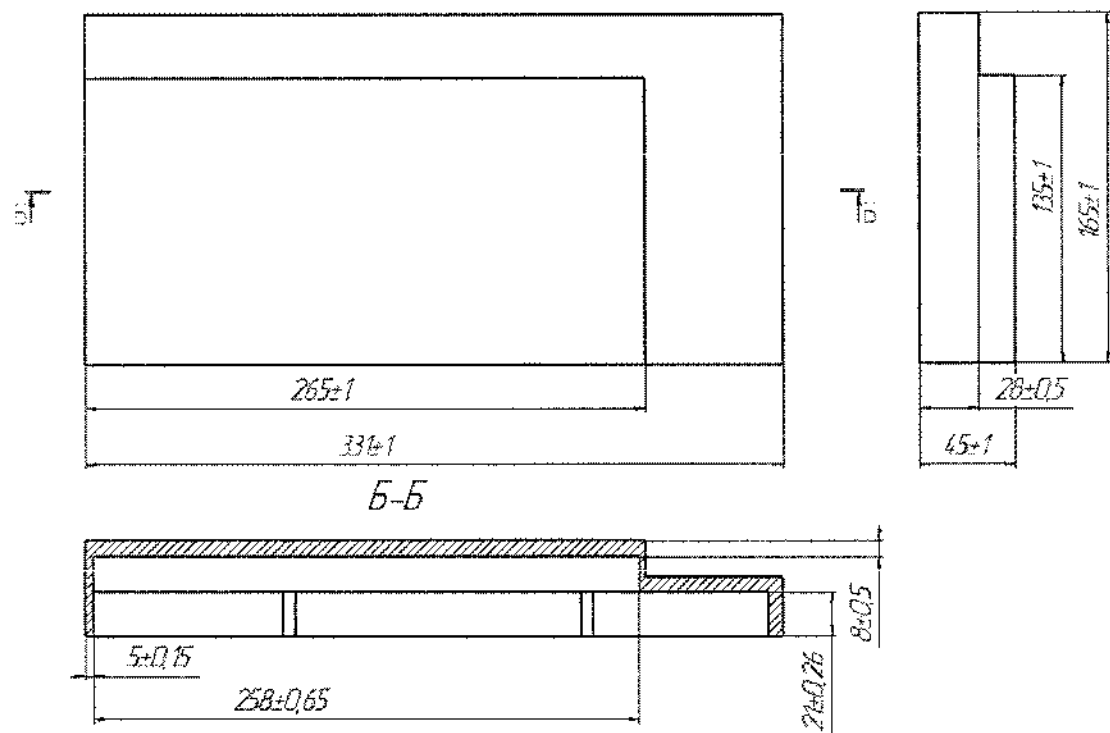


Рисунок 21 – Эскиз заготовки

005 Комплексная с ЧПУ

Установ А (рисунок 22)

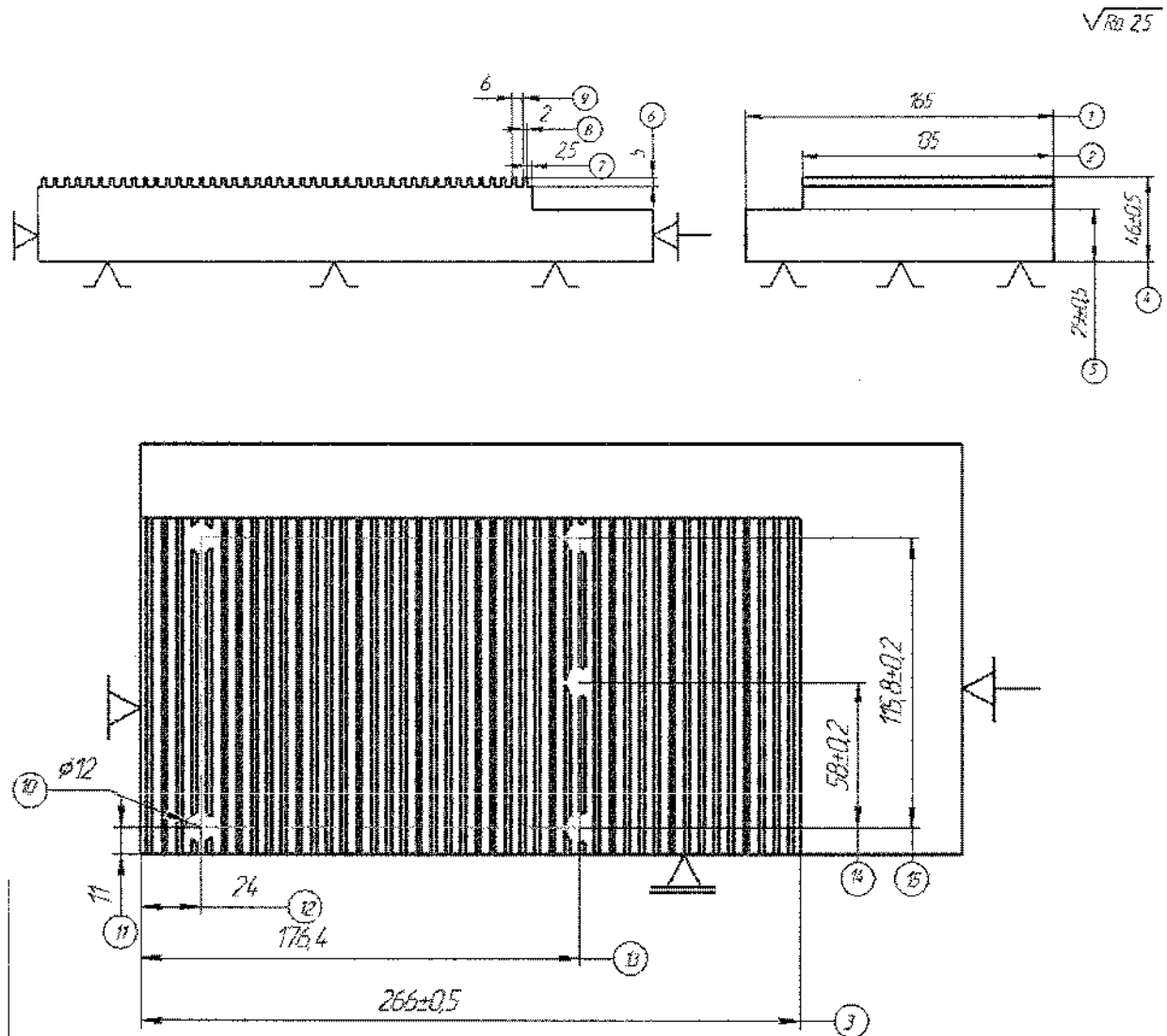


Рисунок 22 – Операционный эскиз 005 (установ А)  
Установ Б (рисунок 23)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.887.00.00 ПЗ

Лист  
38

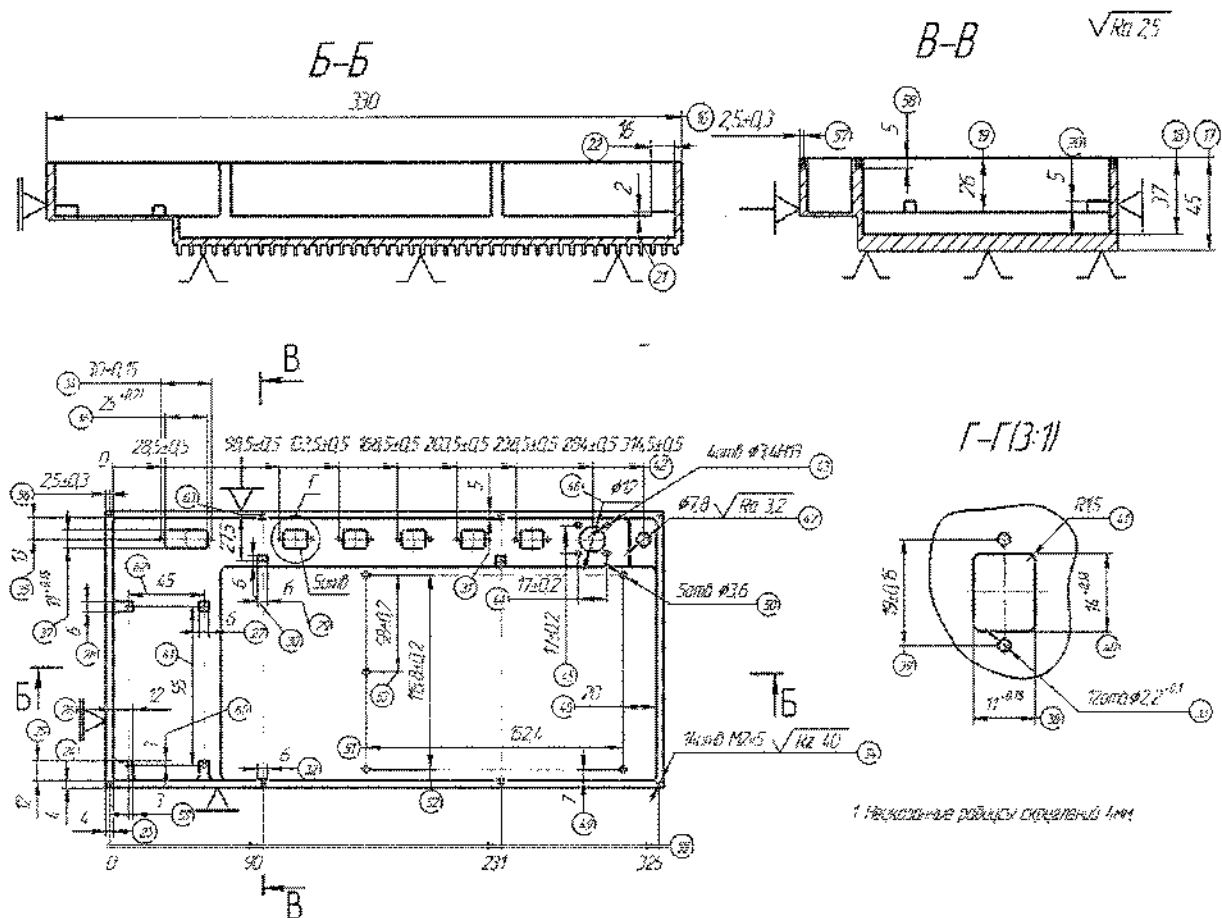


Рисунок 23 – Операционный эскиз 005 (установ В)

Установ В (рисунок 24)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
						39

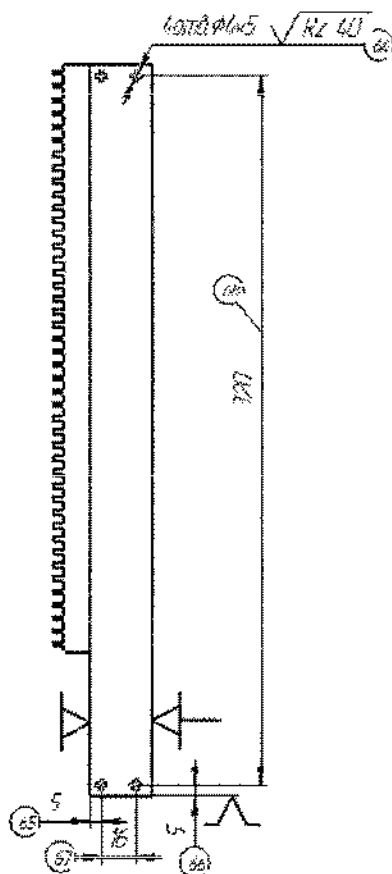


Рисунок 24 – Операционный эскиз 005 (установ В)

010 Слесарная:

Притупить острые кромки. Контроль рабочего 100%.

015 Контрольная:

Проверить деталь согласно чертежу. Контроль рабочего 100%.

020 Отделочная:

Согласно МК-П.

025 Гравировочная СПЛМ:

Гравировать все надписи согласно чертежу по Т-05-021. (СПЛМ “Мини-Маркер-М20”, Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1; ГОСТ 166-80). Контроль рабочим.

030 Транспортирование

#### Выбор оборудования и инструмента

Все операции механической обработки будем производить на фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ JET JMD-45ST (рисунок 25). Обрабатывающие

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

A large industrial ultrasonic testing machine, likely a Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT) system. It features a heavy metal frame with a large, flat control panel on the right side. The panel includes a digital display and numerous buttons. A probe is visible on the left side of the machine. The machine is mounted on a base with casters.

Особенности фрезерного станка JMD-45ST: Инструментальный магазин на 8 инструментов, точные линейные направляющие по 3м координатам, возможность подключения 4ой оси, кабинетная защита зоны обработки, конус шпинделя BT30, линейные направляющие.

Таблица 10 – Технические характеристики станка JET JMD-45ST

Характеристика	Значение
Артикул 400 В	50000402Т
Размер стола по оси X и Y	810 x 250 мм
T-образный паз, 4	16 мм
Вылет шпинделя	250 мм
Макс. нагрузка на стол	80 кг
Перемещение по оси X/Y/Z	390 x 210 x 340 мм
Расстояние шпиндель-стол	50-388 мм
Размер винта ШВП	Ø25x5 мм
Ускоренная подача X/Y/Z	15 мм/мин
Рабочая подача X/Y/Z	10 мм/мин
Частота вращения шпинделя, плавно	55-8000 об/мин
Мощность шпинделя	1,5 кВт
Конус шпинделя	BT30
Привод шпинделя	ременный
Тип магазина	карусель, 9 поз.
Макс. габариты инструмента	Ø80x200 мм
Макс. масса инструмента	3 кг
Время индексации инструмента	0,5 с
Диапазон нарезаемой резьбы	M3-M8 алюм M4-M8 сталь
Мощность автоподачи X/Y/Z	0,75 кВт
Мощность насоса СОЖ	0,09 кВт
Необходимое давление воздуха	5,5 кг/см <sup>2</sup>
Габаритные размеры (ДхШхВ)	2300 x 1570 x 2230 мм
Масса	1085 кг

Стоимость фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ JET JMD-45ST VL510 - 1 783 000 рублей.

Для гравировочной операции используем СПЛМ Мини-маркер M20. Это надежное оборудование с низким электропотреблением и отсутствием расходных материалов. Высокое качество изображений и универсальность оборудования, что обеспечивает его широкое применение в различных отраслях промышленного производства и для решения специализированных задач в научной и производственной деятельности. Главные преимущества: высокая точность позиционирования лазерного излучения, возможность цветной лазерной маркировки металлов, регулируемые скорость перемещения луча, частоты следования импульсов и мощности лазерного излучения, различные варианты комплектации и дополнительные опции, расширяющие возможности стандартного

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

оборудования, возможность интегрирования в производственную линию для работы в авто режиме, в том числе с маркировкой изделий на ленте в движении или с остановкой.

Для работы на обрабатывающем центре подберём режущий инструмент, который будем использовать на 005 операции.

Для обработки детали по контуру выбираем твердосплавную, цельную концевую фрезу CoroMill Plura R215.H4-20050EAC06H 1610 (рисунок 26). Максимальная глубина резания 45мм, диаметр резания 20мм. Концевая фреза крепится в оправку Weldon H35 D20 (рисунок 27).

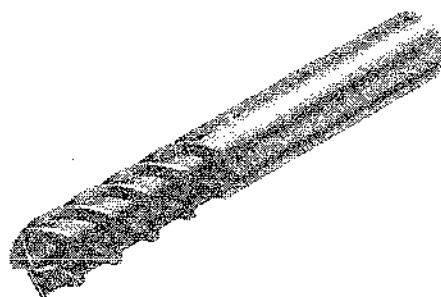


Рисунок 26 – Концевая фреза R215.H4-20050EAC06H 1610

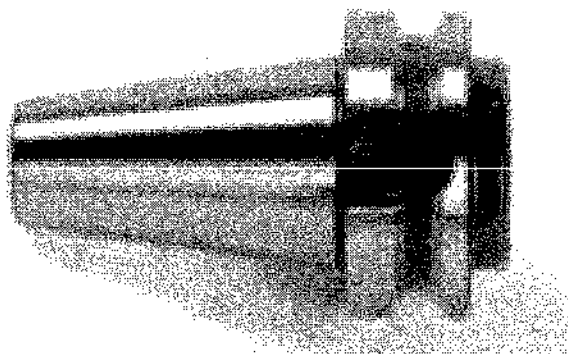


Рисунок 27 – Оправка для концевой фрезы Weldon H35 D20

Для обработки пазов диаметром 12 мм и прямоугольных уступов будем использовать, цельную головку CoroMill 316 316-25SM345-25040A H10F (рисунок 28). Размер соединения E25. Твердосплавная головка крепится в переходник Coromant Capto C6-391.EH-25 103 (рисунок 29).

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43



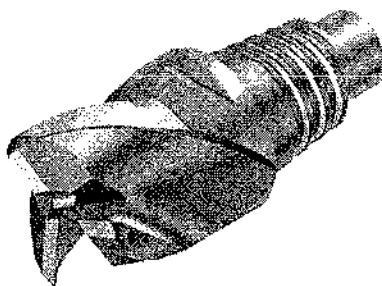


Рисунок 28 – Фреза 316-25SM345-25040A H10F

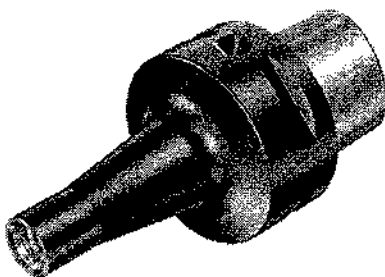


Рисунок 29 – Переходник C6-391.ЕН-25 103

Для сверления отверстия 4мм выбираем твердосплавное цельное сверло CoroDrill 460 – 460.1-0404-020A1-ХМ (рисунок 30). Диаметр соединения 4,04 мм. Для крепления используется сверлильный патрон C6-391.31-13 092.

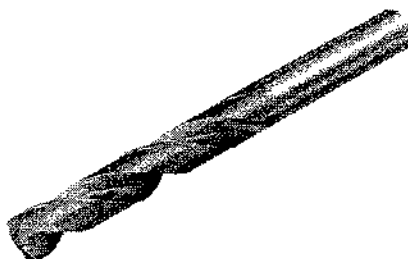


Рисунок 30 – Сверло 460.1-0404-020A1-ХМ

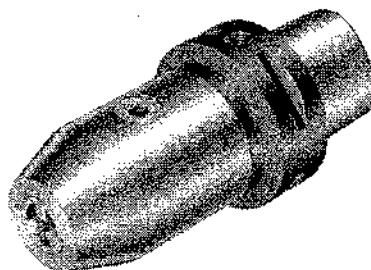


Рисунок 31 - Сверлильный патрон C6-391.31-13 092

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Для сверления отверстия 3,6мм выбираем твердосплавное цельное сверло CoroDrill 460 – 460.1-0202-020A1-XM . Диаметр соединения 3,6 мм. Используется переходник как и при фрезеровании Coromant Capto C6-391.ЕН-25 103.

Для сверления отверстия 3,4мм выбираем твердосплавное цельное сверло CoroDrill 460 – 460.1-0498-025A1-XM . Диаметр соединения 3,4 мм. Используется переходник как и при фрезеровании Coromant Capto C6-391.ЕН-25 103.

Для сверления отверстия 2,2мм выбираем твердосплавное цельное сверло CoroDrill 393 – 393.1-0492-021A1-XM (рисунок 31). Диаметр соединения 2,2 мм. Используется переходник как и при фрезеровании Coromant Capto C6-391.ЕН-25 103.

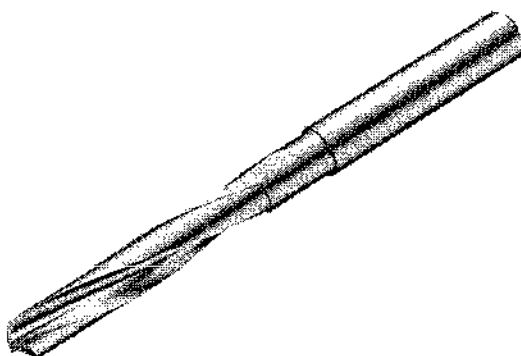


Рисунок 31 - сверло 393 – 393.1-0492-021A1-XM

Для сверления отверстия 1,8мм выбираем твердосплавное цельное сверло CoroDrill 392 – 392.1-0490-025A1-XM . Диаметр соединения 1,8 мм. Используется переходник как и при фрезеровании Coromant Capto C6-391.ЕН-25 103.

Для нарезания резьбы выбираем метчик раскатник CoroTap 400 – E097M2 (рисунок 32). Диаметр соединения 2 мм. Для данного метчика применяется цанга ER 25 – 393.14-25 D060X049 (рисунок 33). Цанга в свою очередь крепится в переходник от Coromant Capto – C6-391.14-25060 (рисунок 34).

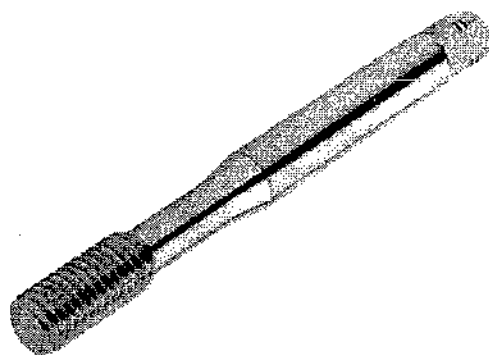


Рисунок 32 – Метчик раскатник E097M2

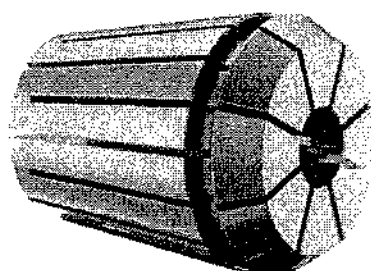


Рисунок 33 – Цанга 393.14-25 D060X049

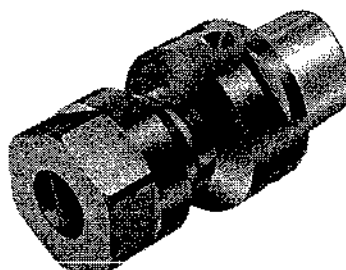


Рисунок 34 – Переходник C6-391.14-25060

### 2.3.2.3 Размерный анализ проектного варианта технологического процесса

Размерная схема процесса строится на базе промежуточных и окончательных размеров проставленных на операционных эскизах альбома технологической документации. Такая особенность построения требует тщательного изучения характера простановки выполняемых размеров.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Проставляются размеры, которые получаются на каждой операции в отдельности при обработке поверхностей. Большое внимание уделяется припускам и напускам. Если поверхность появляется впервые, то слой металла, снятый при обработке, считается напуском. Припуски снимаются при повторной обработке поверхности.

В размерной схеме (рисунок 35) определяются замыкающие звенья. Данная размерная схема проверяется на соответствие правилу: допуск на размер должен быть больше или равен полю рассеяния замыкающего звена. Замыкающими звеньями являются невыполняемые чертёжные размеры и припуск.

Расчёт припуска [17#18] :

$$[17\#18] = (17\#128) - (128\#18)$$

$$[17\#18] = 46 \pm 0,5 - 45 = 1 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

Расчёт припуска [87#88] :

$$[87\#88] = (18\#88) + (17\#18) - (17\#87)$$

$$[87\#88] = 26 + 1 \pm 0,5 - 22 \pm 0,5 = 5 \pm 1 \text{ мм.}$$

Максимальное значение: 6 мм.

Минимальное значение: 4 мм.

Запас положительный, равный 4 мм. Металл идёт в стружку.

Расчёт припуска [98#97] :

$$[98\#97] = (97\#17) - (17\#18) - (18\#98)$$

$$[87\#88] = 30 \pm 0,5 - 1 \pm 0,5 - 29 \pm 0,5 = 0 \pm 1,5 \text{ мм.}$$

Максимальное значение: 1,5 мм.

Минимальное значение: -1,5 мм.

Пример расчёт припуска [127#128] :

$$[127\#128] = (127\#17) - (17\#128)$$

$$[127\#128] = 47 \pm 1 - 46 \pm 0,5 = 1 \pm 1,5 \text{ мм.}$$

Максимальное значение: 2,5 мм.

Минимальное значение: -0,5 мм.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

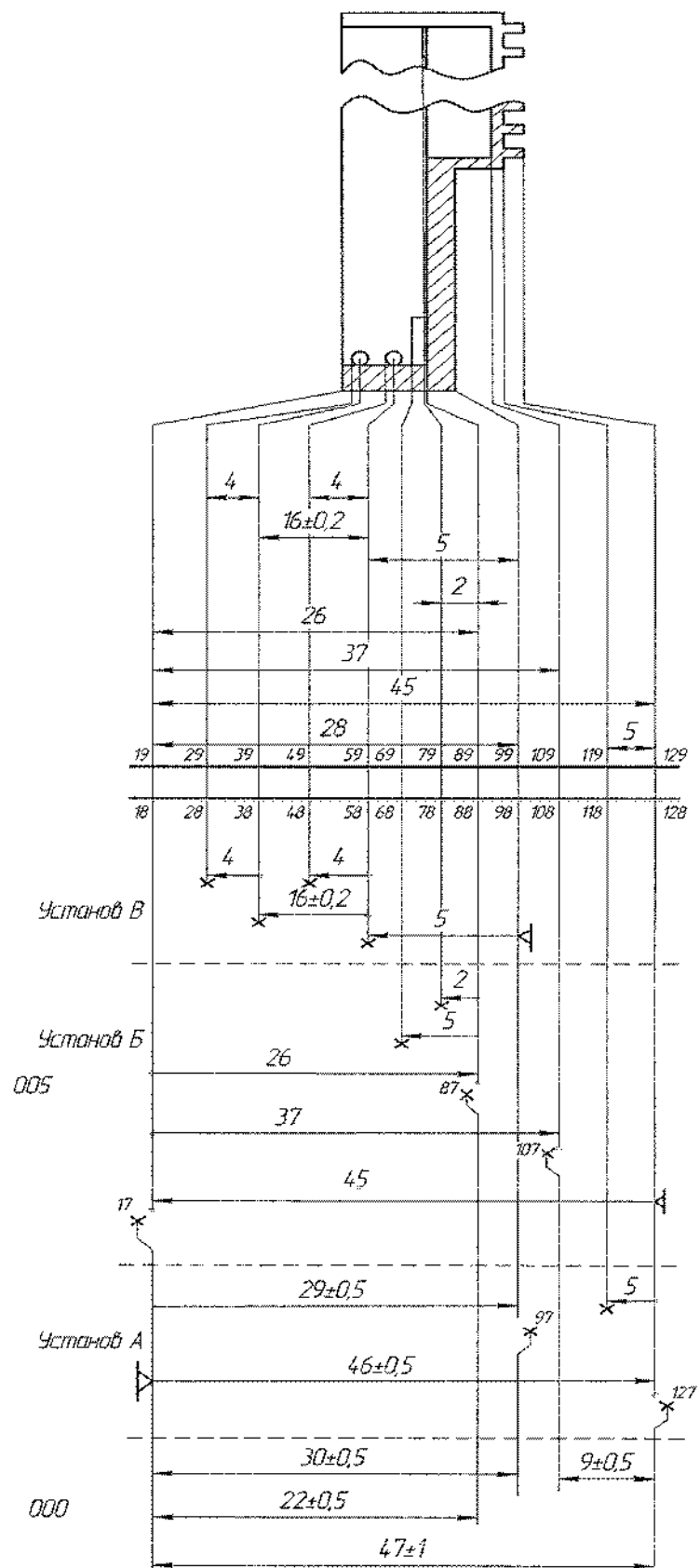


Рисунок 35 — Размерная цепь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1510012016.887.00.00 ПЗ

Лист  
48

Пример расчёта припуска [127#128] :

$$[127\#128] = (127\#17) - (17\#128)$$

$$[127\#128] = 47 \pm 1 - 46 \pm 0,5 = 1 \pm 1,5 \text{ мм.}$$

Максимальное значение: 2,5 мм.

Минимальное значение: -0,5 мм.

Пример расчёта припуска [107#108] :

$$[107\#108] = - (108\#128) - (128\#127) + (127\#107)$$

$$[107\#108] = 9 \pm 0,5 - 1 \pm 1,5 - 8 = 0 \pm 2 \text{ мм.}$$

Максимальное значение: 2 мм.

Минимальное значение: -2 мм.

При размерном анализе проектного варианта технологического процесса было выявлено, что все размеры в размерной схеме связаны между собой и не имеют циклов. По проведенному расчету размерных схем определяем минимальный припуск и видим, что брака не выявлено.

#### 2.3.2.4 Расчет режимов резания и норм времени

Общемашиностроительные нормативы времени предназначаются для расчета технически обоснованных норм времени на работы.

Рассчитаем нормы времени и режимы резания для операции «005 Комплексная с ЧПУ»:

Установ А.

1) Фрезеровать поверхности заготовки:

Инструмент: Фреза  $\varnothing$  12 мм

Марка инструмента: ВК8

Количество зубьев фрезы: 4

Вид обработки: чистовой

Рекомендуемая скорость резания: 40м/мин.

Обрабатываемый материал: Д16 (дюраль)

Величина съема на 1 зуб: 0,3 мм .

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

число проходов  $i = 1$ ;

Частота вращения:

$$n = 1000v / (\pi D) = 1000 \cdot \frac{40}{3,14} \cdot 12 = 1062 \text{ об/мин};$$

Подача минутная:

$$S_m = m n S_z = 3 \cdot 1062 \cdot 0,03 = 955 \text{ мм/мин.}$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{3742}{955} = 3,92 \text{ мин}$$

Таблица 11. Общие рекомендации по режимам резания, при фрезеровании.

МАТЕРИАЛ	ТВЕРДОСТЬ	СКОРОСТЬ (М/МИН)				ДИАМЕТР ИНСТРУМЕНТА					
		БЕЗ ПОКРЫТИЯ	П-НАМТЕ	П-НАМТЕ-С	П-НАМТЕ-А	1 - 3 мм	3,5 - 5 мм	6 - 9 мм	10 - 14 мм	16 - 25 мм	
ПОДАЧА (ММ/ЗУБ)											
Стали общего применения	<150HB	150	175	175	210	0,012-0,018	0,019-0,024	0,025-0,050	0,052-0,080	0,085-0,18	
	<190HB	120	140	140	165	0,010-0,016	0,016-0,022	0,024-0,048	0,050-0,070	0,075-0,100	
	<240HB	90	105	105	125	0,008-0,014	0,016-0,020	0,022-0,044	0,045-0,055	0,060-0,080	
	Цементируемые стали	<235HB	100	115	115	140	0,010-0,016	0,018-0,022	0,024-0,045	0,048-0,060	0,065-0,150
	<285HB	80	95	95	110	0,008-0,012	0,014-0,018	0,019-0,044	0,045-0,055	0,058-0,080	
	Азотируемые стали	<285HB	90	105	105	125	0,008-0,012	0,014-0,018	0,019-0,044	0,045-0,055	0,058-0,080
	<385HB	70	80	80	95	0,006-0,008	0,009-0,018	0,020-0,022	0,022-0,030	0,032-0,060	
	Среднеуглеродистые стали	<200HB	80	95	95	110	0,012-0,018	0,020-0,024	0,026-0,035	0,038-0,055	0,060-0,170
	<285HB	80	70	70	85	0,010-0,016	0,019-0,023	0,025-0,033	0,036-0,054	0,058-0,120	
		<340HB	50	58	58	70	0,006-0,009	0,012-0,019	0,022-0,024	0,025-0,032	0,035-0,100
	<385HB	35	40	40	50	0,005-0,007	0,009-0,012	0,015-0,018	0,020-0,028	0,032-0,060	
	Инструментальные стали	<220HB	90	105	105	125	0,012-0,018	0,020-0,024	0,027-0,035	0,038-0,048	0,055-0,140
	<285HB	70	80	80	95	0,009-0,014	0,016-0,021	0,022-0,027	0,030-0,036	0,040-0,100	
		<340HB	60	70	70	85	0,007-0,012	0,015-0,020	0,021-0,026	0,026-0,035	0,038-0,095
	<395HB	45	50	50	65	0,006-0,011	0,014-0,018	0,020-0,025	0,026-0,033	0,036-0,090	
		>395HB	30	35	35	45	0,004-0,009	0,012-0,016	0,018-0,023	0,024-0,030	0,034-0,080
Нержавеющие стали	<200HB	80	85	85	95	0,006-0,011	0,012-0,016	0,017-0,024	0,026-0,032	0,035-0,080	
	<240HB	60	65	65	70	0,005-0,010	0,011-0,014	0,016-0,022	0,025-0,030	0,034-0,065	
	>270HB	40	45	45	55	0,004-0,008	0,009-0,012	0,014-0,018	0,019-0,025	0,028-0,050	
Стальное литье	<150HB	110	125	135	150	0,012-0,018	0,019-0,024	0,025-0,035	0,036-0,048	0,055-0,150	
	<200HB	80	90	95	110	0,009-0,012	0,013-0,018	0,019-0,022	0,023-0,030	0,038-0,100	
	>200HB	60	70	75	85	0,004-0,007	0,008-0,010	0,011-0,015	0,016-0,024	0,030-0,080	
Жаропрочные стали	<200HB	30	40	40	45	0,011-0,013	0,014-0,016	0,017-0,020	0,021-0,026	0,028-0,050	
	<275HB	20	23	23	24	0,009-0,011	0,012-0,014	0,015-0,018	0,019-0,024	0,026-0,045	
	<325HB	18	20	20	22	0,007-0,009	0,010-0,012	0,013-0,016	0,017-0,022	0,024-0,043	
	<375HB	16	18	18	20	0,006-0,008	0,009-0,011	0,012-0,015	0,016-0,020	0,022-0,040	
	<395HB	12	14	14	16	0,005-0,007	0,008-0,010	0,011-0,014	0,015-0,018	0,020-0,035	
	>395HB	8	9	9	10	0,004-0,006	0,006-0,008	0,008-0,010	0,011-0,016	0,018-0,030	
Титановые сплавы	<150HB	100	115	115	130	0,007-0,009	0,010-0,013	0,016-0,025	0,030-0,045	0,048-0,080	
	<225HB	70	75	75	90	0,006-0,008	0,009-0,012	0,017-0,024	0,029-0,044	0,046-0,078	
	<275HB	30	35	35	40	0,004-0,006	0,008-0,011	0,015-0,022	0,027-0,040	0,042-0,065	
	<350HB	10	11	11	12	0,004-0,006	0,007-0,010	0,013-0,020	0,024-0,035	0,038-0,050	
Чугуны	<200HB	120	130	145	155	0,015-0,017	0,018-0,021	0,023-0,035	0,028-0,050	0,058-0,180	
	>200HB	80	85	90	110	0,008-0,010	0,011-0,014	0,015-0,023	0,026-0,038	0,046-0,100	
Алюминий	<150HB	250	250	280	280	0,008-0,010	0,011-0,014	0,015-0,023	0,027-0,042	0,052-0,150	
Электролитическая медь		180	180	205	205	0,010-0,012	0,013-0,016	0,018-0,025	0,030-0,046	0,058-0,150	
Дюралюминий		350	350	350	350	0,018-0,020	0,024-0,040	0,045-0,070	0,080-0,120	0,150-0,250	

2) Фрезеровать пазы радиатора шириной 4 мм и длиной 128 мм:

Инструмент: Фреза ø 4 мм

Марка инструмента: ВК8

Количество зубьев фрезы: 4

Рекомендуемая скорость резания: 40м/мин

Обрабатываемый материал: Д16 (дюраль)

Величина съема на 1 зуб: 0,1 мм (смотрим в рекомендации производителя и выбираем сами в зависимости от вида обработки)

число проходов  $i = 1$ ;

Частота вращения:

$$n = 1000v / (\pi D) = 1000 \cdot \frac{40}{3,14} \cdot 4 = 3183 \text{ об/мин};$$

Подача минутная:

$$S_m = m n S_z = 3 \cdot 3183 \cdot 0,1 = 954 \text{ мм/мин.}$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{5760}{954} = 6,04 \text{ мин}$$

Суммарное основное время на установе А –  $T_o^A = 9,96 \text{ мин.}$

Установ Б:

3) Фрезеровать поверхности:

Инструмент: Фреза  $\varnothing 20 \text{ мм}$

Марка инструмента: ВК8

Количество зубьев фрезы: 4

Вид обработки: чистовой

Рекомендуемая скорость резания: 40м/мин (берем из каталога производителя)

Обрабатываемый материал: Д16 (дюраль)

Величина съема на 1 зуб: 0,3 мм (смотрим в рекомендации производителя и выбираем сами в зависимости от вида обработки)

число проходов  $i = 1$ ;

Частота вращения:

$$n = 1000v / (\pi D) = 1000 \cdot \frac{40}{3,14} \cdot 20 = 1062 \text{ об/мин};$$

Подача минутная:

$$S_m = m n S_z = 3 \cdot 1062 \cdot 0,3 = 955 \text{ мм/мин.}$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{4757}{955} = 4,98 \text{ мин}$$

4) Фрезеровать пазы 11x25мм и 11x19мм, отверстия  $\varnothing 4 \text{ мм}$  и  $\varnothing 7,8 \text{ мм}$  :

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51



Инструмент: Фреза  $\varnothing 4$  мм

Марка инструмента: BK8

Количество зубьев фрезы: 4

Вид обработки: чистовой

Рекомендуемая скорость резания: 40м/мин (берем из каталога производителя)

Обрабатываемый материал: Д16 (дюраль)

число проходов  $i = 1$ ;

Частота вращения:

$$n = 1000v / (\pi D) = 1000 \cdot \frac{40}{3,14} \cdot 4 = 3183 \text{ об/мин};$$

Подача минутная:

$$S_m = m n S_z = 3 \cdot 3183 \cdot 0,1 = 954 \text{ мм/мин.}$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{450}{954} = 0,47 \text{ мин}$$

5) Сверлить 5 отверстий  $\varnothing 3,6$  мм:

$D = 3,6$  мм;  $L = 3$  мм;  $t = 0,5D = 1,8$  мм;  $i = 1$ ;

Подача при сверлении зависит, прежде всего, от диаметра сверла, а также от физико-механических свойств обрабатываемого материала, глубины отверстия и др. факторов.

для сверл с  $d \leq 10$  мм  $S_o = 0,025 \times K_S \times K_{HBS} \times K_{IS} \times K_{IS} \times d$ , мм/об

для сверл с  $d > 10$  мм  $S_o = 0,063 \times K_S \times K_{HBS} \times K_{IS} \times K_{IS} \times d^{0,6}$ , мм/об,

где  $K_S$  — коэффициент, учитывающий влияние марки обрабатываемого материала (определяется по табл. 12);  $K_{HBS}$  и  $K_{IS}$  — коэффициенты, учитывающие соответственно влияние твердости обрабатываемого материала и глубины отверстия  $l_o$ , мм. Эти коэффициенты могут быть определены по табл. 14;  $K_{IS}$  — коэффициент, характеризующий условия сверления: для «обычных» условий сверления  $K_{IS} = 1,0$ , для тяжелых условий  $K_{IS} = 0,6$ . Под тяжелыми условиями подразумевается сверление отверстий в деталях малой жесткости, для получения сквозных отверстий, отверстий на наклонных поверхностях и т.п.

$$S_o = 0,025 \times 2,5 \times 0,67 \times 1,24 \times 0,6 \times 3,6 = 0,11 \text{ мм/об};$$

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Скорость резания при сверлении  $V$  для режима нормальной интенсивности может быть рассчитана по формулам:

$$V = \frac{9,8 \cdot d^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S_0^{0,5}} \cdot K_v \cdot K_{HBv} \cdot K_{lv} \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_{\Phi} = \frac{9,8 \cdot 3,6^{0,4}}{21,57^{0,2} \cdot 0,11^{0,5}} \cdot 1,65 \cdot 0,77 \times \\ \times 1,61 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,85 \cdot 1 = 49 \text{ мм/мин};$$

Таблица 12 – коэффициенты на материал

Обрабатываемый материал	$K_S$	$K_v$
Стали повышенной обрабатываемости (типа А20, и др.)	1,2	1,2
Стали углеродистые качественные (типа стали 40, 45, 50 и др.)	1,0	1,0
Стали низколегированные (типа 20Х, 40Х, 30Г и др.)	0,9	0,9
Стали среднелегированные (типа 35ХГСА, 38ХМА, 38ХС, 18ХНВА и др.)	0,8	0,75
Стали высоколегированные коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные (типа 20Х13, 12Х18Н10Т и др.)	0,7	0,6
Чугун серый	1,5	1,0
Алюминиевые сплавы	2,5	1,65
Медные сплавы	2,5	1,5

Таблица 13 – поправочные коэффициенты

Обрабатываемый материал	$K_{HBS}$	$K_{IS}$	$K_{HBv}$	$K_{lv}$
Сталь	$\left(\frac{200}{HB}\right)^{1,2}$	$1,4 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^{0,3}$	$\left(\frac{200}{HB}\right)^{0,9}$	$1,7 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^{0,5}$
Чугун	$\left(\frac{190}{HB}\right)^{1,5}$	$1,2 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^{0,2}$	$\left(\frac{190}{HB}\right)^{1,0}$	$1,5 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^{0,4}$
Алюминиевые сплавы	$\left(\frac{80}{HB}\right)^{1,5}$	$1,2 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^{0,2}$	$\left(\frac{80}{HB}\right)^{1,0}$	$1,5 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^{0,4}$
Медные сплавы	$\left(\frac{120}{HB}\right)^{1,5}$	$1,2 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^{0,2}$	$\left(\frac{120}{HB}\right)^{1,0}$	$1,5 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^{0,4}$

где  $T$  — заданная стойкость сверла, мин. Рекомендуемое значение стойкости может быть принято по нормативам или подсчитано по приближенным эмпирическим зависимостям, приведенным в таблице 14 (см. также приведенные ниже пояснения по выбору коэффициента  $K_T$ ).

Поправочный коэффициент  $K_v$ , характеризующий влияние марки обрабатываемого материала, находят по таблице 12.

Таблица 14 – коэффициенты стойкости

Обрабатываемый материал	Стойкость $T$ , мин	
	Класс точности сверла А1	Класс точности сверла В и В1
Сталь	$10d^{0,6}$	$6d^{0,7}$
Чугун	$24d^{0,6}$	$17d^{0,5}$

Поправочный коэффициент  $K_{HB}$ , характеризующий влияние твердости обрабатываемого материала и коэффициент  $K_{lv}$ , характеризующий длину (глубину) обрабатываемого отверстия  $l_0$ , выбирают по таблице 13.

Поправочный коэффициент  $K_M$ , характеризующий инструментальный материал сверла, определяют по таблице 15.

Таблица 15 – коэффициенты на материал сверла

Марка быстрорежущей стали	$K_M$
P6M5	1,0
P6M5K5	1,06
P6M4K8	1,17
P2M5, 11P3M3Ф2	0,92

При выборе инструментального материала для изготовления сверла следует принимать во внимание следующие соображения. Для обычных условий сверления алюминиевых сплавов, имеющих пониженную твердость ( $HB < 180$ ), можно использовать сверла из стали P6M5. Для алюминиевых сплавов повышенной обрабатываемости, а также материалов с низкой твердостью  $HB 130...150$ , можно применять малолегированные недорогие быстрорежущие стали P2M5 и 11P3M3Ф2.

Поправочный коэффициент  $K_n$  характеризует наличие износостойкого покрытия. Для сверл без покрытия принимают  $K_n = 1,0$ , для сверл с износостойким покрытием  $K_n = 1,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_T$ , характеризующий степень точности сверла, определяют по таблице 16. Сверла повышенной точности класса А1, изготовленные методом вышлифовки канавок и спинок, имеют более высокую стойкость, используются обычно на ответственных работах, на

автоматизированном оборудовании, при повышенных требованиях к надежности инструмента и т. п. Такие сверла имеют большую стоимость и изготавливаются, как правило, небольших диаметров.

Таблица 16 – коэффициенты от класса точности

Тип сверла	Класс точности	$K_T$
Фрезерованные или катанные	B B1	1,0 1,05
Шлифованные	A1	1,15

Поправочный коэффициент  $K_c$  характеризует длину рабочей части сверла.

Чаще всего для сверления отверстий в машиностроении используют сверла средней серии с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903-77(переиздание 1986г.) или с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ10902-77(переиздание 1986г.). Для сверления отверстий малой глубины в массовом и крупносерийном производстве для повышения стойкости рекомендуется применять сверла короткой серии, а для обработки глубоких отверстий — длинные и удлиненные сверла соответствующих серий. Для сверл средней серии длину рабочей части  $l$ , мм, можно в первом приближении подсчитать по эмпирической формуле  $l = 15d^{0,7}$ , мм.

Зная длину рабочей части сверла, значение поправочного коэффициента  $K_c$  можно подсчитать по формуле :

$$K_c = 1,7\left(\frac{d}{l_1}\right)^{0,3}$$

Поправочный коэффициент  $K_\phi$ , характеризующий форму заточки режущей части сверла, устанавливают согласно табл. 17.

Частоту вращения шпинделя  $n$  определяют по формуле:

$$n = 1000v/\pi d = 4332 \approx 4300 \text{ об/мин};$$

Подача минутная:

$$S_m = n S_o = 0,11 \cdot 4300 = 473 \text{ мм/мин.}$$

$dl$  — путь врезания инструмента, мм;  $l_0$  — глубина сверления, мм;  $l_2$  — величина выхода обычно принимается равной 1...2 мм.

$$L = dl + l_0 + l_2.$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{0,2+3+2}{473} \cdot 5 = 0,06 \text{ мин}$$

Таблица 17 – коэффициенты зависящие от формы заточки

Обрабатываемый материал	Форма заточки		d, мм	K <sub>ф</sub>
	Наименование	Обозначение		
Сталь, стальные отливки, чугун	Нормальная (без полточек)	Н	—	1,0
Стальные отливки $\sigma_B < 500$ МПа с коркой	Нормальная с подточкой перемычки	НП	Св. 12	
Стальные отливки $\sigma_B < 500$ МПа с коркой и чугун с коркой	Двойная (с двойным углом $\phi$ )	Д		
	Двойная с подточкой перемычки	ДП		1,2

б) Сверлить 4 отверстий  $\varnothing 3,4$  мм:

d = 3,4 мм; l = 3 мм; t = 0,5D = 1,7 мм; i = 1;

Подача при сверлении зависит, прежде всего, от диаметра сверла, а также от физико-механических свойств обрабатываемого материала, глубины отверстия и др. факторов.

для сверл с d ≤ 10 мм  $S_o = 0,025 \times K_S \times K_{HBS} \times K_{IS} \times K_{IS} \times d$ , мм/об

для сверл с d > 10 мм  $S_o = 0,063 \times K_S \times K_{HBS} \times K_{IS} \times K_{IS} \times d^{0,6}$ , мм/об,

где  $K_S$  — коэффициент, учитывающий влияние марки обрабатываемого материала (определяется по табл. 12);  $K_{HBS}$  и  $K_{IS}$  — коэффициенты, учитывающие соответственно влияние твердости обрабатываемого материала и глубины отверстия  $l_o$ , мм. Эти коэффициенты могут быть определены по табл. 14;  $K_{IS}$  — коэффициент, характеризующий условия сверления: для «обычных» условий сверления  $K_{IS} = 1,0$ , для тяжелых условий  $K_{IS} = 0,6$ . Под тяжелыми условиями подразумевается сверление отверстий в деталях малой жесткости, для получения сквозных отверстий, отверстий на наклонных поверхностях и т.п.

$$S_o = 0,025 \times 2,5 \times 0,67 \times 1,33 \times 0,6 \times 3,4 = 0,11 \text{ мм/об;}$$

Скорость резания при сверлении V для режима нормальной интенсивности может быть рассчитана по формулам:

$$V = \frac{9,8 \cdot d^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S_0^{0,5}} \cdot K_v \cdot K_{HBv} \cdot K_{lv} \cdot K_M \cdot K_n \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_\Phi = \frac{9,8 \cdot 3,4^{0,4}}{20,8^{0,2} \cdot 0,11^{0,5}} \cdot 1,65 \cdot 0,77 \cdot$$

$$1,85 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,84 \cdot 1 = 55 \text{ мм/мин};$$

где  $T$  — заданная стойкость сверла, мин. Рекомендуемое значение стойкости может быть принято по нормативам или подсчитано по приближенным эмпирическим зависимостям, приведенным в таблице 12 (см. также приведенные ниже пояснения по выбору коэффициента  $K_T$ ).

Поправочный коэффициент  $K_v$ , характеризующий влияние марки обрабатываемого материала, находят по таблице 12.

Поправочный коэффициент  $K_{HBv}$ , характеризующий влияние твердости обрабатываемого материала и коэффициент  $K_{lv}$ , характеризующий длину (глубину) обрабатываемого отверстия  $l_0$ , выбирают по таблице 13.

Поправочный коэффициент  $K_M$ , характеризующий инструментальный материал сверла, определяют по таблице 14.

При выборе инструментального материала для изготовления сверла следует принимать во внимание следующие соображения. Для обычных условий сверления алюминиевых сплавов, имеющих пониженную твердость ( $HB < 180$ ), можно использовать сверла из стали Р6М5. Для алюминиевых сплавов повышенной обрабатываемости, а также материалов с низкой твердостью  $HB 130 \dots 150$ , можно применять малолегированные недорогие быстрорежущие стали Р2М5 и 11РЗМЗФ2.

Поправочный коэффициент  $K_n$  характеризует наличие износостойкого покрытия. Для сверл без покрытия принимают  $K_n = 1,0$ , для сверл с износостойким покрытием  $K_n = 1,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_T$ , характеризующий степень точности сверла, определяют по таблице 15. Сверла повышенной точности класса А1, изготовленные методом вышлифовки канавок и спинок, имеют более высокую стойкость, используются обычно на ответственных работах, на автоматизированном оборудовании, при повышенных требованиях к надежности

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

инструмента и т. п. Такие сверла имеют большую стоимость и изготавливаются, как правило, небольших диаметров.

Поправочный коэффициент  $K_c$  характеризует длину рабочей части сверла.

Чаще всего для сверления отверстий в машиностроении используют сверла средней серии с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903-77(переиздание 1986г.) или с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ10902-77(переиздание 1986г.). Для сверления отверстий малой глубины в массовом и крупносерийном производстве для повышения стойкости рекомендуется применять сверла короткой серии, а для обработки глубоких отверстий — длинные и удлиненные сверла соответствующих серий. Для сверл средней серии длину рабочей части  $l$ , мм, можно в первом приближении подсчитать по эмпирической формуле  $l = 15d^{0.7}$ , мм.

Зная длину рабочей части сверла, значение поправочного коэффициента  $K_c$  можно подсчитать по формуле:

$$K_c = 1,7\left(\frac{d}{l_1}\right)^{0.3}$$

Поправочный коэффициент  $K_\phi$ , характеризующий форму заточки режущей части сверла, устанавливают согласно табл. 16.

Частоту вращения шпинделя  $n$  определяют по формуле:

$$n = 1000v/\pi d = 5149 \approx 5100 \text{ об/мин};$$

$$\text{Подача минутная } S_m = n S_o = 0,11 \cdot 5100 = 561 \text{ мм/мин.}$$

$d_1$  — путь врезания инструмента, мм;  $l_0$  — глубина сверления, мм;  $l_2$  — величина выхода обычно принимается равной 1...2 мм.

$$L = d_1 + l_0 + l_2.$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{0,2+2+2}{561} \cdot 5 = 0,03 \text{ мин}$$

7) Сверлить 12 отверстий Ø2,2 мм:

$$d = 2,2 \text{ мм}; l = 2 \text{ мм}; t = 0,5D = 1,1 \text{ мм}; i = 1;$$

Подача при сверлении зависит, прежде всего, от диаметра сверла, а также от физико-механических свойств обрабатываемого материала, глубины отверстия и др. факторов.

$$\text{для сверл с } d \leq 10 \text{ мм } S_o = 0,025 \times K_S \times K_{HBS} \times K_{IS} \times K_{IS} \times d, \text{ мм/об}$$

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

для сверл с  $d > 10$  мм  $S_o = 0,063 \times K_S \times K_{HBS} \times K_{IS} \times K_{IS} \times d^{0,6}$ , мм/об,

где  $K_S$  — коэффициент, учитывающий влияние марки обрабатываемого материала (определяется по табл. 12);  $K_{HBS}$  и  $K_{IS}$  — коэффициенты, учитывающие соответственно влияние твердости обрабатываемого материала и глубины отверстия  $l_0$ , мм. Эти коэффициенты могут быть определены по табл. 14;  $K_{IS}$  — коэффициент, характеризующий условия сверления: для «обычных» условий сверления  $K_{IS} = 1,0$ , для тяжелых условий  $K_{IS} = 0,6$ . Под тяжелыми условиями подразумевается сверление отверстий в деталях малой жесткости, для получения сквозных отверстий, отверстий на наклонных поверхностях и т.п.

$$S_o = 0,025 \times 2,5 \times 0,67 \times 1,22 \times 0,6 \times 2,2 = 0,07 \text{ мм/об};$$

Скорость резания при сверлении  $V$  для режима нормальной интенсивности может быть рассчитана по формулам:

$$V = \frac{9,8 \cdot d^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S_o^{0,5}} \cdot K_v \cdot K_{HBS} \cdot K_{lv} \cdot K_M \cdot K_{II} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_{\Phi} = \frac{9,8 \cdot 2,2^{0,4}}{16,05^{0,2} \cdot 0,07^{0,5}} \cdot 1,65 \cdot 0,77 \cdot 1,56 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,81 \cdot 1 = 50 \text{ мм/мин};$$

где  $T$  — заданная стойкость сверла, мин. Рекомендуемое значение стойкости может быть принято по нормативам или подсчитано по приближенным эмпирическим зависимостям, приведенным в таблице 12 (см. также приведенные ниже пояснения по выбору коэффициента  $K_T$ ).

Поправочный коэффициент  $K_v$ , характеризующий влияние марки обрабатываемого материала, находят по таблице 12.

Поправочный коэффициент  $K_{HBS}$ , характеризующий влияние твердости обрабатываемого материала и коэффициент  $K_{lv}$ , характеризующий длину (глубину) обрабатываемого отверстия  $l_0$ , выбирают по таблице 13.

Поправочный коэффициент  $K_M$ , характеризующий инструментальный материал сверла, определяют по таблице 14.

При выборе инструментального материала для изготовления сверла следует принимать во внимание следующие соображения. Для обычных условий сверления алюминиевых сплавов, имеющих пониженную твердость ( $HB < 180$ ), можно использовать сверла из стали Р6М5. Для алюминиевых сплавов

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59



повышенной обрабатываемости, а также материалов с низкой твердостью HB 130...150, можно применять малолегированные недорогие быстрорежущие стали P2M5 и 11P3M3Ф2.

Поправочный коэффициент  $K_n$  характеризует наличие износостойкого покрытия. Для сверл без покрытия принимают  $K_n = 1,0$ , для сверл с износостойким покрытием  $K_n = 1,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_t$ , характеризующий степень точности сверла, определяют по таблице 15. Сверла повышенной точности класса А1, изготовленные методом вышлифовки канавок и спинок, имеют более высокую стойкость, используются обычно на ответственных работах, на автоматизированном оборудовании, при повышенных требованиях к надежности инструмента и т. п. Такие сверла имеют большую стоимость и изготавливаются, как правило, небольших диаметров.

Поправочный коэффициент  $K_c$  характеризует длину рабочей части сверла.

Чаще всего для сверления отверстий в машиностроении используют сверла средней серии с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903-77(переиздание 1986г.) или с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ10902-77(переиздание 1986г.). Для сверления отверстий малой глубины в массовом и крупносерийном производстве для повышения стойкости рекомендуется применять сверла короткой серии, а для обработки глубоких отверстий — длинные и удлиненные сверла соответствующих серий. Для сверл средней серии длину рабочей части  $l$ , мм, можно в первом приближении подсчитать по эмпирической формуле  $l = 15d^{0,7}$ , мм.

Зная длину рабочей части сверла, значение поправочного коэффициента  $K_c$  можно подсчитать по формуле:

$$K_c = 1,7\left(\frac{d}{l_1}\right)^{0,3}$$

Поправочный коэффициент  $K_\phi$ , характеризующий форму заточки режущей части сверла, устанавливают согласно табл. 16.

Частоту вращения шпинделя  $n$  определяют по формуле:

$$n = 1000v/\pi d = 7234 \approx 7200 \text{ об/мин};$$

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Подача минутная:

$$S_m = n S_o = 0,07 \cdot 7200 = 504 \text{ мм/мин.}$$

$dl$  — путь врезания инструмента, мм;  $l_0$  — глубина сверления, мм;  $l_2$  — величина выхода обычно принимается равной 1...2 мм.

$$L = dl + l_0 + l_2.$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{0,2+2+2}{504} \cdot 12 = 0,1 \text{ мин}$$

8) Сверлить 14 отверстий Ø1,8 мм:

$$d = 1,8 \text{ мм; } l = 5 \text{ мм; } t = 0,5D = 0,9 \text{ мм; } i = 1;$$

Подача при сверлении зависит, прежде всего, от диаметра сверла, а также от физико-механических свойств обрабатываемого материала, глубины отверстия и др. факторов.

$$\text{для сверл с } d \leq 10 \text{ мм } S_o = 0,025 \times K_s \times K_{HBS} \times K_{ls} \times K_{is} \times d, \text{ мм/об}$$

где  $K_s$  — коэффициент, учитывающий влияние марки обрабатываемого материала (определяется по табл. 12);  $K_{HBS}$  и  $K_{ls}$  — коэффициенты, учитывающие соответственно влияние твердости обрабатываемого материала и глубины отверстия  $l_0$ , мм. Эти коэффициенты могут быть определены по табл. 14;  $K_{is}$  — коэффициент, характеризующий условия сверления: для «обычных» условий сверления  $K_{is} = 1,0$ , для тяжелых условий  $K_{is} = 0,6$ . Под тяжелыми условиями подразумевается сверление отверстий в деталях малой жесткости, для получения сквозных отверстий, отверстий на наклонных поверхностях и т.п.

$$S_o = 0,025 \times 2,5 \times 0,67 \times 0,98 \times 0,6 \times 1,8 = 0,05 \text{ мм/об;}$$

Скорость резания при сверлении  $V$  для режима нормальной интенсивности может быть рассчитана по формулам:

$$V = \frac{9,8 \cdot d^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S_o^{0,5}} \cdot K_v \cdot K_{Hv} \cdot K_{lv} \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_{\Phi} = \frac{9,8 \cdot 1,8^{0,4}}{14,23^{0,2} \cdot 0,05^{0,5}} \cdot 1,65 \cdot 0,77 \cdot$$

$$1 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1 = 35 \text{ мм/мин;}$$

где  $T$  — заданная стойкость сверла, мин. Рекомендуемое значение стойкости может быть принято по нормативам или подсчитано по приближенным эмпирическим зависимостям, приведенным в таблице 12 (см. также приведенные ниже пояснения по выбору коэффициента  $K_T$ ).

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Поправочный коэффициент  $K_v$ , характеризующий влияние марки обрабатываемого материала, находят по таблице 12.

Поправочный коэффициент  $K_{HVB}$ , характеризующий влияние твердости обрабатываемого материала и коэффициент  $K_{lv}$ , характеризующий длину (глубину) обрабатываемого отверстия  $l_0$ , выбирают по таблице 13.

Поправочный коэффициент  $K_m$ , характеризующий инструментальный материал сверла, определяют по таблице 14.

При выборе инструментального материала для изготовления сверла следует принимать во внимание следующие соображения. Для обычных условий сверления алюминиевых сплавов, имеющих пониженную твердость ( $HВ < 180$ ), можно использовать сверла из стали Р6М5. Для алюминиевых сплавов повышенной обрабатываемости, а также материалов с низкой твердостью  $HВ 130...150$ , можно применять малолегированные недорогие быстрорежущие стали Р2М5 и 11РЗМЗФ2.

Поправочный коэффициент  $K_n$  характеризует наличие износостойкого покрытия. Для сверл без покрытия принимают  $K_n = 1,0$ , для сверл с износостойким покрытием  $K_n = 1,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_t$ , характеризующий степень точности сверла, определяют по таблице 15. Сверла повышенной точности класса А1, изготовленные методом выплифровки канавок и спинок, имеют более высокую стойкость, используются обычно на ответственных работах, на автоматизированном оборудовании, при повышенных требованиях к надежности инструмента и т. п. Такие сверла имеют большую стоимость и изготавливаются, как правило, небольших диаметров.

Поправочный коэффициент  $K_c$  характеризует длину рабочей части сверла.

Чаще всего для сверления отверстий в машиностроении используют сверла средней серии с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903-77(переиздание 1986г.) или с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 10902-77(переиздание 1986г.). Для сверления отверстий малой глубины в массовом и крупносерийном производстве для повышения стойкости рекомендуется применять сверла короткой серии, а для

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

обработки глубоких отверстий — длинные и удлинённые сверла соответствующих серий. Для сверл средней серии длину рабочей части  $l$ , мм, можно в первом приближении подсчитать по эмпирической формуле  $l = 15d^{0.7}$ , мм.

Зная длину рабочей части сверла, значение поправочного коэффициента  $K_c$  можно подсчитать по формуле:

$$K_C = 1,7 \left( \frac{d}{l_1} \right)^{0.3}$$

Поправочный коэффициент  $K_{\phi}$ , характеризующий форму заточки режущей части сверла, устанавливают согласно табл. 16.

Частоту вращения шпинделя  $n$  определяют по формуле:

$$n = 1000v/\pi d = 6189 \approx 6100 \text{ об/мин};$$

Подача минутная:

$$S_m = n S_0 = 0,05 \cdot 6100 = 305 \text{ мм/мин.}$$

$dl$  — путь врезания инструмента, мм;  $l_0$  — глубина сверления, мм;  $l_2$  — величина выхода обычно принимается равной 1...2 мм.

$$L = dl + l_0 + l_2.$$

$$T_0 = \frac{L}{\xi_m} \cdot i = \frac{0,2+5+2}{305} \cdot 14 = 0,34 \text{ мин}$$

9) Нарезание резьбы M2×0,4 на глубину 5 мм 14 отверстий;

Инструмент: метчик машинный М2×0,4 из стали Р6М5.

Выбор подачи: Подача соответствует шагу резьбы метчика  $M2 \times 0,4$  и равна  $S = 0,4 \text{ мм/об.}$

Определение скорости резания. По нормативам скорость резания для алюминиевого сплава при нарезании резьбы М2×0,4 машинным метчиком  $v = 6$  м/мин.

Частоту вращения шпинделя при нарезании резьбы определяем по формуле

$$n = v \cdot 1000 / (\pi \cdot D) = 6 \cdot 1000 / (3,14 \cdot 2) = 954 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшую частоту вращения по паспорту станка  $n = 960$  об/мин.

Период стойкости метчика по нормативам равен  $T = 10 \text{ мин.}$

Основное время :

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

$$T_0 = \frac{l+l_1}{p} \left( \frac{1}{n} + \frac{1}{n} \right) = \frac{5+3}{0.4} \left( \frac{1}{960} + \frac{1}{960} \right) = 0,04 \text{ мин, умножаем на количество}$$

отверстий под резьбу  $T_0 = 0,04 \cdot 14 = 0,56 \text{ мин.}$

Суммарное основное время на установе Б —  $T_0^B = 6,54 \text{ мин.}$

Установ В:

10) Сверлить 4 отверстия Ø4 мм:

$d = 4 \text{ мм; } l = 5 \text{ мм; } t = 0,5D = 2,5 \text{ мм; } i = 1;$

Подача при сверлении зависит, прежде всего, от диаметра сверла, а также от физико-механических свойств обрабатываемого материала, глубины отверстия и др. факторов.

для сверл с  $d \leq 10 \text{ мм}$   $S_0 = 0,025 \times K_S \times K_{HBS} \times K_{IS} \times K_{IS} \times d, \text{ мм/об}$

где  $K_S$  — коэффициент, учитывающий влияние марки обрабатываемого материала (определяется по табл. 12);  $K_{HBS}$  и  $K_{IS}$  — коэффициенты, учитывающие соответственно влияние твердости обрабатываемого материала и глубины отверстия  $l_0, \text{ мм}$ . Эти коэффициенты могут быть определены по табл. 14;  $K_{IS}$  — коэффициент, характеризующий условия сверления: для «обычных» условий сверления  $K_{IS} = 1,0$ , для тяжелых условий  $K_{IS} = 0,6$ . Под тяжелыми условиями подразумевается сверление отверстий в деталях малой жесткости, для получения сквозных отверстий, отверстий на наклонных поверхностях и т.п.

$$S_0 = 0,025 \times 2,5 \times 0,67 \times 1,15 \times 0,6 \times 4 = 0,12 \text{ мм/об;}$$

Скорость резания при сверлении  $V$  для режима нормальной интенсивности может быть рассчитана по формулам:

$$V = \frac{9,8 \cdot d^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S_0^{0,5}} \cdot K_v \cdot K_{Hbv} \cdot K_{lv} \cdot K_M \cdot K_{II} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_\Phi = \frac{9,8 \cdot 4^{0,4}}{23^{0,2} \cdot 0,12^{0,5}} \cdot 1,65 \cdot 0,77 \cdot 1,37 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,85 \cdot 1 = 41 \text{ мм/мин;}$$

где  $T$  — заданная стойкость сверла, мин. Рекомендуемое значение стойкости может быть принято по нормативам или подсчитано по приближенным эмпирическим зависимостям, приведенным в таблице 12 (см. также приведенные ниже пояснения по выбору коэффициента  $K_v$ ).

Поправочный коэффициент  $K_v$ , характеризующий влияние марки обрабатываемого материала, находят по таблице 12.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Поправочный коэффициент  $K_{HB}$ , характеризующий влияние твердости обрабатываемого материала и коэффициент  $K_L$ , характеризующий длину (глубину) обрабатываемого отверстия  $l_0$ , выбирают по таблице 13.

Поправочный коэффициент  $K_m$ , характеризующий инструментальный материал сверла, определяют по таблице 14.

При выборе инструментального материала для изготовления сверла следует принимать во внимание следующие соображения. Для обычных условий сверления алюминиевых сплавов, имеющих пониженную твердость ( $HB < 180$ ), можно использовать сверла из стали Р6М5. Для алюминиевых сплавов повышенной обрабатываемости, а также материалов с низкой твердостью  $HB 130...150$ , можно применять малолегированные недорогие быстрорежущие стали Р2М5 и 11РЗМЗФ2.

Поправочный коэффициент  $K_n$  характеризует наличие износостойкого покрытия. Для сверл без покрытия принимают  $K_n = 1,0$ , для сверл с износостойким покрытием  $K_n = 1,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_t$ , характеризующий степень точности сверла, определяют по таблице 15. Сверла повышенной точности класса А1, изготовленные методом вышлифовки канавок и спинок, имеют более высокую стойкость, используются обычно на ответственных работах, на автоматизированном оборудовании, при повышенных требованиях к надежности инструмента и т. п. Такие сверла имеют большую стоимость и изготавливаются, как правило, небольших диаметров.

Поправочный коэффициент  $K_s$  характеризует длину рабочей части сверла.

Чаще всего для сверления отверстий в машиностроении используют сверла средней серии с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903-77(переиздание 1986г.) или с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ10902-77(переиздание 1986г.). Для сверления отверстий малой глубины в массовом и крупносерийном производстве для повышения стойкости рекомендуется применять сверла короткой серии, а для обработки глубоких отверстий — длинные и удлиненные сверла соответствующих

серий. Для сверл средней серии длину рабочей части  $l$ , мм, можно в первом приближении подсчитать по эмпирической формуле  $l = 15d^{0,7}$ , мм.

Зная длину рабочей части сверла, значение поправочного коэффициента  $K_c$  можно подсчитать по формуле:

$$K_c = 1,7 \left( \frac{d}{l_1} \right)^{0,3}$$

Поправочный коэффициент  $K_\phi$ , характеризующий форму заточки режущей части сверла, устанавливают согласно табл. 16.

Частоту вращения шпинделя  $n$  определяют по формуле:

$$n = 1000v/\pi d = 6189 \approx 3262 \text{ об/мин};$$

Подача минутная:

$$S_m = n S_o = 0,12 \cdot 3200 = 384 \text{ мм/мин.}$$

$dl$  – путь врезания инструмента, мм;  $l_0$  – глубина сверления, мм;  $l_2$  – величина выхода обычно принимается равной 1...2 мм.

$$L = dl + l_0 + l_2.$$

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{0,2+5+2}{384} \cdot 4 = 0,08 \text{ мин}$$

Суммарное основное время на установе В –  $T_o^B = 0,08$  мин.

Найдем машинно-вспомогательное время:

$$T_{мв} = T_{мви} + T_{мвх},$$

где  $T_{мви}$  – время связанное со сменой инструмента,  $T_{мвх}$  – время вспомогательных ходов.

$$T_{мви} = 0,25 \times 15 = 3,75 \text{ мин (смена инструмента в револьверной головке).}$$

$$T_{мвх} = Lx/Vx,$$

где  $Lx$  – длина вспомогательных ходов;  $Vx$  – скорость быстрых перемещений.

$$T_{мвх} = 1700/2500 = 0,68 \text{ мин}$$

$$T_{мв} = 3,75 + 0,68 = 4,46 \text{ мин.}$$

Тогда время автоматического цикла:

$$T_{ца} = T_o^A + T_o^B + T_o^B + T_{мв} = 9,96 + 6,54 + 0,08 + 4,46 = 21,04 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$T_v = T_{v \text{ уст}} + T_{v \text{ оп}} + T_{v \text{ изм}},$$

где  $T_{v \text{ уст}}$  – время на установку;

$$T_{v \text{ уст}} = 0,55 \text{ мин (установка в тисы);}$$

$T_{v \text{ оп}}$  – время связанное с операцией, равное 0,5 мин;

$T_{v \text{ изм}}$  – время на измерения,  $T_{v \text{ изм}} = 1,15 \text{ мин.}$

Тогда  $T_v = 2,2 \text{ мин.}$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_{ца} + T_v = 21,04 + 2,2 = 23,24 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности принимаем равным 7% от оперативного времени.

Тогда штучное время на операции:

$$T_{ш} = T_{оп} + 7\%(T_{оп}) = 24,9 \text{ мин.}$$

Найдем норму времени на операцию:

$$H_{вр} = T_{ш} + t_{пз}/N,$$

где  $t_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, принимаем 25 мин;

$N$  – число деталей в партии, примем 1100 шт.

$$\text{Тогда } H_{вр} = 24,9 + 25/1100 = 24,92 \text{ мин.}$$

Таблица 18 – Режимы резания и нормы времени для всех операций

Инструмент	$S_m$ , мм/мин	$n$ , об/мин	$t$ , мм	$T_o$ , мин
Фреза Ø 12мм	955	1062	0,3	3,92
Фреза Ø 4мм	954	3183	0,1	6,04
Фреза Ø 20мм	955	1062	0,3	4,98
Фреза Ø 4мм	954	3183	0,1	0,47
Сверло Ø 3,6мм	473	4300	1,8	0,06
Сверло Ø 3,4мм	561	5100	1,7	0,03
Сверло Ø 2,2мм	504	7200	1,1	0,1
Сверло Ø 1,8мм	305	6100	0,9	0,34
Метчик Ø 2мм	0,4	954	0,05	0,56
Сверло Ø 4мм	384	3262	2,5	0,08

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
						67



### 2.3.2.5 Расчет потребного количества оборудования

Расчётное количество обрабатывающих центров JET JMD-45ST определяется по формуле:

$$S_{\text{рас}} = \Sigma T_{\text{шт}} / t, \text{ шт.}$$

Расчётное количество станков (дробное) округляется в большую сторону, таким образом получаем принятое количество станков  $S_{\text{пр}}$ .

Такт производства  $t$  (в минутах) определяется по формуле:

$$t = 60 \times F_d / N, \text{ где}$$

$F_d$  – фонд времени за год,  $F_d = 2016$  ч;

$N$  – число деталей в годовой программе,  $N = 12000$  шт.

$$t = 60 \times 2016 / 12000 = 10,08 \text{ мин}$$

$$S_{\text{рас}} = (24,92) / 10,08 = 2,47 \text{ шт.}$$

Примем  $S_{\text{пр}} = 3$  шт.

Коэффициент загрузки оборудования  $K_z$  на данной операции определяется по формуле:

$$K_z = S_{\text{рас}} / S_{\text{пр}}$$

$$K_z = 2,47 / 3 = 0,82$$

Расчет показал, что для осуществления технологического процесса необходимо три обрабатывающих центра JET JMD-45ST. При этом коэффициент загрузки оборудования соответствует нормативному коэффициенту загрузки для серийного производства (0,7...0,85).

### 2.4 Описание планировки участка

Штампованные заготовки деталей типа «корпус» доставляются в цех на автомашине фасованные в тару по 50 шт. После чего они разгружаются на склад заготовок при помощи кран-балки, грузоподъемностью 3 т.

В начале смены заготовки в той же таре со склада доставляются на участок механической обработки на гидравлической тележке (грузоподъемность 1 т),

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

непосредственно к оборудованию. Тара с заготовками ставится к трем обрабатывающим центрам рядом с рабочим местом оператора.

По окончании обработки оператор кладет деталь в другую тару, также расположенную рядом с рабочим местом. В конце смены, когда тара с готовыми деталями наполняется, она увозится на гидравлической тележке в другой цех для гравировальной работы, а затем на контроль.

Обработанные и прошедшие контроль детали на гидравлической тележке доставляются на склад готовых деталей.

Со склада готовых деталей детали типа «корпус» доставляются в сборочный цех на автомашине. Чертеж планировки представлен на рисунке 36.

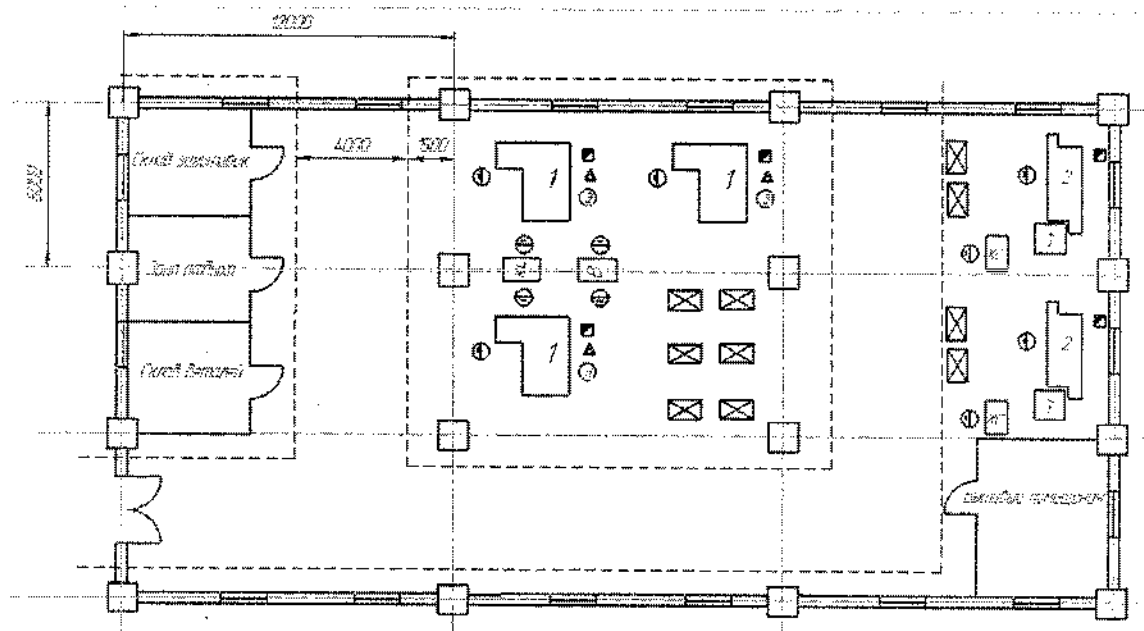


Рисунок 36 – Планировка участка

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.

#### 3.1 Проектирование станочных, контрольных приспособлений и режущего инструмента.

В проектном технологическом проекте станочное приспособление необходимо применять при фрезеровании и сверлении на операции 005. Главным преимуществом разработанного приспособления будет гидропривод, что приведет к автоматизации процесса и универсальности установки детали.

Предлагаемое конструктивное решение (рисунок 37):

Корпус 1 крепится к столу станка. Деталь зажимается между пластинами 7, которые прикреплены к подвижной губке 6 и неподвижной. Подвижная губка 6 приводится в движение при помощи поршня гидроцилиндра 2, который передает поступательные движения при помощи винта 4.

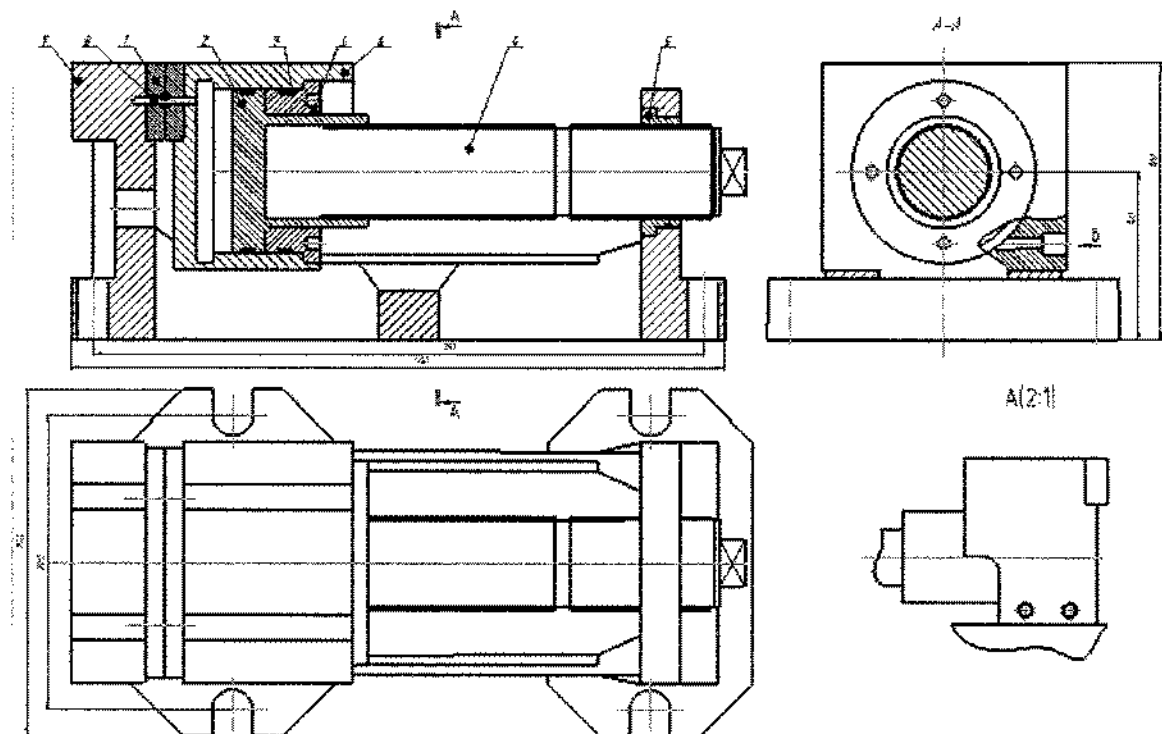


Рисунок 37 – Станочные тиски с гидроприводом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1510012016.887.00.00 ПЗ

Лист  
70

1 – рукоятка; 2 – гидроцилиндр двустороннего действия; 3 – неподвижная губка; 4 – винт; 5, 6 – сменные наладки; 7 – ось; 8 – поворотная губка; 9 – подвижная губка; 10 – корпус; 11, 12 – цилиндрический ромбический штыри;

В процессе обработки на станке на заготовку действуют рассмотренные внешние силы. Так, на рисунке 38 приведена схема сил действующих на заготовку при фрезеровании в тисках. Из внешних возмущающих сил действуют только составляющие силы резания от концевой фрезы. При этом сила  $P_x$  пытается сместить заготовку параллельно губкам тисков. Ей противодействуют две силы трения  $F_{тр1}$ , возникающие в плоскости соприкосновения губок тисков и боковых поверхностей заготовки. Силы трения, как правило, являются производными от силы закрепления  $Q$ . Сила  $P_z$  пытается повернуть заготовку вокруг оси  $O_1$ , которая проходит параллельно оси  $Z$ . При этом на левом края заготовки возникает сила  $P$ , направленная навстречу перемещению подвижной губки. Она пытается сместить подвижную губку, что приведет к раскреплению заготовки. Ей противодействует сила закрепления  $Q$ . Сила  $P_y$  пытается повернуть заготовку вокруг оси  $O_2$  параллельной оси  $Y$ . Этому противодействуют две силы трения  $F_{тр2}$ , возникающие в плоскости соприкосновения губок тисков и боковых поверхностей заготовки. Таким образом, сила закрепления  $Q$  обеспечивает появление сил трения ( $F_{тр1}$  и  $F_{тр2}$ ) необходимой величины и противодействует силе  $P$ , действующей ей навстречу перемещению губок.

В расчетах следует принимать наибольшие силы закрепления, получаемые для самого неблагоприятного расположения сил, действующих на заготовку в процессе обработки в конкретно рассматриваемой схеме базирования и закрепления. Вместе с тем следует учитывать, что необоснованное увеличение сил закрепления приводит к росту погрешностей, возникающих при установке и закреплении заготовок, и, следовательно, к снижению точности обработки. Для равновесия твердого тела, находящегося под действием пространственной системы сил, порознь должны равняться нулю алгебраические суммы проекции всех сил на каждую из трех координатных осей и алгебраической суммы моментов

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

всех сил относительно каждой из этих осей. Указанные шесть уравнений статики могут быть записаны в таком виде:

$\sum_{i=1}^n (P_i)_{ox} = 0, \sum_{i=1}^n (P_i)_{oy} = 0, \sum_{i=1}^n (P_i)_{oz} = 0$ , - соответственно суммы всех сил относительно координатных осей OX, OY, OZ.

$\sum_{i=1}^n (M_i)_x = 0, \sum_{i=1}^n (M_i)_y = 0, \sum_{i=1}^n (M_i)_z = 0$ , - соответственно, суммы моментов всех сил относительно осей OX, OY, OZ.

n – число сил, входящих в расчетную схему;

Алгоритм расчета силы закрепления заготовки в приспособлении приведен на рисунке 39.

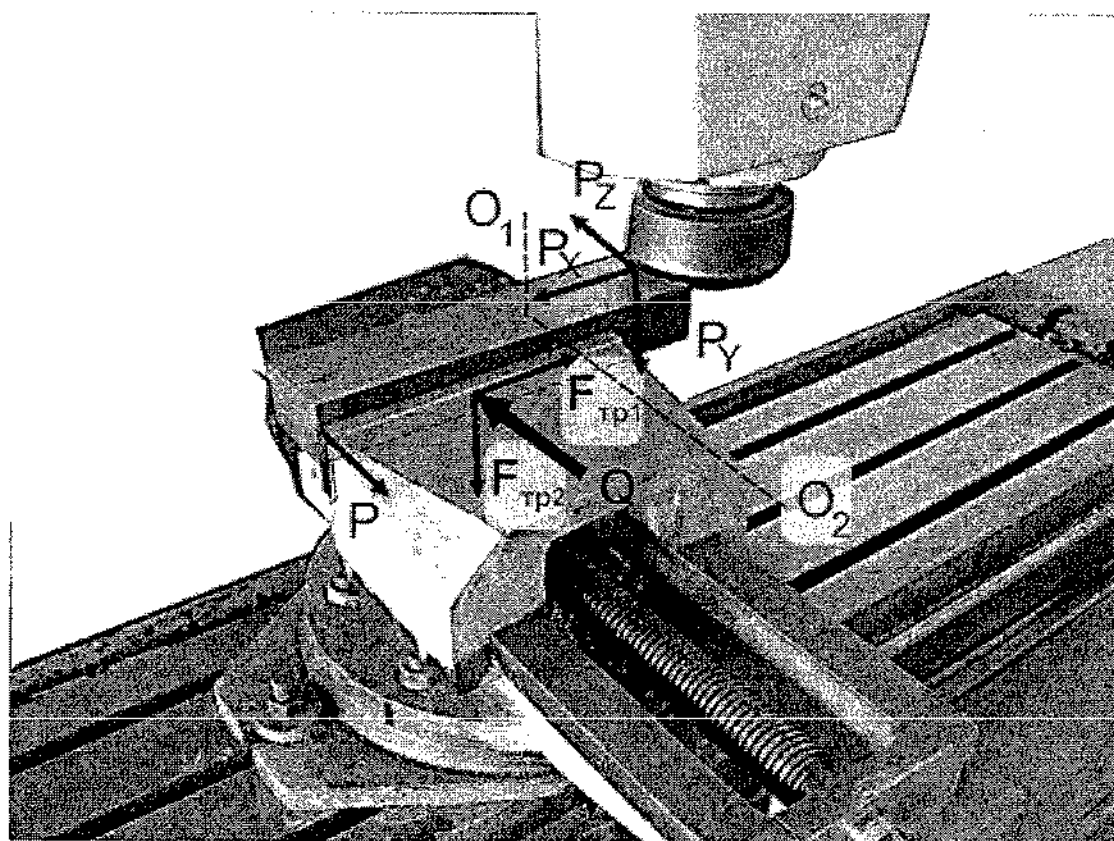


Рисунок 38 – Силы действующие при фрезеровании

Согласно алгоритму, первоначально составляется необходимое количество уравнений статического равновесия заготовки при действии внешних сил. В каждом из них должны присутствовать внешние силы возмущающие заготовку и силы противодействующие ее смещению. Следует обратить внимание, что если одна или несколько составляющих сил резания способствуют закреплению

заготовки, то в уравнение статического равновесия они не заносятся. Это связано с тем, что из-за неоднородности обрабатываемого металла (колебанием твердости, раковин и других дефектов) составляющие силы резания могут изменяться в широких пределах, что повлечет за собой снижение надежности закрепления. Как правило, не составляются и те уравнения, в которых компенсация возмущающих внешних сил проходит за счет сил реакций опор. Затем из каждого уравнения статического равновесия определяется часть общей силы закрепления  $Q_i$ . Векторная сумма  $Q_i$  даст расчетную силу закрепления  $Q_p$ . Для обеспечения надежности зажима и учета динамики процесса резания в расчетную формулу вводится коэффициент запаса  $k$ .

$\begin{aligned} \sum (P_i)_{ox} &= 0 \Rightarrow Q_1 \\ \sum (P_i)_{oy} &= 0 \Rightarrow Q_2 \\ \sum (P_i)_{oz} &= 0 \Rightarrow Q_3 \\ \sum (M_i)_{ox} &= 0 \Rightarrow Q_4 \\ \sum (M_i)_{oy} &= 0 \Rightarrow Q_5 \\ \sum (M_i)_{oz} &= 0 \Rightarrow Q_6 \end{aligned}$	$\Rightarrow Q_p = \sqrt{\sum Q_i^2} \Rightarrow Q = k Q_p$
--	---

Рисунок 39 – Алгоритм расчета силы закрепления заготовки в приспособлении

Определим силу закрепления при фрезеровании поверхности заготовки. Обрабатываемая заготовка установлена в тисках. Расчетная схема приведена на рисунке 40. Заготовка базируется в губках (направляющая база) и основанию (опорная база). Длина заготовки больше длины губок. Фреза расположена в точке где она создает наибольший крутящий момент, а наибольшая составляющая силы резания  $P_z$  действует в направлении неподвижной губки. Из схемы видно, что сила  $P_z$  стремится повернуть заготовку вокруг вертикального ребра неподвижной губки. На уравновешивание этой силы будет затрачиваться часть силы закрепления  $Q_1$ . Сила  $P_x$  вызывает перемещение заготовки вдоль губок тисков. Ей противодействуют две силы трения расположенные в плоскости контакта заготовки с губками. Сила  $P_y$  вызывает поворот заготовки вокруг ребра

основания. Противодействуют повороту две силы трения расположенные в плоскости контакта заготовки с губками.

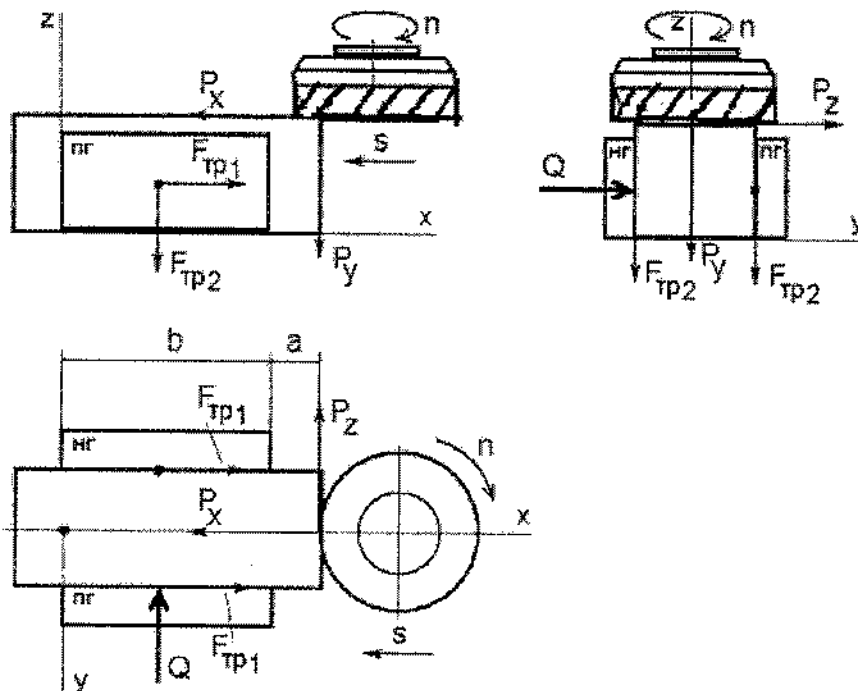


Рисунок 40 – Расчетная схема для определения силы закреплени при фрезеровании

Таким образом, необходимо уравновесить три внешние возмущающие силы. Поэтому расчетное уравнение будет иметь следующий вид.

$$Q = k \sqrt{Q_1^2 + Q_2^2 + Q_3^2}$$

Для определения величины этой силы составим три уравнения:

$$\sum_{i=1}^n M_{oz} = P_z a - Q_1 b = 0$$

$$\sum_{i=1}^n P_{ox} = -P_x + 2F_{tr1} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n M_{oy} = P_y a - 2F_{tr2} b = 0$$

Подставим значения силы трения в уравнения :

$$F_{tr} = f Q$$

Так как условия контакта заготовки с губками тисков одинаковы то коэффициенты трения в формулах одинаковы. После подстановки получим.

$$\sum_{i=1}^n M_{oz} = P_z a - Q_1 b = 0$$

$$\sum_{i=1}^n P_{ox} = -P_x + 2f Q_2 = 0$$

$$\sum_{i=1}^n M_{oy} = P_y a - 2f Q_3 b = 0$$

Решая три уравнения относительно  $Q_i$  получим:

$$Q_1 = \frac{P_z a}{b}, Q_2 = \frac{P_x}{2f}, Q_3 = \frac{P_y a}{2bf}.$$

Подставив значения  $Q_1$ ,  $Q_2$  и  $Q_3$  в уравнение , получим:

$$Q = k \sqrt{\left(\frac{P_z a}{b}\right)^2 + \left(\frac{P_x}{2f}\right)^2 + \left(\frac{P_y a}{2bf}\right)^2}$$

Главную составляющую силу резания  $P_z$ , определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^{xp} \times S_z^{yp} \times B^{up} \times z}{D^{qp} \times n^{wp}} \times K_{mp}$$

где  $C_p$  – эмпирический коэффициент,  $C_p = 68,2$ ;

$t$  – глубина резания,  $t = 2$  мм;

$S$  – подача на зуб фрезы,  $S = 0,3$  мм/зуб;

$x_p = 0,86$ ;  $y_p = 0,72$ ;  $u_p = 1$ ;  $q_p = 0,86$ ;  $w_p = 0$ ; – показатели степени,

$K_{mp}$  – коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости.

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$P_z = \frac{10 \times 68,2 \times 2^{0,86} \times 0,3^{0,72} \times 20^1 \times 4}{20^{0,86} \times 1062^0} \times 1 = 3165 \text{ Н.}$$

Для определения сил  $P_y$  и  $P_x$  существуют аналогичные эмпирические формулы. Однако для упрощения и ускорения расчётов величины сил  $P_y$  и  $P_x$  рекомендуется принимать по следующим соотношениям:

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75



$P_x = (0,1 \dots 0,25) \cdot P_z$ , получаем  $P_x = 0,25 \cdot 3165 = 791$  Н.

$P_y = (0,25 \dots 0,5) \cdot P_z$ , получаем  $P_y = 0,5 \cdot 3165 = 1583$  Н.

Получаем что сила закрепления равна:

$$Q = 2,5 \sqrt{\left(\frac{3165 \cdot 75}{150}\right)^2 + \left(\frac{791}{2 \cdot 0,1}\right)^2 + \left(\frac{1583 \cdot 75}{2 \cdot 150 \cdot 0,1}\right)^2} = 14536$$

Подберем гидравлический привод. Источником энергии для них служит масло под давлением  $P = 2 \dots 16$  МПа. Они бывают одно- и двухстороннего действия. Сила, развиваемая приводом, определяется по аналогичным с пневмоприводами поршневого действия формулам, только вместо рабочего давления воздуха подставляется давление масла в гидросистеме. Перемещение рабочего органа до 100 мм. Время срабатывания составляет несколько секунд (в зависимости от температуры окружающей среды). Гидроприводы применяются преимущественно на станках с гидрофицированной подачей при необходимости больших сил зажима и плавного перемещения рабочего органа.

Сила, развиваемая поршневым приводом двустороннего действия, определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta,$$

где  $D$  – диаметр цилиндра, мм;

$p$  – давление масла в гидросистеме;

$\eta$  – кпд, равное 0,85...0,9.

Для определения диаметра поршня гидроцилиндра воспользуемся методом приближения (интеграции), так как диаметр штока не известен. Определяем приближенное значение диаметр поршня гидроцилиндра  $D$  принимая  $d = 0$ . Подставляя значения в формулу, получаем:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot p \cdot i \cdot \eta} + d^2},$$

$$D = \sqrt{\frac{14536}{0,785 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 0,85} + 0^2} = 66 \text{ мм.}$$

Для полученного диаметра поршня по ГОСТ 6540-68 уточняем диаметр штока  $d = 18$  мм.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Вернувшись к общей зависимости по формуле определяем уточненное значение диаметра поршня гидроцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{14536}{0,785 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 0,85} + 18^2} = 68,4 \text{ мм.}$$

Окончательно принимаем диаметр стандартного поршня по ГОСТ 6540-68:  
 $D = 70 \text{ мм.}$

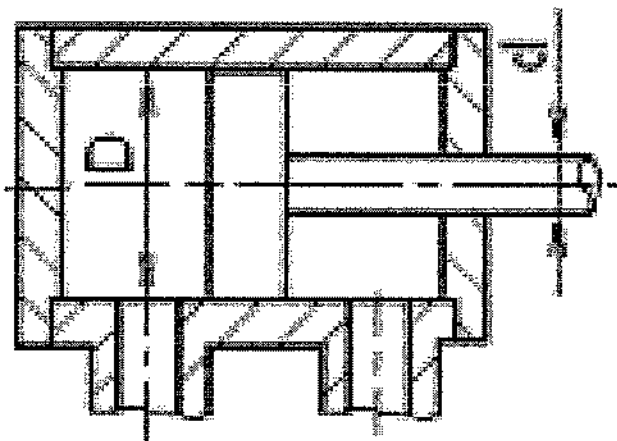


Рисунок 41 – схема гидроцилиндра двухстороннего действия.

### 3.2 Описание и методика измерения на КИМ.

Для контроля детали « Корпус» выбираем автоматическую координатно-измерительную машину ( КИМ) DEA Global Advantage 15.20.14 портального типа (рисунок 42), позволяющую производить контроль сложных пространственных деталей.

Машина Global Advantage – это быстрая и точная КИМ, которая может выполнять любые измерения и задачи контроля быстро и эффективно. Приводимая высокоскоростными, плавными и точными узлами перемещения, машина Global Advantage проводит измерения быстро, легко и прецизионно. Выдающаяся динамика и первоклассная точность делают эту машину идеальным инструментом постоянного контроля производства. Для размерного контроля высокоточных призматических изделий и инспекции сложных геометрий типа лопастей, шестерен и винтовых компрессоров, модели Global Advantage могут

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

быть оборудованы высокоскоростной неповоротной сканирующей головкой, которая даёт очень высокую и повторяемую точность даже со сверхдлинными удлинителями шупа. Стандартная для всех моделей Advantage, температурная компенсация CLIMA обеспечивает первоклассную измерительную точность в диапазоне температур от 16 до 26 °С.

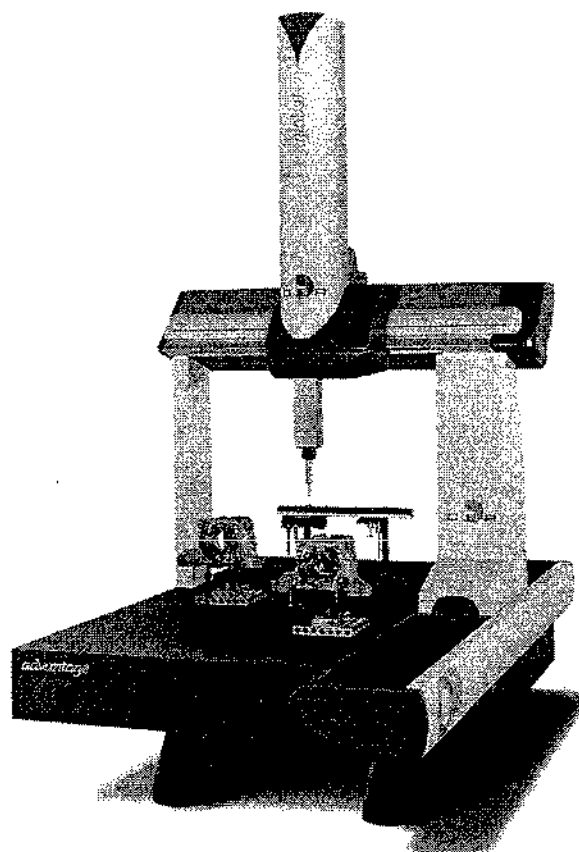


Рисунок 42 - Координатно-измерительная машина DEA Global Advantage

Таблица 19- Технические характеристики

Модель		DEA Global Advantage
Измерительный диапазон	X-ось	1500
	Y-ось	2000
	Z-ось	1400
Точность измерения длины.		$\Delta = \pm(4 + L/250)$ мкм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.887.00.00 ПЗ

Лист

78

## Окончание таблицы 19

Температура окружающей среды	20±2°C
Временной температурный градиент	1°C/ч, 2°C/24ч
Максимальная высота рабочего изделия, мм.	1350
Максимальная масса рабочего изделия, кг.	4500
Габариты машины, мм	2388× 3280 ×4385
Материал измерительного стола	Гранит
Размеры измерительного стола	700 ×3000
Резьбовые отверстия для крепления рабочего изделия	M8 ×1,25
Скорость перемещения при автоматическом управлении	8-350мм/с.
Измерительная скорость	1-3мм/с.
Расположения измерительных осей	Воздушные опоры
Компенсация веса Z-направления	Пневматическое
Снабжения воздухом	0,5МПа(5бар)
Расход воздуха	4дм³/с
Масса включая основу ( кг)	7500

## Выбор щупа

Щуп представляет собой ту часть измерительной системы, которая соприкасается с деталью, что приводит к смещению механизма датчика. Генерируемый сигнал обеспечивает выполнение измерения. Контролируемый элемент определяет тип и размер используемого щупа

Для измерения детали используем следующий вид щупа - прямой щуп, диаметром шарика 5мм и графитовым основанием длиной 50мм с резьбой М3.

Это щуп самой простой формы, с промышленными рубиновыми шариками высокой степени сферичности и с возможностью выбора материала стержня. Рубин является очень твердым материалом, и поэтому износ щупа минимален. Он также имеет низкую плотность, что обеспечивает малую массу наконечника. Это позволяет избежать нежелательного срабатывания датчика, вызванного движением или вибрацией станка.

## Стратегия измерения геометрических параметров на КИМ.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Перед измерением, деталь устанавливаем в приспособление собранное с помощью конструкторского набора Swiftfix фирмы HEXAGON METROLOGY, на три опорные точки, где две стоят неподвижно, а третья опора подводится с подпружиниванием и затягивается крепежным болтом.

Координатно-измерительная машина работает под управлением программного обеспечения PCDMIS CAD++V.4.2, которая позволяет измерять простейшие геометрические параметры (диаметры и линейные размеры), а так же наиболее сложные детали (профиль лопатки колеса компрессора) с непревзойденной скоростью и точностью, и обеспечивает полное управление в диапазоне сканирующего оборудования.

Заложенная в программе алгоритмы, позволяют математически выровнять деталь в пространстве используя базовые элементы, которые указаны на чертеже.

### 3.3 Проектирование инструмента

Наиболее трудоемкой является обработка пазов, т.к. длина обработки велика, а ширина паза небольшая. Поэтому необходимо спроектировать специальный инструмент, имеющий высокую стойкость и производительность при обработке. Проектируем концевую фрезу с винтовыми зубьями с длиной рабочей части больше 37мм, т.к. данной фрезой будем обрабатывать еще и уступы (рисунок 37).

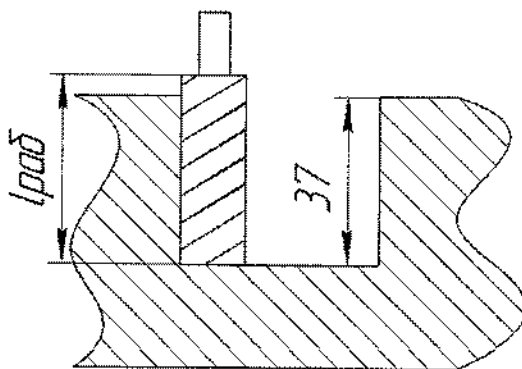


Рисунок 37 – эскиз обработки пазов

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Так как обрабатывается цветной сплав, выбираем быстрорежущую сталь Р6М5. Фрезы диаметром до 12 мм изготавливают цельными, следовательно, материал хвостовика быстрорежущая сталь Р6М5.

Геометрические параметры фрезы. Правильное их назначение позволяет обеспечить высокую стойкость фрезы и необходимую шероховатость обработанной поверхности. При изготовлении фрезы и ее заточке необходимо знать нормальный задний угол фрезы  $\alpha_N$  в сечении, перпендикулярном главной режущей кромке. Он равен для концевых фрез, по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \omega},$$

где  $\omega$  — угол наклона винтовых канавок фрезы;

$\alpha$  — главный задний угол.

Выбор главного заднего угла производится из таблицы. В зависимости от типа фрезы и обрабатываемого материала, принимаем  $\alpha = 20^\circ$ . Угол наклона винтовых канавок фрезы выбираем из таблицы. В зависимости от типа фрезы принимаем  $\omega = 30^\circ$ . Подставляя значения в формулу, получаем:

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 30^\circ} = 0,514,$$

$$\alpha_N = \operatorname{arctg}(0,514) = 27,2^\circ.$$

Передний угол должен одновременно обеспечить необходимую прочность режущей кромки и минимальные силы и мощность фрезерования. Выбор переднего угла производим на основе таблицы:  $\gamma = 25^\circ$ .

Главный угол в плане в значительной степени определяет стойкость и производительность фрез и соотношения между ними составляющими силами резания. Для упрочнения режущей кромки у ее вершины предусматривается переходная кромка длиной  $l_0$  и углом в плане, вычисляемым по формуле:

$$\varphi_0 = \frac{\varphi}{2}$$

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Выбор угла в плане производится на основе таблицы 4.4[4]. В зависимости от типа фрезы принимаем  $\varphi = 90^\circ$ ,  $l_0 = 0,5$  мм. Подставляя значения в формулу, получаем:

$$\varphi_0 = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$$

Вспомогательный угол в плане определяет точность и шероховатость обработанной поверхности. Рекомендуемое значение выбираем из таблицы. Принимаем  $\varphi_1 = 2$ , т.к. тип фрезы концевая с торцевым зубом.

Конструктивные элементы фрез. Фрезы цельные состоят из рабочей режущей части и корпуса в виде хвостовика у концевой инструмента. Важнейшим конструктивным элементом фрезы является ее диаметр. он определяет стойкость и виброустойчивость фрезы, надежное ее закрепление на оправке, уровень сил резания, производительность обработки и многие другие показатели фрезерования. Диаметр концевой фрезы определяем по формуле :

$$D_{\min} \approx 0,4 \cdot B^{0,21} \cdot t^{0,175} \cdot z^{0,21} \cdot S_z^{0,14} \cdot l^{0,62} \cdot y_{\max}^{-0,21},$$

где  $B$  – ширина фрезерования, мм;

$t$  – максимальная глубина фрезерования, мм;

$S_z$  – максимальная подача фрезерования, мм/об;

$z$  – число зубьев ( $z = 3$ );

$l$  – расстояние между опорами оправки или вылет фрезы относительно шпинделя, мм;

$y_{\max}$  – максимально допустимый прогиб оправки (0,2 и 0,4 мм соответственно при чистовом и черновом фрезеровании), мм.

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$D_{\min} \approx 0,4 \cdot 4^{0,21} \cdot 4^{0,175} \cdot 3^{0,21} \cdot 0,06^{0,14} \cdot 13^{0,62} \cdot 0,4^{-0,21} = 4 \text{ мм.}$$

Рассчитанные по приведенным выше формулам значения  $D$  округляем до ближайшего стандартного значения по ГОСТ 29116-91.

Диаметр цилиндрического хвостовика найдем из ГОСТ 17025-71. Следовательно,  $d = 5$  мм

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Форма и размеры зубьев и стружечных канавок. При выборе формы зуба необходимо обеспечить его необходимую прочность, свободное размещение срезаемой стружки в канавке, большое число переточек, простоту изготовления. Выбираем профиль зубьев из таблицы. В зависимости от области применения и типа фрезы выбираем профиль зуба представленный на рисунке 43.

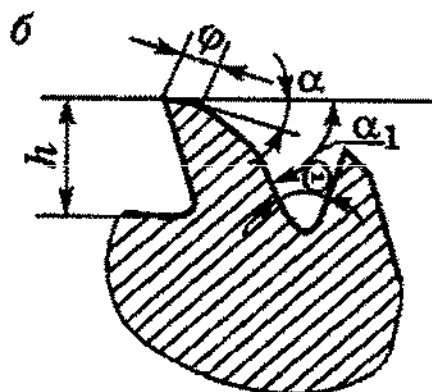


Рисунок 43 – Профиль зуба концевой фрезы

Далее определяем параметры профиля зуба.

Высоту зуба определяем по формуле :

$$h = \frac{k \cdot D}{z},$$

где  $k = 0,9...1,2$  – для концевых фрез.

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$h = \frac{1,2 \cdot 4}{3} = 1,28 \text{ мм.}$$

Радиус закругления для стружечной канавки определяем по формуле :

$$r = (0,4...0,75) \cdot h.$$

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$r = (0,4...0,75) \cdot 1,28 = 0,71 \cdot 1,28 = 0,9 \text{ мм.}$$

Радиус спинки определяем по формуле :

$$R \approx (0,3...0,45) \cdot D.$$

Подставляя значения в формулу, получаем:



$$R \approx (0,3...0,45) \cdot 4 \approx 0,4 \cdot 4 \approx 1,28 \text{ мм.}$$

Касательная в точке сопряжения радиуса с ленточной должна проходить под углом, который определяем по формуле :

$$\alpha_1 = \alpha + (10^\circ ... 15^\circ).$$

Подставляя значения в формулу , получаем:

$$\alpha_1 = 20^\circ + (10^\circ ... 15^\circ) = 20^\circ + 15^\circ = 35^\circ.$$

Ширину ленточки равна:  $f = 2 \text{ мм.}$

Для данного профиля зубьев угол  $\theta = 60^\circ$ , а угол  $\eta$  определяем по формуле :

$$\eta = \theta - \frac{360^\circ \cdot \cos \omega}{z}.$$

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$\eta = 60^\circ - \frac{360^\circ \cdot \cos^3 30^\circ}{3} = 19^\circ.$$

Рассчитанные конструкторские геометрические параметры используем для проектирования специальной фрезы.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

#### 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для воплощения спроектированного участка механической обработки детали “Корпус” необходимо оценить величину капитальных вложений в здания и сооружения, технологическое и подъемно-транспортное оборудование, а также инструмент и приспособления.

Для перехода на спроектированный технологический процесс необходимо определить целесообразность этого перехода. Внедрение нового технологического процесса будет целесообразно только в том случае, если это обеспечит снижение технологической себестоимости изготовления детали “корпус” по сравнению с базовым технологическим процессом при заданной величине размера партии 12000 шт.

Технологическая себестоимость состоит из затрат на основные материалы, заработной платы основных и вспомогательных рабочих, расходов на электроэнергию, ремонт оборудования и режущий инструмент, а также отчислений на амортизацию.

Целью экономической части диплома является расчет экономических показателей спроектированного технологического процесса и сравнение их с экономическими показателями базового технологического процесса.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

#### 4.1 Экономические показатели базового технологического процесса

##### Капитальные вложения:

Величина капитальных вложений базового технологического процесса принимается согласно цеховым данным об остаточной балансовой стоимости здания, оборудования, инструмента и приспособлений. Данные о капиталовложениях сведены в таблицу 20.

Таблица 20 – Капитальные вложения базового технологического процесса

№	Наименование элементов капитальных вложений	Стоимость, руб.
1	Здания сооружения и санитарно технические устройства	4 683 000
2	Технологическое оборудование	166 770
3	Подъёмно-транспортное оборудование	11 220
4	Контрольно измерительные и регулирующие приборы и устройства	111 800
5	Инструмент и приспособления	855 296
ИТОГО:		5 828 086

##### Технологическая себестоимость:

###### 1) Затраты на материалы:

$$C_m = C_z - q_o \cdot C_o, \text{ где}$$

$q_o$  – масса отходов,  $q_o = 4,05$  кг;

$C_o$  – цена отходов,  $C_o = 12,5$  руб/кг;

$C_z$  – цена заготовки, равная сумме затрат на закупку плит Д16 Б50  $C_{зз}$ , затраты на доставку заготовок примем 30% от  $C_{зз}$ .

$$C_{зз} = 178 \text{ руб/кг.}$$

Умножим на массу заготовки, равную 6,86 кг:

$$C_{зз} = 1221 \text{ руб.}$$

Тогда:

$$C_z = 1221 + 0,3 \cdot 1221 = 1587,3 \text{ руб/кг.}$$

$$C_m = 1587,3 - 4,05 \cdot 12,5 = 1536,7 \text{ руб.}$$

2) Затраты на основную заработную плату рабочих-станочников:

$$C_{оз} = C_{зч} \cdot K_3 \cdot K_p \cdot T_{шт}, \text{ где}$$

$C_{зч}$  – часовая тарифная ставка,  $C_{зч} = 27,11$  руб/час (5 разряд).

$K_3$  – коэффициент, учитывающий премиальные и другие доплаты,  $K_3 = 1,2$ ;

$K_p$  – районный коэффициент,  $K_p = 1,15$ ;

$T_{шт}$  – суммарное штучное время,  $T_{шт} = 24,92$  мин или 0,42 час.

Тогда:

$$C_{оз} = 27,11 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,42 = 15,71 \text{ руб.}$$

3) Затраты на электроэнергию:

$$C_э = \frac{N \cdot Ц_э}{\eta} \cdot T_{ца}, \text{ где}$$

$N$  – суммарная мощность электродвигателей оборудования,  $N = 85$  кВт;

$Ц_э$  – стоимость 1 кВт·час,  $Ц_э = 2,77$  руб/кВт·час;

$\eta$  – КПД электродвигателей (0,92);

$T_{ца}$  – суммарное время автоматической работы оборудования,  $T_{ца} = 18,34$  мин или 0,31 час.

Тогда:

$$C_э = \frac{85 \cdot 2,77}{0,92} \cdot 0,31 = 79,34 \text{ руб.}$$

4) Расходы на эксплуатацию режущего инструмента:

Расходы на режущий инструмент принимаем по цеховым данным, равными 112076,00 руб. в год.

5) Затраты на ремонт и обслуживание оборудования:

Расходы на ремонт и обслуживание принимаем по цеховым данным, равными 46 500 руб.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

б) Затраты на основную заработную плату вспомогательных рабочих:

Численность вспомогательных рабочих  $n = 2$ , один наладчик и одна уборщица.

Занятость наладчика 100%, при фонде основного времени 2016 часов  
трудоемкость  $K = 2016$  час, тарифная ставка по 6 разряду  $C_{зч} = 32,54$ .

Годовой фонд заработной платы наладчика:

$$C_{зв} = K \cdot C_{зч} \cdot K_3 \cdot K_p = 2016 \cdot 32,54 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 90\,528,88 \text{ руб.}$$

Занятость уборщицы 50%, при фонде основного времени 2016 часов  
трудоемкость  $K = 1008$  час, тарифная ставка по 2 разряду  $C_{зч} = 17,10$ .

Годовой фонд заработной платы уборщицы:

$$C_{зв} = K \cdot C_{зч} \cdot K_3 \cdot K_p = 1008 \cdot 17,1 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 23\,786,78 \text{ руб.}$$

Суммарный годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих:

$$C_{зв} = 114\,315,66 \text{ руб.}$$

7) Годовые амортизационные отчисления:

Амортизационные отчисления составляют 12% от величины капитальных вложений базового т.п. и равны 699 370,32 руб. в год.

Калькуляция технологической себестоимости приведена в таблице 21.

Ценообразование:

Цена с возмещением издержек производства детали, производимой по базовому технологическому процессу:

$$Ц = C + З + P(C+З), \text{ где}$$

$C$  – фактические издержки производства,  $C = 419,55$  руб.

$З$  – административные расходы и расходы по реализации,  $З = 42,00$  руб.

$P$  – средняя норма прибыли на данном рынке,  $P = 20\%$ .

Тогда:

$$Ц_{\text{опт}} = 419,55 + 42,00 + 0,2(419,55 + 42,00) = 533,86 \text{ руб.}$$

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Таблица 21 – Калькуляция технологической себестоимости по базовому т.п.

№	Статья расходов	На изделие, руб.	На программу, руб. (12 000 шт/год)
Условно-переменные расходы			
1	Основные материалы	1536,7	18 440 400,00
2	Основная з/п основных рабочих	15,71	188 520,00
	Дополнительная з/п	1,53	18 360,00
	Отчисления на социальное страхование	7,11	85320,00
3	Электроэнергия силовая	79,34	952 080,00
4	Расходы на эксплуатацию режущего инструмента	8,85	106 200,00
ИТОГО:		1 649,24	19 790 880,00
Условно-постоянные расходы			
1	Ремонт и обслуживание оборудования	3,72	44 640,00
2	Основная з/п вспомогательных рабочих	9,15	109800,00
	Дополнительная з/п	0,76	9 120,00
	Отчисления на социальное страхование	3,52	42 240,00
3	Амортизационные отчисления	55,95	671 400,00
ИТОГО:		73,10	877 200,00
ПРОИЗВОДСТВ. СЕБЕСТОИМОСТЬ:		403,41	4 840 920,00
Внепроизводственные расходы (4%)		16,14	193 680,00
Налоги, входящие в себестоимость		1,00	12 000,00
<b>ПОЛНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ:</b>		<b>419,55</b>	<b>5 046 600,00</b>

Простая норма прибыли (ПНП):

ПНП – это гарантированный уровень доходности, сложившийся на рынке капиталов.

$$ПНП = \frac{П_p}{K_{сум}}$$

$П_p = П_б \cdot k_{н.п.}$ , где

$П_б$  – балансовая (общая) прибыль;

$k_{н.п.}$  – коэффициент, учитывающий налог на прибыль,  $k_{н.п.} = 0,7$ .

$$П_б = (Ц_{отп} - C_{пол}) \cdot A_r$$

$$П_б = (533,86 - 419,55) \cdot 12000 = 1371720 \text{ руб.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
						89

$$\Pi_p = 1371720 \cdot 0,7 = 960204 \text{ руб.}$$

Тогда:

$$\Pi\Pi\Pi = \frac{960204}{5828086} = 0,17$$

#### 4.2 Расчет экономических показателей проектного технологического процесса

##### Расчет капитальных вложений

1) Капитальные вложения в здание:

$$K_{зд} = S \cdot h \cdot Z_3, \text{ где}$$

$h$  – высота пролета,  $h = 9,6 \text{ м}$ ;

$Z_3$  – стоимость 1 м<sup>3</sup> строительных работ,  $Z_3 = 4 \text{ 000 руб/ м}^3$ .

$S$  – производственная площадь участка,

$$S = C \cdot S_{об} \cdot k, \text{ где}$$

$C$  – количество единиц оборудования,  $C = 3$ ;

$S_{об}$  – площадь занимаемая единицей оборудования, для обрабатывающего центра JMD-45ST  $S_{об} = 2,02 \cdot 1,57 = 3,17 \text{ м}^2$ ;

$k$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, приходящуюся на оборудование,  $k = 2$ ;

Тогда:

$$S = 2 \cdot 3,17 \cdot 3 = 20 \text{ м}^2.$$

$$K_{зд} = 20 \cdot 9,6 \cdot 4000 = 768 \text{ 200 руб.}$$

2) Капитальные вложения в технологическое оборудование:

$$K_{об} = C \cdot Z_6, \text{ где}$$

$Z_6$  – балансовая стоимость оборудования,

$$Z_6 = Z_0 \left( 1 + \frac{\alpha + \beta}{100} \right), \text{ где}$$

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

$Z_0$  – цена оборудования завода изготовителя,  $Z_0 = 1\,790\,000$  руб;

$\alpha$  - норматив затрат на транспортировку оборудования,  $\alpha = 8\%$ ;

$\beta$  - норматив затрат на монтаж оборудования,  $\beta = 12\%$ ;

Тогда:

$$Z_6 = 1790000 \cdot 1,2 = 2\,148\,000 \text{ руб.}$$

$$K_{об} = 3 \cdot 2148000 = 6\,444\,000 \text{ руб.}$$

### 3) Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование:

Таблица 22 – Расчет вложений в подъемно-транспортное оборудование

№	Наименование оборудования	Цена, руб.	Стоимость доставки, руб.	Стоимость монтажа, руб.	Балансовая стоимость, руб.
1	Кран-балка Q=3 т.	74 400	5 952	8 928	89 280
2	Тележка гидравлическая Q=1 т.	9 500	760	0	10 260
ИТОГО:					99 540

Здесь стоимость доставки принята 8% от цены производителя, стоимость монтажа – 12% от цены производителя.

### 4) Капитальные вложения в контрольно-измерительные и регулирующие приборы и устройства:

Капиталовложения в КИМ:

$$Z_6 = Z_0 \left( 1 + \frac{\alpha + \beta}{100} \right)$$

$$Z_6 = 7780000 \cdot 1,2 = 9\,336\,000 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Расчет вложения в контрольно-измерительные и регулирующие приборы и устройства

№	Наименование	Количество	Цена, руб.	Стоимость, руб.
1	Ш. циркуль	1	1 350	1 350
2	Ш. циркуль - глубиномер	1	1 850	1 850
3	КИМ	1	9 336 000	9 336 000
ИТОГО:				9 339 200



В расчете учтены только дорогостоящие приборы и устройства (стоимостью свыше 1 000 руб.)

5) Капитальные вложения в инструмент и приспособления:

Таблица 24 – Расчет вложений в инструмент и приспособления

№	Наименование	Количество	Цена, руб.	Стоимость, руб.
1	Фреза Ø4 и Ø12 мм	6	433	2 598
2	Сверло спиральное Ø3,4 Ø3,6 Ø2,2 Ø1,8 и Ø4	15	1 700	25500
3	Приспособление станочное	3	8 000	24000
ИТОГО:				52 098

В расчете учтены только дорогостоящие инструменты и приспособления.

Таблица 25 – Капитальные вложения проектного технологического процесса

№	Наименование элементов капитальных вложений	Стоимость, руб.
1	Здания сооружения и санитарно технические устройства	768 200
2	Технологическое оборудование	6 444 000
3	Подъемно-транспортное оборудование	99 540
4	Контрольно измерительные и регулирующие приборы и устройства	9 339 200
5	Инструмент и приспособления	52 098
ИТОГО:		16 703 038

Так как на участке может изготавливаться достаточно широкий диапазон деталей, на себестоимость изготовления детали “корпус” переносим 50% капиталовложений.

$$K = 8\,351\,519 \text{ руб.}$$

Расчет технологической себестоимости

1) Затраты на материалы:

$$C_m = C_z - q_o \cdot C_o, \text{ где}$$

$q_o$  – масса отходов,  $q_o = 0,48 \text{ кг}$ ;

$C_o$  – цена отходов,  $C_o = 12,5 \text{ руб/кг}$ ;

Сз – цена заготовки, равная сумме затрат на материал штамповки С<sub>мш</sub>, заработную плату рабочих штамповщиков (примем 15% от С<sub>мо</sub>) и накладные расходы (примем 75% от С<sub>мо</sub>).

$$C_{\text{МШ}} = 100 \text{ руб/кг.}$$

Умножим на массу заготовки, равную 3,29 кг:

$$C_{MO} = 329 \text{ руб.}$$

Тогда:

$$C_3 = 329 + (0,15 + 0,75) \cdot 329 = 625,1 \text{ руб/кг.}$$

$$C_M = 625,1 - 0,48 \cdot 12,5 = 619,1 \text{ pyб.}$$

2) Затраты на основную заработную плату рабочих-станочников:

$$C_{03} = C_{34} \cdot K_3 \cdot K_p \cdot T_{шт}, \text{ где}$$

Сзч – часовая тарифная ставка, Сзч = 27,11 руб/час (5 разряд).

Кз – коэффициент, учитывающий премиальные и другие доплаты,  $K_z = 1,2$ ;

$K_p$  – районный коэффициент,  $K_p = 1,15$ ;

Тшт – суммарное штучное время, Тшт = 24,92 мин или 0.42 час.

Тогда:

$$C_{03} = 27,11 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,42 = 15,71 \text{ pyб.}$$

3) Затраты на электроэнергию:

$$C_3 = \frac{N \cdot C_2}{n} \cdot T_{из}, \text{ где}$$

$N$  – суммарная мощность электродвигателей оборудования,  $N = 60$  кВт;

$\text{Цэ}$  – стоимость 1 кВт·час,  $\text{Цэ} = 2,77$  руб/кВт·час;

 $\eta$  - КПД электродвигателей (0,92);

Т<sub>ца</sub> – суммарное время автоматической работы оборудования, Т<sub>ца</sub> = 9,73 мин или 0,162 час.

Тогда:

$$C_3 = \frac{60 \cdot 2,77}{0,92} \cdot 0,162 = 29,27 \text{ руб.}$$

4) Расходы на эксплуатацию режущего инструмента:

Расходы на стандартный инструмент принимаем по нормативам затрат на инструмент.

Таблица 26 – Расходы на стандартный инструмент

№	Наименование	Нормативные затраты, руб/час.	Время работы инструмента, час.	Затраты, руб.
1	Сверло Ø2,2	8	0,003	0,024
2	Сверло Ø1,8	8	0,003	0,024
3	Сверло Ø3,4	8	0,003	0,024
4	Сверло Ø3,6	8	0,003	0,024
5	Сверло Ø4	8	0,003	0,024
6	фреза Ø4	23	0,040	0,920
7	фреза Ø12	15	0,030	0,450
8	Метчик М2	10	0,008	0,080
ИТОГО:				1,57

Тогда расходы на эксплуатацию режущего инструмента:

$C_i = 1,57$  руб.

5) Затраты на ремонт и обслуживание оборудования:

Определим межремонтный период:

$$T = 24000 \cdot \beta_p \cdot \beta_m \cdot \beta_y \cdot \beta_t, \text{ где}$$

$\beta_p$ ,  $\beta_m$ ,  $\beta_y$  и  $\beta_t$  – коэффициенты, учитывающие тип производства, обрабатываемый материал, условия работы, тип станка.

$$T = 24000 \cdot 1,3 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 1 = 28080 \text{ час} = 13,6 \text{ лет.}$$

По нормативам за межремонтный период должно быть проведено: средних ремонтов  $n_c = 1$ ; мелких ремонтов  $n_m = 4$ ; осмотров  $n_o = 6$ . Тогда в год должно быть проведено средних ремонтов  $n'_c = 0,074$ ; мелких  $n'_m = 0,294$ ; осмотров  $n'_o = 0,441$ .

Ремонтосложность станка JMD-45ST 12/9,5. Тогда ремонтосложность всего оборудования: механической части  $R_m = 24$ ; электрической части  $R_z = 19$ .

Определим трудоемкость выполнения средних и мелких ремонтов, а также осмотров по нормам времени на одну ремонтную единицу (h):

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94



Занятость уборщицы 15%, при фонде основного времени 2016 часов  
 трудоемкость  $K = 302,4$  час, тарифная ставка по 2 разряду  $Cзч = 17,10$ .

Годовой фонд заработной платы уборщицы:

$$Cзв = K \cdot Cзч \cdot Kз \cdot Kр = 302,4 \cdot 17,1 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 7\,136,04 \text{ руб.}$$

Суммарный годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих:

$$Cзв = 29\,768,26 \text{ руб.}$$

7) Годовые амортизационные отчисления:

Амортизационные отчисления составляют 12% от величины капитальных вложений базового т.п. и равны 880 771,20 руб. в год.

Калькуляция технологической себестоимости приведена в таблице 27.

Таблица 27 – Калькуляция технологической себестоимости

№	Статья расходов	На изделие, руб.	На программу, руб. (12 500 шт/год)
Условно-переменные расходы			
1	Основные материалы	619,1	7 429 200,00
2	Основная з/п основных рабочих	15,71	188 520,00
	Дополнительная з/п (8,3%)	0,77	9 240,00
	Отчисления на социальное страхование (38,5%)	3,56	42 720,00
3	Электроэнергия силовая	29,27	351 240,00
4	Расходы на эксплуатацию режущего инструмента	1,57	18 840,00
ИТОГО:		669,98	8 039 760,00
Условно-постоянные расходы			
1	Ремонт и обслуживание оборудования	3,78	45 360,00
2	Основная з/п вспомогательных рабочих	2,38	28 560,00
	Дополнительная з/п (8,3%)	0,20	2 400,00
	Отчисления на социальное страхование (38,5%)	0,92	11 040,00

Окончание таблицы 27

3	Амортизационные отчисления	70,46	845 520,00
	ИТОГО:	77,44	929 280,00
	ПРОИЗВОДСТВ. СЕБЕСТОИМОСТЬ:	311,10	3 733 200,00
	Внепроизводственные расходы (4%)	12,45	149 400,00
	Налоги, входящие в себестоимость	1,00	12 000,00
	<b>ПОЛНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ:</b>	<b>323,55</b>	<b>3 882 600,00</b>

Простая норма прибыли (ПНП):

$$П_B = (Ц_{отп} - C_{пол}) \cdot A_r = (533,86 - 323,55) \cdot 12000 = 2523720 \text{ руб.}$$

$$П_P = П_B \cdot k_{н.п} = 2523720 \cdot 0,7 = 1766604,00 \text{ руб.}$$

$$ПНП = \frac{П_P}{K_{сум}} = \frac{1766604}{8351519} = 0,21$$

Срок окупаемости:

$$T_{ок} = \frac{\text{сумма\_инвестиций}}{\text{ежегодные\_поступления}} = \frac{K_{сум}}{П_P + \Phi_{амор}}, \text{ где}$$

$\Phi_{амор}$  – амортизационные отчисления, 880 771,20 руб.

$$T_{ок} = \frac{8351519}{1766604 + 880771,2} = 3,15 \text{ г.}$$

Чистый дисконтированный доход (ЧДД):

ЧДД - определяется как сумма текущих эффектов (расчетная прибыль) за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу, т.е. показывает превышение интегральных результатов над интегральными затратами:

$$ЧДД = (П_P + \Phi_{амор}) \frac{(1-E)^t - 1}{(1-E)} - K_{сум}, \text{ где}$$

$T$  – горизонт расчета (равный номеру шага расчета), на котором производится ликвидация объекта, принимаем 4 года;

$(П_P + \Phi_{амор})$  – ежегодная сумма прибыли и амортизационных отчислений, получаемых предприятием.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

$E$  – норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме доходности на капитал,  $E = 0,15$ ;

$t$  – шаг (год) расчета.

Тогда:

$$ЧДД = (1766604 + 880771,2) \frac{(1 + 0,15)^4 - 1}{0,15 \cdot (1 + 0,15)^4} - 8351519 = 428617,35 \text{ руб.}$$

#### Внутренняя норма доходности (ВНД):

ВНД – это норма дисконта, при которой величина приведенных эффектов, подсчитанная без учета капиталовложений, равна приведенным капиталовложениям.

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t^+}{(1 + E_{ВН})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1 + E_{ВН})^t}$$

Примем:

$$\frac{(1 + E_{ВН})^T - 1}{E_{ВН} (1 + E_{ВН})^T} = \frac{K_{СУМ}}{\Pi_P + \Phi_{АМОР}}$$

$$\frac{(1 + E_{ВН})^T - 1}{E_{ВН} \cdot (1 + E_{ВН})^T} = \frac{8351519}{1766604 + 880771,2}$$

$$\frac{(1 + E_{ВН})^T - 1}{E_{ВН} \cdot (1 + E_{ВН})^T} = 2,7$$

$$E_{ВН} = 0,15 \rightarrow 2,855 \neq 2,7;$$

$$E_{ВН} = 0,20 \rightarrow 2,59 \neq 2,7;$$

$$E_{ВН} = 0,18 \rightarrow 2,69 \approx 2,7;$$

Эффективность проекта определяется путем сравнения ВНД с заданной нормой дисконта  $E_{ВН}$ . Если ВНД равна или больше требуемой нормы дисконта, то инвестиции в данный проект оправданы.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

$$E_{BH} = 0,18 > E = 0,15.$$

Индекс рентабельности (доходности) проекта (ИР):

ИР - показывает, сколько единиц современной величины денежного потока приходится на единицу предполагаемых первоначальных затрат, т.е. представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капиталовложений:

$$ИР = \frac{1}{K_{СУМ}} \sum_{t=1}^4 (П_p + \Phi_{АМОР}) \cdot \frac{1}{(1+E)^t}$$

$$ИР = \frac{1}{8351519} \cdot ((2720983,7) \cdot \frac{1}{(1+0,15)^1} + (2720983,7) \cdot \frac{1}{(1+0,15)^2} +$$

$$+ (2720983,7) \cdot \frac{1}{(1+0,15)^3} + (2720983,7) \cdot \frac{1}{(1+0,15)^4}) = 1,06$$

Т.к. ИР = 1,06 > 1, современная стоимость денежного потока проекта превышает первоначальные инвестиции, обеспечивая тем самым наличие положительной величины чистой приведенной стоимости. При этом норма рентабельности превышает заданную норму, т.е. проект следует принять.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99



## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

При проектировании технологического процесса обработки детали «корпус» и участка механической обработки данной детали проведен анализ технологического процесса на наличие потенциально опасных и вредных факторов, и предусмотрены меры, обеспечивающие безопасные и безвредные условия труда производственных рабочих.

### 5.1 Анализ проектного технологического процесса на наличие потенциально опасных и вредных факторов

Деталь СИШК.731124.001 «Корпус» представляет собой корпусную деталь. Наибольшая длина изделия 330 мм, ширина 165 мм, высота 45 мм, масса детали 2,81 кг. Заготовкой для данной детали является штамповка массой 3,29 кг.

Доля ручного труда невелика, так как в процессе применяется обрабатывающий центр. В обязанности рабочего входит установка детали в станочное приспособление и снятие ее на операции 005, а также ее переустановка. Определим часовую норму перемещения заготовок:

$$N_{\text{ч}} = \frac{N \cdot m \cdot k \cdot 60}{F_{\text{д}} \cdot T_{\text{шт}}}, \text{ где}$$

$N$  – годовая программа,  $N = 12000$ ;

$m$  – масса заготовки,  $m = 2,81$  кг;

$k$  – число перемещений заготовки на операции 005,  $k = 3$ ;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд времени,  $F_{\text{д}} = 2016$  час;

$T_{\text{шт}}$  – суммарное штучное время,  $T_{\text{шт}} = 24,9$  мин.

$$N_{\text{ч}} = \frac{12000 \cdot 2,81 \cdot 3 \cdot 60}{2016 \cdot 24,9} = 120,9 \text{ кг.}$$

Нормативная суммарная масса перемещаемых с рабочей поверхности грузов составляет:

для мужчин – до 870 кг;

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

для женщин – до 350 кг.

Таким образом, часовая норма перемещения груза удовлетворяет величинам, нормирующим предельно допустимые размеры суммарной массы перемещаемых грузов.

Перемещение заготовок и обработанных деталей по участку осуществляется с помощью гидравлической тележки грузоподъемностью 1 тонна.

В данном технологическом процессе в качестве технологического оборудования применяется обрабатывающий центр JMD-45ST. Вспомогательное оборудование включает в себя моечную машину и стол контрольный. В качестве подъемно-транспортного оборудования применяется кран - балка  $Q = 3$  т и тележка гидравлическая.

Все применяемое оборудование соответствует ГОСТ 12.2.003-82 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. Общие требования к безопасности», следовательно, на этом оборудовании уровень шума и вибрации соответствует нормативным показателям. Следовательно, мероприятия и средства защиты от воздействия шума и вибрации в данном проекте не приводятся.

В качестве режущего инструмента в данном технологическом процессе применяются следующие инструменты: сверла спиральные, фрезы концевые, машинные метчики. Наиболее опасным инструментом являются фрезы концевые.

При обработке изделия применяются сверлильные патроны, цанга и переходник для метчика, оправка для концевых фрез и гидравлические тиски которые обеспечивают надежное закрепление детали. Приспособления по прочности соответствуют силовым характеристикам рассчитанных режимов резания.

Диапазон давления подаваемого воздуха в пределах 0,4...0,6 МПа. На случай падения давления в конструкции пневмосистемы предусмотрены аккумуляторы давления.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.887.00.00 ПЗ

Лист  
101

Одним из необходимых условий здорового и высоко производительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий в рабочей зоне помещения, т. е. пространство высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадке где находятся рабочие места. Технологический процесс обработки детали «Корпус» не содержит отрезных, шлифовальных и других операций, сопровождающихся повышенным выделением пыли, паров, газов, теплоты и влаги.

Работающее оборудование является источником шума. Шумом называется сочетание звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на человеческий организм, он создает помехи, которые могут привести к несчастному случаю.

Шум на производстве неблагоприятно воздействует на нервную систему работающего и может привести к ослаблению внимания, замедлению скорости психических реакций, снижению производительности труда, ухудшению качества работы.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» (таблица 28).

Таблица 28 – Нормативные значения уровня шума для постоянных рабочих мест и рабочих зон производственных помещений

Уровень звукового давления в дБ в активных полосах со среднегеометрической частотой, Гц								Эквивалентный уровень звука, дБА.
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
99	92	86	83	80	78	76	74	85

Так как обрабатывающий центр, применяемый в данном технологическом процессе, выпускается серийно и удовлетворяет требованиям ГОСТ 12.2.009-85 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности», то генерируемый им шум удовлетворяет требованиям, нормируемым ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ.

При работе оборудования также возникает вибрация. Причиной возникновения вибрации являются возникающие при работе агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. По характеру воздействия на организм человека различают общую, локальную и комбинированную вибрацию. Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма. Общей вибрации подвержены в основном транспортные рабочие. Локальной вибрации подвержены люди, работающие с ручным, электрическим, механизированным инструментом. Вибрация вызывает спазмы сосудов, воздействует на нервные окончания, мышечные и костные ткани. Длительное воздействие вибрации приводит к виброболезни.

Нормирование вибрации производится в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования безопасности» (таблица 29).

Таблица 29 – Нормативные значения вибрации

Вид вибрации	Среднеквадратичные значения виброскорости, м/с, $10^{-2}$ не более, в охватываемых октавных полосах с среднегеометрической частотой, Гц								
	1	2	4	8	16	32	63	125	250
Технологическая, на постоянных рабочих местах.	-	1,3	0,46	0,22	0,2	0,2	0,2	0,2	-

Так как обрабатываемый центр, применяемый в данном технологическом процессе, выпускается серийно и удовлетворяет требованиям ГОСТ 12.2.009-85 ССБТ, уровень вибрации не превышает установленных норм.

В процессе механической обработки на металлорежущих станках применяется СОЖ – эмульсионный раствор на водной основе. Применение СОЖ в металлообработке, наряду с техническими выгодами: повышение режимов резания, снижению запыленности воздуха рабочей зоны, приводит к загрязнению воздуха в производственных помещениях, спецодежды, оказывает неблагоприятное воздействие на кожу (главным образом рук).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1510012016.887.00.00 ПЗ

Лист  
103

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

К нормируемым параметрам микроклимата в производственных условиях относятся следующие параметры: температура воздуха  $t$ , °С; относительная влажность, %; скорость движения воздуха на рабочем месте  $V$ , м/с; атмосферное давление  $P$ , Па.

Оптимальные метеоусловия это сочетание параметров микроклимата, которые при систематическом и длительном воздействии на человека обеспечивают сохранность нормального и безвредного функционирования и теплового состояния организма человека без напряжения реакции терморегуляции. Жизнедеятельность человека может проходить в широком диапазоне давлений - 734 - 1267 гПа (550-959 мм рт. ст.). Однако необходимо учитывать, что для здоровья человека опасно быстрое изменение давления, это вызывает болезненное ощущение. Величина тепловыделения  $Q$  организма человека зависит от степени физического напряжения в определённых метеорологических условиях и составляет 85 Дж/с (в состоянии покоя) и до 500 Дж/с (при тяжелой работе). Для создания комфортных условий, работающему необходимо, чтобы всё тепло, выделяемое им, отводилось в окружающую среду.

Параметры микроклимата измеряются в нескольких точках производственного помещения и на разной высоте с помощью специальных

приборов (термометр, психрометр и др.). Величина параметров микроклимата должна соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Оптимальные нормы параметров микроклимата в рабочей зоне данного производственного помещения приведены в таблице. Выполнение этих норм достигается при осуществлении следующих мероприятий: вентиляция (приточная, вытяжная, естественная, воздушная и тепловая завеса), кондиционирование, отопление и защита от источников тепловых излучений.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

Таблица 30 - Оптимальные нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория работы по уровню энергозатрат	Температура воздуха, С°	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с.
Холодный и переходный период	Легкая – 1	20...23	60...40	0,2
	Средней тяжести – 2А	18...20	60...40	0,2
	Средней тяжести – 2Б	17...19	60...40	0,3
	Тяжелая - 3	16...18	60...40	0,3
Теплый период	Легкая – 1	22...25	60...40	0,2
	Средней тяжести – 2А	21...23	60...40	0,3
	Средней тяжести – 2Б	20...20	60...40	0,4
	Тяжелая - 3	18...20	60...40	0,5

Холодный и переходный период - температура наружного воздуха  $< 10^{\circ}\text{C}$ , теплый период - температура наружного воздуха  $> 10^{\circ}\text{C}$ . Категория работ – это разграничение работ на основе общих энергозатрат организма, измеряемых в Дж/с. Работа в механических цехах относится к категории работ средней тяжести, энергозатраты находятся в пределах 172...293 Дж/с.

Для контроля концентрации пыли необходимо выполнять следующие мероприятия: следить за состоянием воздушной среды в цехе, предусмотреть устройства вентиляции (общей, вытяжной, приточной).

Для защиты от различного рода опасностей в разработанном технологическом процессе предусмотрены следующие виды защиты:

- движущиеся части станков и механизмов укрыты соответствующими ограждениями;
- конструкции ограждающих устройств достаточно прочны, надёжно закреплены;
- ограждения имеют рукоятки для удобного и безопасного удержания их при съёме и установке;
- внутренние поверхности защитных дверей, крышек, ограждений и посадочные места для них окрашены в ярко-красный цвет;

- открывающиеся в течение рабочего дня защитные ограждения  
сблокированы с пуском станка;

- наличие и исправность индивидуальных средств защиты:  
спецодежда, спец. обувь, головные уборы.

- станки оснащаются экранами, надёжно защищающими рабочих  
от разлетающейся стружки, случайно поломавшегося инструмента;

- экраны заблокированы с пуском станка;

При применении СОЖ в техпроцессе выполняются следующие  
мероприятия:

- на состав СОЖ есть разрешение санитарного надзора;

- антимикробная защита состава СОЖ на водном растворе  
соответствует требованиям ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ;

- приготовление и подача СОЖ централизована и механизирована;

- замена СОЖ осуществляется не реже 1 раза в 6 месяцев;

- очистка емкостей для приготовления водяных СОЖ и  
трубопроводов производится один раз в 3 месяца;

- конструкция станка исключают разбрызгивание и растекание  
СОЖ на прилегающую к станку площадь пола. Станки оборудованы  
борниками, ограждениями и экранами;

- трубопровод с наконечником для подачи СОЖ обеспечивает  
быстроту, удобство и безопасность сопла в нужном положении;

- при работе с СОЖ в цехах присутствует устройство  
общеобменной механической вентиляции с подачей приточного воздуха в  
рабочую зону. Скорость движения воздуха не превышает 0,4...0,5 м/сек.  
Общая производная вентиляции составляет 850...950 км/час на 1 станок;

- станочникам при применении СОЖ выдаются мази, кремы для  
смазывания рук и специальные моющие средства;

- проводятся систематизированный санитарный инструктаж и  
периодические медосмотры.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.887.00.00 ПЗ

Лист
106

Мероприятия по электробезопасности:

Электробезопасность - это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие.

Таблица 31 – Характер действия электрического тока

Действие тока	Величина тока, мА		Характер воздействия
	Переменный	Постоянный	
Пороговый, осязаемый	0,6- 1,5	6-7	Вызывает осязаемое раздражение организма
Пороговый, неотпускающий	10-15	50-70	Сильные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии
Пороговый, фибрилляционный	100	300	Воздействие на мышцу сердца, возможна его остановка

Согласно "Правилам устройства электроустановок" помещение участка относится к особо опасному с точки зрения электробезопасности.

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования - кожухах, корпусах и т.д. - в результате повреждения изоляции и других причин;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
- возникновение шагового напряжения на поверхности земли в



результате замыкания провода на землю.

В сетях с глухозаземлённой нейтралью, в качестве защитной меры, применяют соединение корпусов электрооборудования с нейтралью источника питания (зануление), что обеспечивает быстрое отключение повреждённой установки и участка сети.

Основные технические мероприятия и средства защиты от поражения электрическим током:

- изоляция токоведущих частей;
- недоступность токоведущих частей;
- размещение электрических проводов в трубах;
- применение малого напряжения (не более 42 В);
- применение защитного зануления;
- применение деревянных трапов у станков.

Основные организационные мероприятия:

- обязательный контроль наличия исправности зануления оборудования и изолирующего трапа у станка;
- запрещение ремонта электрооборудования и вскрытие электрошкафов не аттестованными работниками;
- привлечение к ремонту электрооборудования аттестованных специалистов-электриков;
- инструктаж рабочих.

#### Проектирование искусственного освещения:

При проектировании искусственного освещения участка выбор типа источников света общего назначения механических цехов с нормальными условиями труда зависит от спроектированного помещения. Неудовлетворительное освещение может привести к ухудшению зрения.

На данном участке происходит обработка деталей, связанная с контролем предельными калибрами это относится к IVa категории

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

зрительным работ. Коэффициенты отражения: потолка  $\gamma_n = 30 \%$ , стен  $\gamma_n = 10 \%$ .  
Размеры помещения: площадь  $S = 648 \text{ м}^2$  ( $A = 36 \text{ м}$ ,  $B = 18 \text{ м}$ ), высота  $H = 9,6 \text{ м}$ .

По СНиП 23-05-95 назначаем норму минимальной освещенности в помещении –  $E_m = 300 \text{ лк}$ .

Для высоты помещения  $H = 9,6 \text{ м}$  наиболее целесообразной является лампа ДРЛ - 400. Ее характеристики: мощность  $W - 400 \text{ Вт}$ , световой поток  $\Phi = 23 \text{ клм}$ .

Выбираем тип светильника РСП 05 - 400 (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 ряд светильников по три лампы в ряд, расположенных по длине помещения. Размеры для рисунка 24:  $a=3,5 \text{ м}$ ;  $b=3 \text{ м}$ ;  $c=5 \text{ м}$ ;  $l=5,5 \text{ м}$ . Число светильников получаем  $N=21$  штук.(рисунок 44)

Определим высота подвеса светильников над рабочей поверхностью:

$$H_p = H - H_1 - H_2, \text{ где}$$

$H_1$  - 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 расчетную величину светового потока для одной лампы:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{100 \cdot E_m \cdot S \cdot Z \cdot k}{N \cdot \eta}, \text{ где}$$

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

$k$  – коэффициент запаса,  $k = 1,5$ ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока – 65%.

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 648 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{21 \cdot 65} = 24567 \text{ лм} = 24,57 \text{ клм}.$$

Допустимое отклонение расчетного значения светового потока от указанного в характеристике лампы установлено от -10 до +20%. Проверим выполнение данного условия:

$$\Delta = \frac{\Phi - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi} \cdot 100$$

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

$$\Delta = \frac{23 - 24,57}{23} \cdot 100 = -6,83\%$$

Следовательно, условие выполняется.

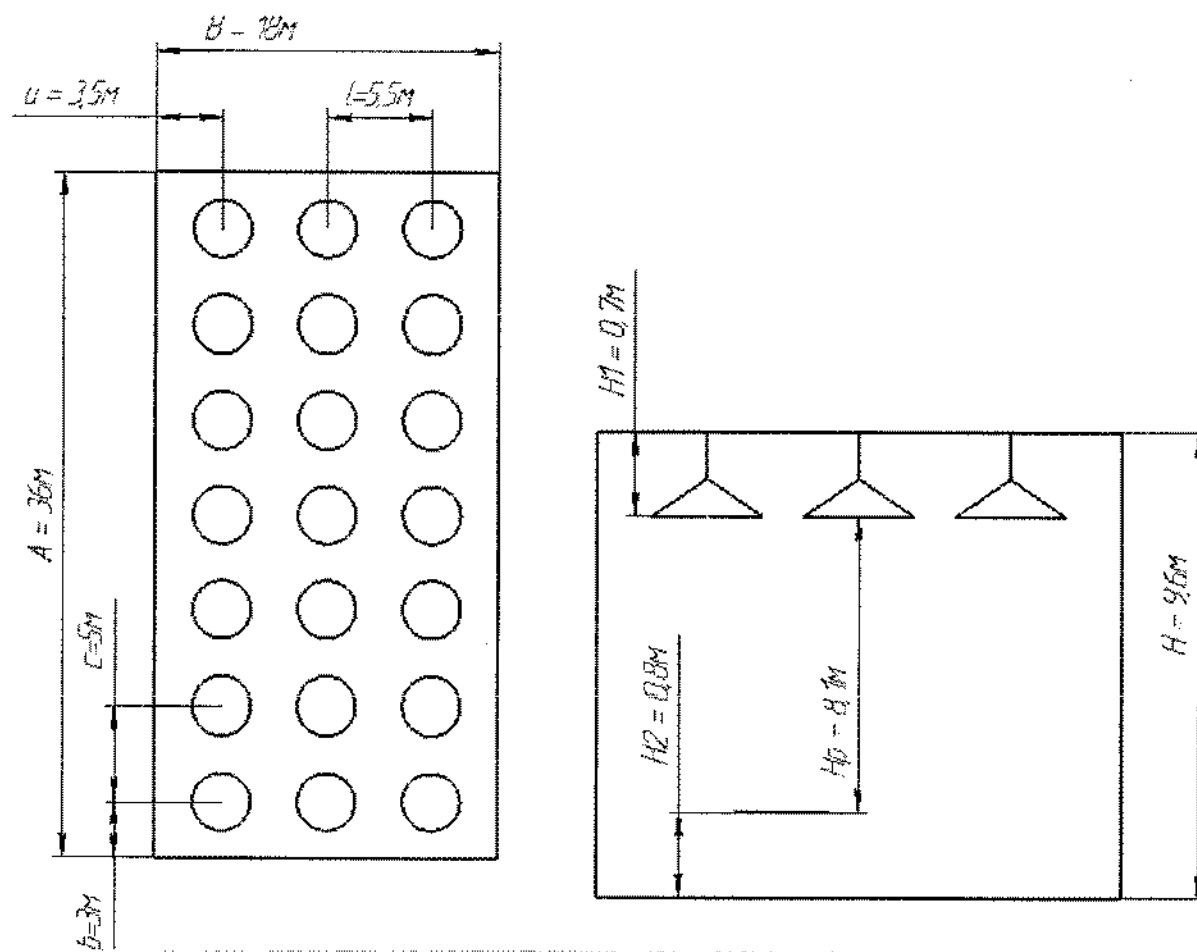


Рисунок 44 – Схема размещения светильников общего освещения

Мероприятия по пожарной безопасности участка:

Проектируемый участок механической обработки находится в производственном помещении, которое относится к категории Д по пожаробезопасности, так как в нем производится обработка негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Причина возникновения пожара для данной категории:

- неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса;
- неисправность или перегрузка электрооборудования, что может

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

привести к задымлению или возгоранию электродвигателей и других электрических приборов;

- неправильное хранение смазывающих веществ, эмульсий, а так же промасляной ветоши;

- самовозгорание горючих веществ.

К первичным средствам пожаротушения относят: огнетушители, гидропомпы, вёдра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, ломы, войлок и т. д. Для различных объектов и помещений существуют нормы первичных средств пожаротушения. Первичные средства пожаротушения для данного помещения приведены в таблице 32.

Таблица 32 – Первичные средства пожаротушения

Категория	Нормируемая площадь, м	Углекислотные огнетушители ОУ-8	Химические, пенные огнетушители ОХП-6	Ящик с песком	Войлок, кошма
Д	144	2	2	2	1

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения материалов (твёрдых, жидких, горючих веществ), а так же электроустановок, находящихся под напряжением.

Химические пенные огнетушители применяются для тушения твёрдых материалов и горючих жидкостей (масла, промасляной ветоши и т.п.).

Все первичные средства пожаротушения должны размещаться на специальном щите. Пожарный щит окрашен в красный цвет, на стенде размещены номера телефонов пожарной части, диспетчера завода, правила пользования огнетушителем.

Организационные мероприятия по пожарной безопасности на участке и рабочих местах включают в себя:

- Разработку инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действии людей при возникновении пожара (запрещение курения в не отведенных местах, порядок хранения и использования промасляной ветоши, СОЖ,

обязательная уборка промышленной и других горючих жидкостей).

- Организацию обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности (вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте).

- Оформление наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.

- Оформление стенда пожарной безопасности, на котором размещены: цеховая инструкция по пожарной безопасности; плакаты с устройствами и правилами пользования огнетушителями; план эвакуации из цеха в случае пожара; номера телефонов пожарной части.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной дипломной работы были решены следующие задачи:

1. Разработан проектный вариант технологического процесса изготовления детали «корпус» на обрабатывающем центре с ЧПУ, отвечающего требованиям современного гибкого автоматизированного серийного производства.
2. Спроектирован участок механической обработки детали «корпус».
3. Спроектированы контрольное и станочное приспособления, а также фреза для спроектированного технологического процесса.
4. Рассчитаны экономические показатели спроектированного технологического процесса: величина капитальных вложений и технологическая себестоимость. Подтверждена целесообразность перехода на спроектированный технологический процесс.
5. Обеспечены безопасные и безвредные условия труда на спроектированном участке механической обработки.

Таким образом, был спроектирован участок механической обработки детали типа «корпус» и разработан технологический процесс производства детали «корпус» в условиях гибкого серийного производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М: Машиностроение. 1985г.
2. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2./А.Г. Косилова, Р.К. Мещерякова. – М: Машиностроение. 1985г.
3. Бойков, Ф.И. Проектирование экономических технологических процессов в машиностроении/ В.В. Матвеев, Ю.М. Свиридов – Челябинск; Южно-уральское книжное издательство, 1979г.-111с.
4. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – Минск; Высшая школа. 1983г.-256с.
5. Шамин, В. Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: Учебное пособие/ В.Ю. Шамин – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 1999 г. -429 с.
6. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие/ И.М. Морозов, В.И. Гузев, С.А. Фадюшин и др. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2000 г. -76 с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990 г. – 206 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 2. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990 г. – 206 с.
9. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков./ М.А. Ансеров. – М.: Машиностроение, 1964 г. – 652 с.

					151001.2016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

10. Озаревич, Г. М. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностно-пластическим деформированием./ Г.М. Озаревич. – М.: Машиностроение, 1971 г. – 104 с.
11. Шнейдер, Ю. Г. Инструмент для чистовой обработки металлов давлением./ Ю.Г. Шнейдер. – Ленинград: Машиностроение, 1971 г. – 248 с.
12. Сидорова, А.И. Безопасность жизнедеятельности./ А.И. Сидорова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004 г. – 200 с.
13. Организация и планирование производства. Методические указания./сост. В.А. Пилипчук, – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003 г. – 43 с.
14. Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению./ Н. В. Сырейщиков, В. И. Гузеев, И. В. Сурков, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005 г. – 49 с.

					1510012016.887.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			151001.2016.887.06.00 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	151001.2016.887.06.01	Корпус	1	
		2	151001.2016.887.06.02	Поршень	1	
		3	151001.2016.887.06.03	Крышка	1	
		4	151001.2016.887.06.04	Винт	1	
		5	151001.2016.887.06.05	Втулка	1	
		6	151001.2016.887.06.06	Губка подвижная	1	
		7	151001.2016.887.06.07	Пластика	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		8		Винт М5-6gx12 ГОСТ 1476-93	2	
		9		Винт М10-6gx14 ГОСТ 1494-80	6	
		10		Кольцо ОЧО-044-20-1-О ГОСТ 9833-73	1	
		И		Кольцо ОЗ2-ОЗ5-19-1-О ГОСТ 9833-73	2	
151001.2016.887.06.00.СП						
Изм	Лист	Листов	Подп.	Дата	Лит.	
Разраб.	Пужинских И.Д.			7.06.16		
Пров.	Сметанин С.Д.			7.06.16	Лист	
И.контр.	Сайфутдинов			7.06.16		
Утв.					Листов	
Станочное приспособление						
					ЮУрГУ	
					Кафедра ТМ	