

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Кафедра технологии автоматизированного машиностроения

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ / В.И. Гузеев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Проектирование участка механической обработки детали «**Корпус распределения**» с  
разработкой конструкторско-технологического обеспечения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–15.03.05.2018.**680**.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы  
**С.Р. Сайфутдинов**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Автор работы  
студент группы ПЗ-551  
**М.Д. Глушкова**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Нормоконтролер  
**А.В.Выбойщик**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Аннотация

Глушкова М.Д. Выпускная квалификационная работа.  
 Проектирование участка механической обработки детали «корпус распределения» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения.– Челябинск: ЮУрГУ, 2018, 101 с.  
 Библиография литературы – наименований, 11 листа чертежей и эскизов формата А1 и эскизов 8 шт формата А4.

По заданию необходимо выполнить пункты приложенного задания. Данная выпускная квалификационная работа состоит из следующих частей: введение, общая часть, технологическая часть, конструкторская часть, планировка участка, графическая часть, технологический процесс изготовления детали.

Даны исходные данные к работе: чертеж детали, тип производства - серийное, режим работы - односменный, материалы производственной практики, курсовых проектов и работ, техническая литература.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>							
					Выпускная квалификационная работа							
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>								
<i>Разраб.</i>		<i>Глушкова М.Д.</i>										
<i>Пров.</i>												
<i>Т. Контр.</i>												
					<i>Лист 1</i>		<i>Листов</i>					
					<i>13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>							
<i>Н. контр.</i>												
<i>Утв.</i>												

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

1. Общая часть.....	6
1.1. Назначение и описание узла, работы детали в узле.....	6
1.2. Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.....	7
2. Технологическая часть.....	9
2.1. Анализ технологичности детали.....	9
2.2. Анализ действующего технологического процесса.....	12
2.2.1. Анализ документации действующего техпроцесса.....	12
2.2.2. Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	15
2.2.3. Размерный анализ действующего техпроцесса.....	23
2.2.4. Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	25
2.3. Разработка проектного технологического процесса.....	26
2.3.1. Разработка маршрутного техпроцесса.....	26
2.3.2. Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	27
2.3.3. Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки.....	37
2.3.4. План операций и переходов проектного техпроцесса.....	40
2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса.....	41
2.3.6. Расчет режимов резания и норм времени.....	42
2.3.7. Расчет необходимого количества оборудования.....	60
3. Конструкторская часть.....	65
3.1. Проектирование станочного приспособления .....	65
3.2. Проектирование режущего инструмента.....	75
3.3. Описание работы контрольного приспособления.....	84
4. Планирование участка.....	92
4.1. Описание работы участка.....	92
4.2. Мероприятия по охране труда.....	98
Заключение	

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		2

Список литературы

Приложения

5. Перечень графического материала

5.1. Чертеж детали – 2 листа

5.2. Сравнение технологических процессов – 2 листа

5.3. РТК – 2 листа

5.4. Чертеж станочного приспособления – 1 лист

5.5. Чертеж контрольного приспособления – 1 лист

5.6. Чертеж режущего инструмента – 1 лист

5.7. Планировка участка – 1 лист

6. Технологический процесс изготовления детали

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>3</i>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Если анализировать современные действующие машиностроительные производства, то можно придти к следующим выводам:

- степень автоматизации каждого производства и степень оснащения их современным оборудованием зависит от рентабельности, целей и задач производства, объемов выпускаемой продукции и тд;

- в зависимости от объемов производства и его условий могут быть реализованы различные подходы к организации производства;

- большинство производителей стремятся к уменьшению количества ручного труда, зависимости от человеческого фактора, автоматизации или совершенствованию своего производства в изменяющихся условиях соразмерно имеющимся возможностям;

- для больших предприятий-гигантов, что за границей, что в России характерно наличие своего производства входящих в сборку деталей, комплектующих и наличие сборочных линий, наличие покрасочных цехов с автоматизированным оборудованием;

- на зарубежных предприятиях и их филиалах в России характерна большая степень контроля за соблюдением имеющихся технологий производства, порядка на рабочих местах, контроля за культурой производства, организацией работ и порядке выплат за выполненные работы;

- зарубежные предприятия в большинстве своем имеют большую степень автоматизации, для контроля работы используют современные системы «5+1S», что позволяет соблюдать и поддерживать высокий уровень качества продукции, получать хорошие прибыли, иметь минимальные убытки и потери, благодаря плановости повышать уровень рентабельности производств;

- так как на российских предприятиях системы контроля «5S» введены относительно недавно, технологии производства находятся в стадии развития, хотя ряд технологий и разработок, изделий и агрегатов признано уникальными;

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		4

- предприятий, работающих по замкнутым циклам производства в России не очень много.

В данной выпускной квалификационной работе необходимо выполнить пункты приложенного задания. Данная выпускная квалификационная работа состоит из следующих частей: введение, общая часть, технологическая часть, конструкторская часть, планирование участка, графическая часть, технологический процесс изготовления детали по ГОСТ.

Даны исходные данные к работе: чертеж детали, тип производства – серийное, режим работы – односменной, материалы производственной практики, курсовых проектов и работ, техническая литература.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		5

## 1.ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ УЗЛА, РАБОТА ДЕТАЛИ В УЗЛЕ

Узел, в который входит данный корпус, является ячейкой питания для узла связи. Ячейка предназначена для обеспечения модуля постоянными напряжениями 6В и 15В при его электропитании от сети напряжением постоянного тока 27В.

Ячейка работает следующим образом: при подаче на вход ячейки напряжения 27В, оно подается на вход линейного стабилизатора (ЛС), на транзистор  $vT_6$  и на вывод 2 трансформатора Т1 стабилизирующего преобразователя на транзисторах  $vT_1$ ,  $vT_2$ ,  $vT_4$ ,  $vT_5$ ; с выхода ЛС напряжение подается на задающий генератор на микросхеме D2.1 и в цепи согласования ЗГ с усилителем мощности на Т1.

ЗГ работает на частоте 20КГц/ц/, на вторичных обмотках трансформатора наводится напряжение необходимой величины, которое после выпрямлений подается на соответствующий ЛС компенсационного типа.

Напряжение цепи «6В» стабилизируется ЛС на микросхеме Д8 и транзисторах  $vT_9$ ,  $vT_{10}$ . Регулировка проводится резистором R50.

Напряжение цепи «150В» стабилизируется ЛС на транзисторах  $vT_7$ ,  $vT_8$  и микросборке D7. Регулировка проводится резистором R47.

Данный корпус предназначен для размещения в нем других сборочных единиц, печатных плат (**ОЧЕНЬ ДОРОГИЕ**), электрических элементов и кабелей и т.д. **Работы сборочные на базе этого корпуса очень дорогие, длительные по времени, дорогие в расценке, ровно как и любые доработки в собранном виде.** Являясь базовой деталью для дальнейшей сборки (по сути являясь каркасом для расположения в нем электрических компонентов), он должен обеспечивать постоянство точности относительного положения деталей и механизмов, как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации машин. Так же корпус несет «защитную» функцию от внешних механических факторов. Имеет возможность закрепления крышек, устанавливаемых с той же целью.

					ИЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ИЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

Данный корпус, изготавливаясь из плиты АМг6 по ГОСТ 4784-97, обеспечивает достаточную жесткость для дальнейших сборок (за счет свойств материала, распределенной нагрузки в собранном состоянии, имеющимся стенкам необходимой толщины и наличием R переходов, перегородок и т.д.). За счет наличия выполненных базовых поверхностей и размеров обеспечивается дальнейшая собираемость. В этом корпусе для обеспечения закрепления элементов и крышек предусмотрены гладкие и резьбовые отверстия. Для выходов элементов за границы стенок корпуса и установки различных элементов предусмотрены гладкие отверстия различного диаметра. Гладкие отверстия на боковых «ушках» предназначены для дальнейшей сборки (функционального для закрепления в дальнейших сборках). Радиусные переходы на различных высотах обеспечивают жесткость конструкции и возможность установки плат на заданных высотах (за счет крепежных резьбовых отверстий и выдержанных высот).

## **1.2. СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НЕЙ**

Данный корпус предназначен для размещения в нем сборочных единиц, деталей, электродеталей и кабелей, плат и т.д. Являясь базовой деталью для дальнейшей сборки, он должен обеспечивать постоянство точности относительного положения деталей и механизмов, как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации машин.

Данный корпус, изготавливаясь из плиты АМг6 по ГОСТ 4784-97, обеспечивает достаточную жесткость для дальнейших сборок (за счет свойств материала, распределенной нагрузки в собранном состоянии, имеющимся стенкам необходимой толщины и наличием R переходов, перегородок и т.д.). За счет наличия выполненных базовых поверхностей и размеров обеспечивается дальнейшая собираемость.

В виду высоких требований к сборочной единице, корпус должен обеспечить:

- 1) Точность сборки за счет выдержанных размеров по чертежу, требования ТТ чертежа и неуказанных требований к расположению поверхностей и т.д.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7



2) Повышенные требования к материалу заготовки, т.к. «защитные» свойства корпус может выполнять только при соответствующих свойствах материала. Обрабатываемость материала это важный фактор, так как корпус входит в узел связи, рассчитанный на жесткие условия работы. А от качества получаемой поверхности напрямую зависит прохождение сигналов в узле. От того насколько качественно будут зафиксированы элементы сборки на корпусе зависит качество сборки и работы узла. Для этого необходимо, чтоб крепежные отверстия обеспечивали необходимое качество закрепления за счет выполненных требований к ним.

Соответственно необходим материал, соответствующий по своим свойствам, точные межцентровые расстояния, максимально необходимо применение принципа единства баз, соблюдение неуказанных требований к поверхностям и отверстиям, соблюдение требований ОСТа и ГОСТа, указанных в ТТ чертежа.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		8

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ДЕТАЛИ

В этом корпусе для обеспечения закрепления элементов предусмотрены гладкие и резьбовые отверстия. Для выходов элементов за границы стенок корпуса и установки различных элементов предусмотрены гладкие отверстия различного диаметра. Гладкие отверстия на боковых «ушках» предназначены для дальнейшей сборки (функционально для закрепления). Радиусные переходы на различных высотах обеспечивают жесткость конструкции и возможность установки плат на заданных высотах (за счет крепежных резьбовых отверстий и выдержанных высот).

В виду того, что на данный корпус в процессе сборки ставится много дорогостоящих деталей, то есть необходимость изготовления корпуса с соответствующей точностью (предусмотренной имеющимся чертежом). Трудоемкость изготовления данного корпуса зависит от технологичности конструкции, которая определяется рядом требований. Данная деталь изготавливается с использованием программных центров.

Исходя из имеющихся данных:

- 1) Конструкция детали в основном состоит из стандартных элементов и унифицированных конструктивных элементов;
- 2) Большинство обрабатываемых поверхностей детали имеют правильную постановку размеров, оптимальную степень точности и шероховатость;
- 3) Конструкцией и материалом обеспечена жесткость корпуса, но необходимо учесть наличие относительно тонких стенок и переходов на различных высотах;
- 4) Имеется необходимость в снятии достаточно большого объема материала в процессе обработки, т.к. деталь изготавливается из цельной плиты;
- 5) Базовые поверхности имеют достаточные размеры, что позволяет вести обработку в том числе от конструкторских баз;

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		9

6) Обрабатываемые поверхности расположены на верхних и нижних, боковых поверхностях заготовки, то есть обработка будет производиться с переустановками;

7) Имеются разные высоты и элементы обработки (плоскости, отверстия, «окна», обнижения, резьбовые отверстия...);

8) Отверстия имеют простую форму, но на части отверстий необходимо выполнить фаски с неудобной для обработки стороны, но возможна доработка универсальным способом;

9) Большинство отверстий сквозные;

10) Для получения большинства поверхностей достаточно применение стандартных режущих инструментов, но необходимо избежать большого числа установов, т.к. надовыдержать большое число размеров от конструкторских баз, часть из которых достаточно точные;

11) Наружный контур детали имеет достаточно простую конфигурацию, что обеспечивает свободный доступ режущего инструмента и возможность уставки корпуса для дальнейшей обработки;

12) Возможно совмещение конструкторских и технологических баз при использовании горизонтальных и вертикальных обрабатывающих центров, это обеспечит большую точность изготовления за счет использования программного компонента и минимального количества установов);

13) Изготовление трудоемко и относительно дорого при любом способе изготовления;

14) Имеются точные размеры (например, точные допуски на межцентровые расстояния и т.д.).

В общем можно сказать, что корпус не технологичен, но возможно изготовление несколькими способами, наиболее обеспечивающими точность и целесообразность изготовления:

1) Заготовка – литье под давлением, с последующей доработкой на программных станках и универсальными способами в большом количестве;

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>10</i>

2) Современными металлообрабатывающими центрами (вертикальными и горизонтальными) за несколько установов из цельной плиты, полученной прокатом, с минимальной универсальной доработкой.

В том, чтобы признать корпус технологичным и изготавливать его полностью универсальным способом мешают его конструктивные особенности:

1) При достаточно простой конфигурации, необходимо выдержать размеры от конструкторских баз, особенно это касается пункта 6 ТТ чертежа;

2) Размерные цепочки заданы от нескольких плоскостей (в том числе и на одном виде по чертежу);

3) Есть необходимость обеспечить точность размеров с минимальным количеством установов и доработок;

4) В виду достаточно большого объема убираемого материала и наличия в конструкции относительно тонких стенок и переходов необходимо избежать деформации стенок и «ступенек», врезаний в местах обработки, особенно в углах с радиусами, элементов на разных высотах и получаемых путем обработки с двух противоположных сторон; и т.д.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		11

## 2.2. АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### 2.2.1. АНАЛИЗ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ТЕХПРОЦЕССА

Чертеж детали выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД и содержит достаточно данных (изготовления, контоля и т.д.). Точности на размеры указаны с учетом служебного назначения элементов без ужесточения допусков. Набор элементов с точки зрения геометрии несложен, но отвечает служебному назначению детали. Но необходимо устранить размеры со справочными допусками, т.к. расчет размерных цепей невозможен в полном объеме, тем более что в размерных цепях с этими размерами отсутствуют замыкающие звенья. Но размер по чертежу 133,5 необходимо оставить справочным. Он является замыкающим звеном для размеров по чертежу 11,5<sub>-0,43</sub> и 122Н14. После пересмотра данной размерной цепи, решила, что размер 122 убрать из справочных, тк он формирует пространство для установки плат и прочих элементов сборочных.

Элементы корпуса, которые присутствуют на чертеже оправданы. Галтели увеличивают прочность стенок корпуса. Имеющиеся крепежные отверстия соответствуют по расположению имеющимся элементам в сборе, как для электроэлементов, так и для крепления самого корпуса в дальнейших сборках, крепления на нем защитных элементов по типу крышки, основания. Пазы и гладкие отверстия больших диаметров (относительно) предназначены для выхода элементов сборки. Фаски для облегчения установки, отсутствия затираний, посадки головки крепежа впотай. «Ушки» являются направляющим, фиксирующим элементом. Обнижения различной глубины и наличия в них радиусов, площадок для крепления элементов сборки (бобышек) и крепежных отверстий резьбовых позволяют расположить элементы сборки в требуемом положении. Радиуса подобраны в том числе из удобства обработки и имеющихся возможностей применения режущего инструмента.

Указанные требования ТТ чертежа необходимы для обеспечения собираемости узла. Это разностенность бобышек относительно отверстий не более 0,5мм, неуказанные предельные отклонения, диаметры отверстий т.д. В представленном чертеже указаны два технологических отверстия Ø14. Необходимо

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

их убрать с поля чертежа. Необходимости в них нет ни для изготовления, ни для обеспечения работы узла.

При изготовлении детали необходимо учесть, что деталь не является технологичной с точки зрения изготовления ее на универсальном оборудовании и без специальной технологической оснастки, ввиду того, что конструкторские и технологические базы не совпадают и обработка ведется с шести сторон, при обработке необходимо выдержать неуказанные в чертеже допуски, но необходимые по ГОСТ на неуказанные размеры, допуски расположения и т.д.

В данном технологическом процессе использования тиски, губки рифленые, УСП и приспособление Zero Clamp. Контрольные приспособления для проверки параметров не используют.

Данный корпус, изготавливаясь из плиты АМг6 по ГОСТ 4784-97, обеспечивает достаточную жесткость для дальнейших сборок (за счет свойств материала, распределенной нагрузки в собранном состоянии, имеющимся стенкам необходимой толщины и наличием R переходов, перегородок и т.д.). Исходя из конструктивных особенностей корпуса, его размеров и применения, вес корпуса не должен быть очень тяжелым, но при этом прочным и хорошо обрабатываемым. Для этого возможно использование сплавов алюминия. Но этот материал указан как материал заменитель. К сожалению материал, указанный как основной в базовом чертеже не отвечает основным требованиям к обрабатываемости, то его необходимо заменить и указать в поле чертежа материал заменитель как основной.

Учтем, что партия за год составляет от 20 до 300 штук, а разово не более 50 штук, и что есть возможность обработки на обрабатывающих центрах с последующей минимальной доработкой. Можно принять обработку из плиты АМг6 на горизонтальных и вертикальных обрабатывающих центрах (они более универсальны для обработки подобных и других деталей в отсутствие на производственной площадке литейного производства из заготовок-плит, которые достаточно просто купить за не очень высокую стоимость).

К тому же вернуть поставщику бракованную заготовку, полученную литьем под давлением достаточно проблематично, часто дефекты вскрываются после механической обработки и не всегда их можно исправить, так же как и согласовать

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		13

использование корпусов с полученными отклонениями, соответственно часть корпусов бракуется на цех, который производил механическую обработку. И в пользу такого материала как АМгб говорят его очень хорошие свойства обрабатываемости, теплопроводимости и т.д. А для заданной конструкции — это очень важно. Тем более, что в собранном виде корпус очень дорог и его применяют для очень важного узла в конструкции. При сравнении свойств литейных сплавов алюминия и свойств плиты АМгб, плита по своим свойствам явно выигрывает.

Технологический процесс оформлен с нарушением требований ГОСТа по ряду признаков: отсутствуют РТК; на отрезную операцию не указан способ отрезки, не указано на сколько заготовок необходимо распустить плиту и с какими напусками, отсутствует эскиз на данную операцию; на всех операциях отсутствуют указания о режимах резанья, нормативах времени и т.д.; в операционных эскизах на операции 010, 015, 020, 025 недостаточно данных для размерного анализа (не указано часть размеров до базовых торцев, других элементов, не указаны часть допусков, в том числе технологических) и т.д.

В маршрутных картах не прописаны все транспортировочные операции (в связи с тем, что 1цех и цех покрытий, склады находятся в отдалении), часть СИ указаны по разным ГОСТам, слесарная операция после операций ЧПУ дублирует обработку отверстий, причем их количество и технологическом процессе указано неправильно. Не указана тара для транспортировки.

В данном технологическом процессе операционных карт нет.

На картах эскизов к 010, 015, 020, 025 операциям отсутствуют необходимые размеры и допуски для размерного анализа, допуски на указанные размеры, в том числе технологические, на эскизе к 010 операции отсутствует указание о базах и наличия упоров. Не указаны номера программ к эскизам, карты оформлены с нарушением требований ГОСТа на оформление.

В данном технологическом процессе карт технического контроля нет. Но СИ указаны в маршрутной карте на операциях изготовления и операциях контроля.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		14

## 2.2.2. АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ, РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА, ОСНАСТКИ

Таблица 1 - Оборудование технологического процесса изготовления «корпус распределения»

Номер операции	Наименование операции	Оборудование
005	заготовительная	Пилоотрезной станок
010	комплексная с ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS, тиски 1.1A.33000 Gerardi, губки рифленные 4.23.0D301 Gerardi, Шабер цеховой
015	комплексная на ОЦ С ЧПУ	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ H630B, приспособление ZERO CLAMP
020	комплексная на ОЦ С ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS, УСП
025	комплексная на ОЦ С ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS, УСП
030	слесарная	Верстак
035	контрольная	Стол ОТК
040	Транспортирование	Транспортировочная тележка/ автокар
045	вертикально-сверлильная	Настольно-свелильный НС-15, УСП, верстак
050	вертикально-сверлильная	Настольно-свелильный НС-15, УСП, верстак
055	слесарная	Верстак
060	Контроль	Стол ОТК
065	резьбонарезная	резьбонарезной станок Р-130
070	слесарная	Верстак
075	контроль	Стол ОТК
080	Транспортирование	Транспортировочная тележка/ автокар/ машина
085	получение покрытия	Оборудования для обезжиривания, нанесения покрытия

В данном технологическом процессе используется как универсальное оборудование, так и комплексные обрабатывающие центры с ЧПУ. Степень автоматизации данного производства очень мала.

Все перемещения производится путем применения физических усилий рабочего, как и установки, переустановки заготовки, а так же помещение их в тару

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					15	



для транспортировки на тележке с ручным управлением. Перемещения внутри корпуса осуществляются в таре на тележке с ручным управлением (в основном) в таре (ее заменяют коробки картонные). Перемещение с заготовительного цеха в цеха для основного производства производится на автомобиле (заготовительный цех находится в отдалении от производственных цехов). Что не отражено в данном ТП. Как и перемещения между участками производственными, хотя они находятся в отдалении друг от друга, хотя и в пределах одного корпуса (как на одном этаже, но через некое расстояние, так и на разных этажах). Перемещение с основных производственных цехов до цеха покрытий и оттуда до цеховых складов готовой продукции осуществляется на автокаре или автомобиле, тележке (зависит от непосредственно размеров готовой продукции и месторасположения цеха/склада на территории корпуса).

В технологическом процессе не прописано оборудование для заготовительной операции и операции покрытия и промывки (она не указана в ТП, необходима для смывания с поверхности деталей остатков СОТС и прочей грязи, стружки перед получением покрытия). Но данный ТП писался для механообрабатывающего цеха. В заготовительном цехе и цехе покрытий есть технологии процессы на выполняемые операции (или ТТП ( типовые технологические процессы)).

Основная механообработка происходит на комплексных обрабатывающих центрах с ЧПУ. На данных станках применяются различные станочные приспособления (в том числе станочное приспособление ZERO CLAMP, тиски и губки рифленые Gerardi, УСП). И лишь доработка отверстий происходит на универсальном оборудовании (настольно-сверлильном станке, резьбонарезном станке с применением УСП). В том числе в ТП включены ручные операции слесарной обработки (зачистка).

Режущий инструмент выбран из каталогов ISCAR . Выбирался не специальный режущий инструмент (таблица 1). Выбор инструмента был основан на максимальной применяемости и наибольшей эффективности его. Это различные фрезы (торцевая большого диаметра, концевые, резьбофрезы, фасочная, фрезерная

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		16

головка фасочная), сверла различного диаметра, хвостовик, пластина. Так же используется вспомогательный инструмент (патроны и цанги).

На обрабатывающих центрах с ЧПУ с горизонтальной и вертикальной обработками происходит обработка всех поверхностей кроме 4х фасок  $\phi 6,5 \times 90^\circ$  ( по чертежу:  $\phi 3,6 / \phi 6,5 \times 90^\circ$ ) и резьбы М2,5-6Н. Для доработок после обрабатывающих центров используют зенковку 2353-0107 ГОСТ 14953-80 (на настольно-сверлильном станке НС-15) и метчик М2,5 2620-1043 6Н ГОСТ 3266-81 (на резьбонарезном станке Р-130). Данный инструмент обеспечивает достаточную точность обработки. Для того что бы выдержать требования ТТ чертежа используют УСП.

На этапах обработки на обрабатывающих центрах используется режущий инструмент и инструментальная оснастка, выбранная из каталогов ISCAR. Используемый режущий инструмент и технологическая оснастка представлены в таблице 2. Но следует отметить неактуальность выбора некоторого режущего инструмента, часть позиций отсутствует в актуальных каталогах.

Таблица 2 – Оборудование и оснастка действующего технологического процесса изготовления детали «корпус распределения»

операция	станок, оборудование	РИ	вспомогательный инструмент
010 комплексная с ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS, тиски 1.1A.33000 Gerardi, губки рифленные 4.23.0D301 Gerardi, Шабер цеховой	ПЛАСТИНА T490 LNR 1306PN-R-P IC07 ISCAR, ФРЕЗАТОРЦЕВАЯ $\Phi 80,0$ T490 FLN D080-07-27-R-13 ISCAR, ФРЕЗА КОНЦЕВАЯ $\Phi 6,0$ ECA-H3 06-09/30C06CF-R02 IC08 ISCAR, ФРЕЗА ФАСОЧНАЯ $\Phi 8,0$ ECF D-3/45-4C08 IC900 ISCAR	ПАТРОН BT40 x FMB27-105 SYIC, ПАТРОН BT40 x ER16A - 100 SYIC, ЦАНГА ER16 size 6 SYIC ПАТРОН BT40 - ER32 - 100 SYIC ЦАНГА ER32 size 8 SYIC

Таблица 2 (продолжение) – Оборудование и оснастка действующего технологического процесса изготовления детали «корпус распределения»

операция	станок, оборудование	РИ	вспомогательный инструмент			
010 комплексная с ЧПУ		РЕЗЬБОФРЕЗА M10 MTECS 08078C23 1.5ISO IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф8,6 SCD 086-049-100 AP5 IC908 ISCAR	ПАТРОН BT40 - ER32 - 100 SYIC, ЦАНГА ER32 size10 SYIC			
015 комплексная на ОЦ С ЧПУ	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ H630B, приспособление ZERO CLAMP	ФРЕЗА ТОРЦЕВАЯ Ф80,0 T490 FLN D080-07-27-R-13 ISCAR, ПЛАСТИНА T490 L Нар 1306PN-R-P IC07 ISCAR, СВЕРЛО Ф4,9 SCD 049-035- 060 AP5 IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф3,7 SCD 037-023- 060 AP5 IC908 ISCAR, ХВОСТОВИК MM S-B-H050- ER32-T06, ФРЕЗ. ГОЛ. ФАСОЧНАЯ Ф11,6 MM EDF116-090-95- 3T06 IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф6,7 SCD 067-043- 080 AP5 IC908	ПАТРОН BT50- FMB27-105 VERTEX, ПАТРОН BT50 ER16X100 ISCAR, ЦАНГА ER16 6-5 VERTEX, ПАТРОН BT50 ER16X100 ISCAR, ЦАНГА ER16 6-5 VERTEX, ПАТРОН BT50 ER32X100 ISCAR, ПАТРОН BT50 ER32X100 ISCAR, ЦАНГА ER32 8-7 VERTEX, ПАТРОН BT50-ER16-100 VERTEX			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист 18

Таблица 2 (продолжение) – Оборудование и оснастка действующего технологического процесса изготовления детали «корпус распределения»

операция	станок, оборудование	РИ	вспомогательный инструмент
015 комплексная на ОЦ С ЧПУ		ФРЕЗА КОНЦЕВАЯ Ф6,0 ECA-H3 06- 09/30C06CF-R02 IC08 ISCAR, РЕЗЬБОФРЕЗА М8 MTECS 0606C24 1.25ISO IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф3,3 SCD 033-023-060 AP5 IC908 ISCAR, ФРЕЗА КОНЦЕВАЯ Ф16,0 ECR-B3 16- 14/43C16R02A92 IC08 ISCAR	ЦАНГА ER16 6-5 VERTEX, ПАТРОН BT50 ER32X100 ISCAR, ЦАНГА ER32 6-5 VERTEX, ПАТРОН BT50 ER16X100 ISCAR, ЦАНГА ER16 6-5 VERTEX, ПАТРОН BT50 MAXIN 20X105 ISCAR, ЦАНГА SC 20 SPR 16 ISCAR
020 комплексная на ОЦ С ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS, УСП	ФРЕЗА ТОРЦЕВАЯ Ф80,0 T490 FLN D080-07-27-R-13 ISCAR, ПЛАСТИНА T490 LNAR 1306PN-R-P IC07 ISCAR,	ПАТРОН BT40 x FMB27-105 SYIC, ПАТРОН BT40 ER32x100 ISCAR, ЦАНГА ER32 size16 SYIC, ПАТРОН BT40 ER16x100 ISCAR,

Таблица 2 (продолжение) – Оборудование и оснастка действующего технологического процесса изготовления детали «корпус распределения»

операция	станок, оборудование	РИ	вспомогательный инструмент
020 комплексная на ОЦ С ЧПУ		<p>ФРЕЗА КОНЦЕВАЯ Ф16,0 ECR-B3 16- 14/43C16R02A92 IC08 ISCAR, СВЕРЛО Ф3,3 SCD 033- 023-060 AP5 IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф3,70 SCD 037-023-060 AP5 IC908 ISCAR, ФРЕЗА КОНЦЕВАЯ Ф8,0 ECA-H3 08- 12/40C08CF-R02 IC08 ISCAR, ФРЕЗА ФАСОЧНАЯ Ф8,0 ECF D-3/45-4C08 IC900 ISCAR, РЕЗЬБОФРЕЗА M3 MTECS 06024C9 0.5 ISO IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф2,6 SCD 026-015-030 AP6 IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф2,10 SCD 021-012-030 AP6</p>	<p>ЦАНГА ER16 size6 SYIC, ПАТРОН BT40 ER16x100 ISCAR, ЦАНГА ER16 size6 SYIC, ПАТРОН BT40 ER32x100 ISCAR, ЦАНГА ER32 size 8 SYIC, ПАТРОН BT40 ER16x100 ISCAR, ЦАНГА ER16 size 8 SYIC, ПАТРОН BT40 ER16x150 ISCAR, ЦАНГА ER16 size 6 SYIC, ПАТРОН BT40 ER16x100 ISCAR, ЦАНГА ER16 size 3 SYIC, ПАТРОН BT40 ER16x100 ISCAR, ЦАНГА ER16 size 3 SYIC</p>

Таблица 2 (окончание) – Оборудование и оснастка действующего технологического процесса изготовления детали «корпус распределения»

операц ия	станок, оборудовани е	РИ	вспомогательный инструмент	
025 компле ксная на ОЦ С ЧПУ	Вертикальны й обрабатываю щий центр с ЧПУ DNM500HS, УСП	ФРЕЗА ТОРЦЕВАЯ Ф80,0 T490 FLN D080-07-27-R-13 ISCAR, ПЛАСТИНА T490 L NAR 1306PN-R-P IC07 ISCAR, ФРЕЗА КОНЦЕВАЯ Ф16,0 ECR-B3 16-14/43C16R02A92 IC08 ISCAR, ХВОСТОВИК MM S-A- H025-ER32-T06, ФРЕЗА Ф11,6 MM EDF116- 090-95-3T06 IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф3,3 SCD 033-023- 060 AP5 IC908 ISCAR, ФРЕЗА КОНЦЕВАЯ Ф8,0 ЕСА-Н3 08-12/40C08CF-R02 IC08 ISCAR, РЕЗЬБОФРЕЗА М3 MTECS 06024C9 0.5 ISO IC908 ISCAR, СВЕРЛО Ф2,6 SCD 026-015- 030 AP6 IC908 ISCAR	ПАТРОН BT40 x FMB27-105 SYIC, ПАТРОН BT40 ER32x100 ISCAR, ЦАНГА ER32 size16 SYIC, ПАТРОН BT40 ER32x100 ISCAR, ПАТРОН BT40 ER16x100 ISCAR, ЦАНГА ER16 size 6 SYIC, ПАТРОН BT40 ER32x100 ISCAR, ЦАНГА ER32 size 8 SYIC, ПАТРОН BT40 ER16x150 ISCAR, ЦАНГА ER16 size 6 SYIC, ПАТРОН BT40 ER16x100 ISCAR, ЦАНГА ER16 size 3 SYIC	
			ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

В контроле данной детали не используются контрольные приспособления. Применяются штангеля различной конструкции, калибр - пробки, шаблоны и т.д. универсальной конструкции. Поэтому процесс контроля трудоемок и не всегда возможен на часть размеров с соответствующей точностью.

В данном технологическом процессе указаны для использования тиски, УСП и приспособление Zero Clamp. Контрольные приспособления для проверки параметров не используют. Внутри одного технологического процесса используется достаточно большое количество оснастки для изготовления данного корпуса. Степень точности изготовления не соответствует степени точности контроля и невозможности 100% контроля даже части параметров. В том числе в виду трудоемкости данной манипуляции, предъявления прочей продукции цехом службе ОТК.

Тиски и губки рифленые используют для закрепления заготовки на первых операциях для получения базовых поверхностей и элементов, необходимых для дальнейшего закрепления заготовки корпуса в приспособлении. Затем оправдано использование приспособление Zero Clamp, оно позволяет надежно закрепить заготовку на столе станка. Оно имеет как установочную плиту, защитные пластины, консоль с зажимными элементами, базирующий комплект, заглушки для защиты неиспользуемых элементов от стружки, установочные пальцы, так и блок управления, быстроразъемную муфту. Данное станочное приспособление используют для работы на горизонтальном фрезерном станке и на станке Doosan. Оно позволяет обработать боковые поверхности, так как закрепление осуществляется на пальцах и разжимным элементом на плоскости, не касающейся обрабатываемых поверхностей.

После получения боковых поверхностей используют УСП, за счет которого осуществляют зажим за готовые стороны, для обработки двух других сторон по следующим программам с переустановом. Но есть существенный недостаток применения данного приспособления. Часто остаются следы от закрепления на боковых поверхностях, вдавленные следы от стружки, попавшей на приспособление, иногда тонкие стенки деформирует от усилия зажима и

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		22

используемых режимов обработки. Но применение специальных приспособлений для данной позиции нерентабельно, т.к. это достаточно дорого в разработке, изготовлении и хранении, т.к. партии относительно небольшие по данным типоразмерам.

Но при хорошо подобранных приспособлениях для изготовления, необходимо пересмотреть порядок обработки обнижений. Так как сначала обрабатывается обнижение с большей выборкой материала, происходит формирование тонких стенок. За которые потом прижимают приспособление, соответственно происходит небольшая деформация стенок при ручном зажиме заготовки в приспособление. Но даже при отсутствии этой деформации по поверхности остаются следы от зажимов и прочие поверхностные дефекты.

### 2.2.3. РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ТЕХПРОЦЕССА

Технологический процесс содержит эскизы на обработку с недостаточными данными для анализа. Т.е. нет достаточного количества данных для расчета, не указаны размеры до базовых поверхностей, допусков, в том числе технологических.

В соответствии с имеющимися в эскизах и чертеже данными возможно посчитать только часть припусков, много размеров уходят в зону замыкающих звеньев, часть размеров по указанным допускам выполнить невозможно, часть технологических допусков не указано (в том числе часть допусков со звездочкой, т.е. справочно или в состоянии поставки).

Для выбранного вида для размерного анализа (смотри схему). Невозможно провести размерный анализ. Размеры из операции 015 все уходят в зону замыкающих звеньев. С операции 015, выполняемый размер  $24+0,26$  (по чертежу  $24+0,2$ ) не может обеспечить выполнение размера по чертежу  $24+0,2$ , т.к. обработка ведется с торца, где припуск до чистового размера соответствует  $(69(-0,74)-66^{**})$ , т.е. минимум 3 мм, то размер будет просажен.

$Z2 = (69(-0,74)-66^{**})$ , т.е. минимум 3мм, но нет допуска на размер 66(не указан допуск, размер под наладку).

$Z3 = (70^{*}-69(-0,74))$ , т.е. допуска на размер 70 (размер в состоянии поставки, допуск не указан) тоже нет.

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

23

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рисунок 1. Размерный анализ действующего технологического процесса

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		24

## 2.2.4. ВЫВОДЫ ИЗ АНАЛИЗА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТНОГО ТЕХПРОЦЕССА

На основании выше изложенного были сделаны следующие выводы:

- 1) необходима корректировка КТД (конструкторско-технологической документации): необходимо привести технологический процесс в соответствие с ГОСТом, разработать операционные эсизы, операционные карты, РКТ, привести в соответствие вид заготовительной операции, для операционных карт рассчитать технологические допуски, рассчитать режимы резанья для выбранного оборудования и режущих инструментов, провести необходимые расчеты для оформления технологического процесса по ГОСТу, исправить маршрут движения заготовки в техпроцессе, исправить в чертеже ошибочно проставленные справочные размеры и назначить допуски, убрать с поля чертежа два технологических отверстия  $\varnothing 14$ , заменить основной материал и т.д.;
- 2) необходима корректировка технологии изготовления детали корпус распределения на основе имеющегося оборудования и введения в технологический процесс нового оборудования;
- 3) необходимо разработать приспособление, на котором можно изготавливать корпуса нескольких типоразмеров на имеющемся оборудовании ЧПУ и ОЦ, выдерживая все размеры чертежа без доработок;
- 4) необходимо автоматизировать технологию производства деталей типа «корпус», на примере данного корпуса распределения.

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

## 2.3. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### 2.3.1. РАЗРАБОТКА МАРШРУТА ПРОЕКТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Исходный технологический процесс можно сократить и дополнительно автоматизировать его. Сокращения техпроцесса возможно путем совмещения операций, установ будет тот же, а соответственно время на изготовление будет сокращено. Для реализации автоматизации технологического процесса необходимо ввести работа (для обеспечения работы станков и перемещения и установки заготовок), приемочный стол с механизмом перемещения заготовок (так как будет осуществляться обработка на нескольких станках с несколькими установками от состояния заготовки до состояния готовой детали, кроме одной операции – ручной зачистки), дополнительно ввести автоматизированную транспортно-накопительную систему и автоматизированный склад, возможно небольшой участок подготовительных работ (установка заготовок в приспособления для изготовления), если после опробования установки роботом заготовки в приспособления возникнут нерешаемые сложности.

Таблица 3 - Проектный вариант маршрута.

Номер операции	Наименование операции	Оборудование
000	заготовительная	Гидроабразивная консольная установка DeKart W2060L
005	Комплексная на ОЦ С ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS, тиски
010	Комплексная на ОЦ С ЧПУ	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ H630B, тиски
015	Комплексная на ОЦ С ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS, тиски
018	Транспортировка	Автокар, спецтара
020	слесарная	Верстак
025	контрольная	КИМ-750 «ЛАПИК»
028	Транспортировка	Автокар, спецтара
030	Получение покрытия	Согласно инструкции

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

### 2.3.2. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХПРОЦЕССА

В данном технологическом процессе используется как универсальное оборудование (шабер, стол для слесарных работ, плита и т.д.), так и комплексные обрабатывающие центры с ЧПУ, промышленные роботы, приемные столы с механизмами и т.д.

Основная механообработка происходит на комплексных обрабатывающих центрах с ЧПУ. На данных станках применяются станочные приспособления. В том числе в ТП включены ручные операции слесарной обработки (зачистка).

В данном ТП используется следующее ЧПУ оборудование:

- 1) Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS



Рисунок 2- Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS

#### Информация:

Страна: **Корея**

Производитель: **Doosan**

Группа: **Вертикально-фрезерные станки**

Система управления: **Siemens, Fanuc**

Сайт производителя: <http://www.doosan.com>

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

Таблица 4 – Характеристики DNM 500HS

Технические характеристики		Unit	DNM 500HS
Система координат			
Перемещение	X-axis	mm (inch)	1020 (40)
	Y-axis	mm (inch)	540 (21.2)
	Z-axis	mm (inch)	625 (24.6)
Ускоренный ход	X-axis	m/ min (ipm)	48 (1889.7)
	Y-axis	m/m in (ipm)	48 (1889.7)
	Z-axis	m/m in (ipm)	48 (1889.7)
Стол			
Размер стола		mm (inch)	1200 x 540
			(47.2 x 21.2)
Нагрузка на стол		kg (lb)	800 (1763.6)
Шпиндель			
Мах. скорость шпинделя		r/mi n	15000 [20000]
Автоматическая смена инструмента			
Хвоставк инструмента			BT40
Время смены инструмента		s	1,3
Количество инструмента в магазине		ea	20

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

28

2) Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ H630B



Рисунок 3 - Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ H630B



Рисунок 4 - Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ H630B

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		29

Таблица 5 - Основные модели обрабатывающих центров и спецификации горизонтальных.

ITEM	UNI T	H50 0A	H500/ H630	H630B	H800	H1100
<b>CAPACITY</b>						
X axis travel	mm	800	1050	1050	1300	2500
Y axis travel	mm	500	710	1000	1200	1200
Z axis travel	mm	500	600	1000	1200	1300
Distance from spindle nose to table surface	mm	150-650	110-820	50-1050	50-1250	150-1350
Distance from spindle nose to table center	mm	150-650	820	100-1100	50-1350	350-1650
Spindle taper		BT40	BT50	ISO50	ISO50	ISO50
Spindle speed	Rpm	6000	6000	6000	6000	6000
<b>ROTARY WORKTABLE (B AXIS)</b>						
Table size (LXW)	mm	500x500	500x500/630x630	630x630	800x800	1100x1100
Max table load weight	kg	500	1000	1200	2000	2500
T-solt size	mm		-			
T-SOLT(WXpitch xnumber)	mm					
Segmentation accuracy	sec	15"	+5"	+5"	+5"	15"
Repeatability accuracy	sec	4"				
Number of tools		1	2	2	2	2
<b>TRANSMISSION</b>						
Axial Transmission		Directly pass	Directly pass	Directly pass	Directly pass	Directly pass

ИЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ИЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

30

Таблица 5 (окончание) - Основные модели обрабатывающих центров и спецификации горизонтальных.

<b>FEED SPEED</b>						
Cutting feed speed	mm/min	1-10000	1-10000	1-10000	1-10000	1-70000
Rapid shift of axes of X/Y/Z	m/min	15	15	36/36/36	36/36/36	24/24/24
<b>TOOL</b>						
Number of tools	m/min	24	24	40/60	40/60	40/60
<b>Tool selection</b>						
Max tool weight	kg	8	25	25	25	30
Max tool length	mm	250	400	400	400	400
Max tool diameter	mm	80/150	100/300	125/250	125/250	125/250
<b>SPINDLE AND MOTOR</b>						
Spindle motor	KW	GSK 7.5/11	FANUC 11/15	FANUC 15/18.5	FANUC C22/26	FANUC 22/26
Max spindle torque	N.m	50/70	70/95	525/634	770X1100	560/800
<b>PRECISION</b>						
Positional accuracy	mm	0.01	0.02	0.02	0.02	0.022
Repeatability	mm	0.02	0.01	0.01	0.01	0.015
<b>MACHINE SPECIFICATIONS</b>						
Weight	KG	5500	11000	16500	22000	27000
Floor space(LXW)	MM	2500X2500	2990X2990	6095X4850	6590X5050	5650X5450
Height	MM	2550	3080	3550	4050	4470



### 3) Гидроабразивная консольная установка DeKart W2060L



Рисунок 5 - Установка для гидроабразивной резки DeKart W2060L

**Рабочая область:** 2000×6000×100-200 мм

**Габариты:** 7500×2200×1620

Установка гидроабразивной резки серии DeKart WL является промышленным оборудованием, способным обрабатывать широкий спектр твёрдых и мягких материалов с использованием струи воды под очень высоким давлением или смеси воды и абразивного вещества. Термин «абразивная струя» относится конкретно к использованию смеси воды и абразивного материала, чтобы резать такие твёрдые материалы, как металл или гранит, в то время как термин «чистая гидроабразивная струя» относится к резке водой без использования абразивных материалов для таких мягких материалов, как пластик или резина. Гидроабразивная резка является наиболее подходящим способом обработки для материалов чувствительных к высоким температурам.

Установки для гидроабразивной резки серии DeKart WL предназначены для раскроя различных видов стали, сплавов и цветных металлов, камня и других твёрдых и мягких материалов и относятся к категории промышленных крупногабаритных и очень надёжных в работе станков. Простота и удобство в эксплуатации облегчают значительно работу оператора. Установленная система ЧПУ даёт возможность оператору программировать и выполнять резку любого материала по различной траектории с необходимой точностью. Конструкция станка имеет жёсткий и очень надёжный корпус, способный прослужить долгое время, а

ИЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ИЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

32

также позволяет быстро перемещать портал. Станок оснащён также стойкой ЧПУ WEIHONG NC-studio. Управление оборудованием осуществляется посредством системы управления NC-studio, позволяющей работать в ручном и автоматическом режиме. Кроме того, гидроабразивные станки серии WL оснащены высококачественным водяным насосом и режущей головкой производства США, высокоточными шаровинтовыми парами и рельсовыми направляющими HIWIN (Тайвань), высоконадёжной системой подачи абразива, автоматической системой смазки и фильтрами. Движение по осям X, Y осуществляется посредством серводвигателей Mitsubishi.

Станина станка сварная, изготовленная из специальных прочных металлических профилей, создающих оптимальную жёсткость. Конструкция станка позволяет иметь лёгкий доступ ко всем узлам оборудования для обслуживающего персонала.

Станок оснащён рельсовыми линейными направляющими и реечный приводом. Это делает координатные движения станка по осям X, Y, Z более точными.

Программное обеспечение и управление гидроабразивного станка с ЧПУ В комплекте со станком поставляется следующее программное обеспечение: NCstudio — передача созданных файлов на станок, а так же для управления его настройками и параметрами. Данная программа совместима с такими программами как UG /MASTERCAM/AUTOCAD/и др.

Возможна обработка твёрдых материалов: гранит, мрамор, бетон, бордюрный камень, плитка, керамогранит и т.д.

Металлические материалы: железо, алюминий, медь, нержавеющая сталь, жель, сплавы и другие металлы. Мягкие материалы: резина, ПВХ, акрил, ABS и др.

Модель: DeKart W2060L Консольная

Рабочее поле по осям X, Y: 2000×6000

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		33

Ход шпинделя по оси Z:	150 мм
Рабочая поверхность:	Водоналивной реечный стол
Максимальная грузоподъёмность стола:	1000 кг/кв. м
Мощность:	37 кВт
Макс. скорость перемещения:	0-12 000 мм/мин
Макс. скорость резки:	0-8 000 мм/мин
Точность резки:	0,01 мм
Режущая головка:	1
Двигатель:	Серводвигатели Mitsubishi
Система привода для осей X, Y, Z:	ШВП (Шарико-винтовая пара)
Направляющие по осям X, Y, Z:	рельсовые HIWIN
Внутренний диаметр отверстия:	0,33 мм
Внутренний диаметр сопла:	0,76 мм или 1.02 мм
Программа управления станком:	WEIHONG NC-studio
Тип насоса:	мультипликаторный
Тип бустера:	Гидравлический(усиленный насос)
Автоматический контроль уровня воды:	есть
Автоматический подача абразива:	есть
Допустимая температура в цеху, С:	0-45
Расход воды:	3,8 л/мин
Электропитание:	АС 380V/50HZ
Номинальное рабочее давление:	0 ~ 380MPa

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		34

Максимальное рабочее давление:	415МРА
Монитор – дисплей:	19-дюймовый ЖК
Размер упаковки (мм):	7500 x 2200 x 1620 мм
Вес нетто:	8500 кг
Вес брутто:	9000 кг

4) КИМ-750 «ЛАПИК»



Рисунок 6 - КИМ-750.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		35

Таблица 6 - Координатно-измерительная машина КИМ-750

Диапазоны измерения, размеры	
Максимальное перемещение по осям:	
X, мм	750
Y, мм	650
Z, мм	470
Габаритные размеры:	
длина, мм	2440
ширина, мм	2190
высота, мм	3195
Масса, кг	4000
Допустимый вес детали, кг	500

Таблица 7 - Характеристики КИМ-750

Точность измерения	
Погрешность измерения формы, мкм: КИМ-750 особо высокой точности	1,3 + L/300
КИМ-750 повышенной точности	1,8 + L/300
КИМ-750 нормальной точности (где L — измеряемый размер в мм)	3,0 + L/300
Перемещение	
Система отсчета перемещений	Лазерно-интерферометрическая
Дискретность отсчета линейных перемещений, мкм	0,079
Дискретность отсчета угловых перемещений каретки, ”	1,0
Максимальный поворот каретки вокруг оси (только для шестиосевых КИМ):	
X, °	45
Y, °	45
Z, °	60
Шестиосевое движение каретки с прикрепленным к ней поворотной головкой (датчиком) значительно расширяет возможности измерений, делает доступным для контроля поверхности, измерение которых на порталных КИМ затруднено или невозможно.	
Сенсорика	
Методика ощупывания	Полное шестимерное <sup>1</sup> ощупывание
Min измерительное усилие с использованием датчика «Лапик»:	
при токовом касании, Н	0,0003 <sup>2</sup>

Таблица 7 (окончание) - Характеристики КИМ-750				
при механическом касании, Н		0,2		
Максимальная скорость измерения, точек/сек.:				
С использованием датчика «Лапик»		8		
при сканировании		200		
Минимальный радиус щупового наконечника, мм				
Окружающая среда				
Потребление сжатого очищенного воздуха, л/мин		Не требуется		
Потребляемая мощность, среднечасовое потребление, кВт		не более 1,5		
Параметры электрической сети:				
Напряжение, В		380 (± 5%)		
Частота, Гц		50 / 60		
Диапазон температур для готовности к работе, °С		12 — 32		
Диапазон температур, в котором обеспечивается паспортная точность, °С (но не более ± 1 °С от температуры при которой произведена калибровка КИМ)		18 — 26		
Скорость изменения температуры:				
°/час		0,5		
°/сутки		2		
Относительная влажность воздуха, %, не более		80		
<p><sup>1</sup>6-осевые КИМ открывают возможности: контроля внутренних полостей; «затененных» поверхностей; измерения «иглой» и др.</p> <p>Возможна дополнительная автоматизация путем введения в ТП робокаров, автоматизированной транспорто-накопительной системы, автоматизированных складов и промышленных роботов.</p>				
<p><b>2.3.3. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНОЙ ЗАГОТОВКИ</b></p>				
<p>Данный корпус необходимо изготавливать из плиты АМг6 по ГОСТ 4784-97, обеспечивает достаточную жесткость для дальнейших сборок (за счет свойств материала, распределенной нагрузки в собранном состоянии, имеющимся стенкам необходимой толщины и наличием R переходов, перегородок и т.д.). Исходя из</p>				
<p>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</p>				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				37

конструктивных особенностей корпуса, его размеров и применения, вес корпуса не должен быть очень тяжелым, но при этом прочным и хорошо обрабатываемым. Для этого возможно использование сплавов алюминия.

Учтем, что партия за год составляет от 200 до 800 штук (в среднем 500 штук), а разово не менее 50 штук, и что есть возможность обработки на обрабатывающих центрах с последующей минимальной доработкой или без нее (идеальный вариант при наличии необходимой технологической остастки и отсутствии технологических сбоев). Можно принять обработку из плиты АМгб на горизонтальных и вертикальных обрабатывающих центрах.

В пользу такого материала как АМгб говорят его очень хорошие свойства обрабатываемости, теплопроводимости и т.д. А для заданной конструкции — это очень важно. Тем более, что в собранном виде корпус очень дорог и его применяют для очень важного узла в конструкции. При сравнении свойств литейных сплавов алюминия и свойств плиты АМгб, плита по своим свойствам явно выигрывает.

В дальнейшем плита распиливается на определенное количество заготовок. По ГОСТ 17232-99 находим, что заготовка на необходимую нам толщину 70, но в виду использования тисков пневматических с переустанавливаемыми губками на всех операциях обработки (на станках ЧПУ), для чего необходимо дополнительная толщина заготовки. Поэтому целесообразно выбрать заготовку толщиной 80 мм (смотри чертеж, по ГОСТу данные по толщинам от 60 до 200), может быть выполнена из плиты шириной 1200, 1500, 1800 или 2000 мм и ненормируемой расчетной длиной. Но исходя из допусков на неплоскостность плиты (по таблице ГОСТ звисят от ширины листа), выбираем плиту шириной 1200мм, так как значение допуска неплоскостности минимально ( $\pm 3,5$  мм) и достаточно приемлемо для дальнейшей механической обработки.

Как итог выбираем заготовку: плита АМгб.Б 100,0П×1200,0×3000,0 ГОСТ 17232-99.

Распускаем плиту на заготовки размером  $100,0^+_{-2,5} \times 261,0^+_{-0,2} \times 146,0^+_{-0,2}$  путем обработке на станке ГАР. Исходя из технологических возможностей лазерная резка не подходит (сильное оплавление место реза, малая толщина реза).

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		38

Гидроабразивная резка относительно дорогая, но она дает очень точные размеры, что обеспечит уменьшение размеров напусков и припусков.

Таблица 8 – Химический состав сплава АМгб.

Марк а плаки рующ его соста вав	Мар ка плак иру юще го сост ава	Массовая доля элементов, %									
		Кре м ний	Же ле зо	Ме дь	Ма р ган ец	маг ний	Ци нк	Ти тан	Прочие		Ал ю ми ний
									каж ды й	су м ма	
АМгб	АД1 пл	0,3 0	0,3 0	0,0 2	0,0 25	0,0 5	0,1	0,1 5	0,0 2	---	Не мен ее 99, 30

Примечание – массовая доля элементов – максимальная, если не указаны пределы, допускается содержание меди в сплаве АД1пл устанавливать 0,05%.

Гидроабразивная резка позволяет обеспечить точностью реза до 0,001 мм, что позволяет создавать сложные детали. Они умеют: резать со скоростью до 15 м/мин; режущий инструмент поворачивает голову на 90°; компенсировать отставание струи и конусность при резке, добиваясь идеального результата; одновременно с разрезанием материала формировать фаску; точно дозировать абразив; работать с дистанционного управления; заканчивать операцию при аварийном отключении электроэнергии; выполнять загруженную программу и быстро переключаться при смене режима;

Достоинства применения данных станков разнообразны (обработка большого спектра материалов, отсутствие в зоне резания высоких температур, большая точность раскроя, тонкая линия реза, гладкая кромка детали, большая толщина листа – до 300мм, можно обрабатывать детали пакетом, не относится к вредным способам обработки, не образует токсичных соединений, быстрая перенастройка

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							39



оборудования, высокая скорость реза, обработка почти без усилия и т.д.), но имеется и ряд недостатков: для некоторых материалов низкая скорость реза, высокая цена гранатового песка, есть возможность возникновения коррозии на обрабатываемом материале и т.д.

### 2.3.4. ПЛАН ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ ПРОЕКТНОГО ТЕХПРОЦЕССА

Таблица 9 - План операций и переходов проектного техпроцесса

№	Название	№ ОЦ	Описание
000	Заготовительная	0005	Разрезание листа на штучные заготовки размером $100,0^{+0,2} \times 261,0^{+0,2} \times 146,0^{+0,2}$ .
005	Комплексная с ОЦ с ЧПУ (вертикальная обработка)	0010	Обработка по программе. Выполнение размеров с основного вида, вида «А» вида слева, частично размеров с разрезов Б-Б и В-В.
010	Комплексная с ОЦ с ЧПУ (горизонтальная обработка)	0015	Обработка по программе. Выполнение размеров по боковым поверхностям
015	Комплексная с ОЦ с ЧПУ (вертикальная обработка)	0020	Обработка по программе. Выполнение размеров с вида «А», основного вида и оставшихся размеров с других видов (так как идет выемка большего объема материала, то она происходит на момент последней обработки на ОЦ с ЧПУ).
018	Транспортировка		Транспортировка в спецтаре до слесарного участка

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

40

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



$$z_2 = 94,0_{-0,94} - 64_{-0,74} = 30_{-0,2} .$$

В результате размерного анализа можно сделать вывод, что оба припуска завышены, но если учесть допуск на неплоскостность материала заготовки, то завышенность припусков оправдана, тк в результате поверхности и элементы необходимые по требованию чертежа получаются с максимальным соблюдением принципа единства баз.

Смотри рисунок 8.

### 2.3.6. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И НОРМ ВРЕМЕНИ

Расчет режимов для комбинированного режущего инструмента СВЕРЛА-ЗЕНКЕРА Ø3,6H14/Ø6,5H14×90°.

Производительность труда при сверлении во многом зависит от скорости вращения сверла и величины подачи, т. е. на какую величину сверло углубляется за один оборот в обрабатываемую деталь. Но скорость вращения сверла и подача не могут быть беспредельно увеличены - при слишком большой скорости вращения сверло «сгорит», а при слишком большой подаче сломается.

Для сверловой части рассчитаем режимы резанья.

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;  $K_{HBS}$  и  $K_{IS}$  — коэффициенты, учитывающие соответственно влияние твердости обрабатываемого материала и глубины отверстия  $l_o$ , мм.  $K_{IS}$  — 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.

$S_o = 0,025 \times K_S \times K_{HBS} \times K_{IS} \times K_{IS} \times d = 0,025 \times 2,5 \times 1,22 \times 1,04 \times 0,6 \times 3,7 = 0,176$   
мм/об

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		42

Рисунок 8 - Размерный анализ проектного технологического процесса

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>43</i>

Примем  $n = 3000$ , выбранный из паспорта станка, он меньше максимального.

Фактическое значение скорости резания  $v_f$ , м/мин, равно  
 $V_f = (3,14 \times 3,7 \times 3000) / 1000 = 34,854$  м/мин

$$t = 3,7 / 2 = 1,85 \text{ мм}$$

Для части с зенковкой рассчитаем режимы резанья.

Подача при зенкеровании определяется:  $S_o = K_S \cdot K_{HBS} =$   
 $(0,022 \times 6,6 + 0,3) \times 1,22 = 0,543$  мм/об.

Значение коэффициента  $K_S$ , характеризующего тип операции, а коэффициента  $K_{HBS}$ , отражающего влияние твердости обрабатываемого материала на подачу.

Рассчитанное значение  $S_o$  необходимо скорректировать по паспортным данным станка в большую сторону.

Частота вращения шпинделя станка определяется:

$n = (1000 K_v K_M K_{Hv} K_T \cdot K_I) / d = (1000 \times 17 \times 1,0 \times 1,143 \times 0,976 \times 1) / 6,6 = 2873,43$ ,  
что примерно равно 3000 об/мин.

Значение коэффициента  $K_v$  приведено, коэффициента  $K_{Hv}$ , характеризующего влияние твердости обрабатываемого материала на частоту вращения шпинделя. Коэффициент  $K_M$ , учитывающий особенности обработки сталей различных групп приведен. Для чугуна и алюминиевых сплавов  $K_M = 1$ .

Значение коэффициента  $K_I$ , характеризующего материал режущей части зенкера, следует принимать: для быстрорежущих зенкеров  $K_I = 1,0$ ; для твердосплавных зенкеров  $K_I = 2,0$ .

Приведенные рекомендации предполагают, что стойкость зенкеров будет приблизительно соответствовать нормативной стойкости  $T = 90$  мин. Если появляется необходимость получения другого значения стойкости, нужно использовать поправочный коэффициент  $K_T = 2,4 / T^{0,2}$

#### Расчет режимов резанья и норм времени для гидроабразивной резки.

Скорость задается по паспорту станка и рассчитывается из возможных вариантов так, чтобы время обработки, износ оборудования и расход абразива были оптимальными. Примем  $V = 10$  м/мин (допускается до 20 м/мин). Можно принять

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		44

максимальное значение возможной глубины разанья данным методом, т.е. 0,3мм.

Подачу и частоту оборотов шпинделя станка не задают для этих станков.

$T_0 = ((14124 + 25740) / 334) / 88 \times 10 = 15,13$  мин (на 1 штуку) или 1331 мин на партию 88 штук (полный лист)

$T_B = 1,4$  (установка плиты краном) +  $0,31 \times 9$  (контроль 10% от партии) +  $0,32$  (запуск программы ЧПУ) = 4,51 мин (на партию) или 2,03 мин на штуку

$T_{ПЗ} = 4$  мин (справочно, время на получение документации и ее изучение, тк сложности на выполнение нет, то время принято минимальным)

$T_{шт} = (T_0 + T_B + T_{орг.} + T_{отд}) / n = (1331 + 4,51 + 133) / 88 = 16,69$  мин

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		45

Таблица 10 - Режимы резанья нормы времени на 005 операции

РИ	раз мер	П И	D/ B	t	S <sub>m</sub>	n	V	T <sub>0</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>ПЗ</sub>	T <sub>ШТ</sub>
Режущая головка DeKart W2060L	1,2	1	1м м	0,3 мм	--- -	- - - -	10 м/ м ин	1331/ 15,13 на 1 шт мин	4,51 мин	4 ми н	16,69 мин

Таблица 11 - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020 операции

РИ 010	Разм ер  (по номеру из эскиза)	П И	D/ B,  мм	t,  мм	S	n,  об/мин	V,  м/мин	T <sub>0</sub> ,  мин	T <sub>B</sub> ,  мин  (0,3+ 0,3)	T <sub>ПЗ</sub> ,  мин	T <sub>Ш</sub> ,  мин
Торцев ая фреза Ф80,0 T490 FLN D080- 07-27- R-13 ISCAR	61,3	1	80, 0	2	0,5	10000	2516	0, 06	0,1 6	15	17, 91 2

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

46

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Фреза концева я Ф16,0 Т490 ELN D16-2- С-16- 08-В	4,37, 67, 19, 61, 54	2	16	2	0,5	10000	503	0, 35	0,1 6		
	5,11, 67, 23, 24			2, 75				0, 88	0,1 6		
	1,11, 6,67, 23			4				0, 63	0,1 6		
	60, 55, 57			2				0, 06	0,1 6		
Фреза концева я Ф8,0 Т290 ELN D08-01- С08-05	4,37, 67, 19, 14, R4	3	8,0	0, 5	0,5	10000	252	1, 41	0,1 6		
	5,11, 67,2 3,24			2				0, 88	0,1 6		
	1,11, 6,67, 23,R 4			1				0, 5	0,1 6		

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

47



Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

2,23, 15, 24, 20, 13, 68, 32, 34, 40, 22, R4			2, 75				3, 26	0,1 6		
2,23, 15,2 4,20, 13,6 8, 32,3 4,40, 22, 48, R4			1, 5				1, 0	0,1 6		
39, 38, 10			1, 5				0, 09	0,1 6		
60, 55, 57			2				0, 06	0,1 6		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

48

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Сверло Ф2,6 SCD 026- 015-030 AP6	25, 40, 17, 47; 2	4	2,6	1, 1	0,2 5	10000	41	0, 18	0,1 6		
	элемент										
	25, 40, 34, 47, 36; 4			1, 75				0, 44	0,1 6		
Резьбо фреза M3 MTECS 06024C 9 0.5 ISO 908	25, 40, 17, 47; 2	5	3	1, 1	0,2 5	5000	35	0, 35	0,1 6		
	элемент										
	25, 40, 34, 47, 36; 4			1, 75				0, 5	0,1 6		
	элемент										
	ента										

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

49

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Сверло Ф2,1 SCD 021- 012-030 AP6	53, 51, 42,7, 8; 4 элемент	6	2,1	1	0,2 5	10000	66	0, 32	0,1 6		
	29, 32, 16, 22; 4 элемент							0, 16	0,1 6		
Резьбо фреза M2,5 MTECS 0602C5 0.45 ISO 908	53, 51, 42,7, 8; 4 элемент	7	2,5	1	0,2 5	5000	35	0, 64	0,1 6		
	29, 32, 16, 22; 4 элемент							0, 32	0,1 6		

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

50

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Сверло- зенковк а ПЗ- 551.680 .00.00.0 0	27, 21,	8	3,7	1, 85	0,2	3000	35	0, 01	0,1 6		
	18, 28, 44; 2 элемент		6,6	1, 5	0,6			0, 00 2			
Сверло Ф2,1 SCD 021- 012-030 AP6	26, 21, 18, 28, 44; 2 элемент	6	2,6	1	0,2 5	10000	66	0, 01	0,1 6		
Сверло Ф3,3 SCCD 033- 023-060 AP5	33, 69,9; 5 элемент	9	3,3	1	0,2 5	10000	104	0, 08	0,1 6		
	54, 56, 58; 3 элемент										

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

51

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Фасочная фреза СТК90 053/3	33, 69,9; 5 элемент	1 0	5,3	2	0,5	5000	83	0, 01	0,1 6		
РИ 015	Размер (по номеру из эскиза)	П И	D/ B, мм	t, мм	S	n, об/мин	V, м/мин	T <sub>0</sub> , мин	T <sub>B</sub> , мин (0,3+ 0,3)	T <sub>ПЗ</sub> , мин	T <sub>Ш</sub> , мин
Фреза концевая Ф8,0 T290 ELN D08-01- C08-05	29, 37, 23, допуск неплоскостн.	2	8	0, 5	0,3	8000	201	3, 06	0,1 6	17	9,9 75
Фреза концевая Ф16,0 T490 ELN D16-2- C-16- 08-B	36,8, 25, 26 24, 21, 25, 26	1	16	2	0,3	8000	403	0, 5 0, 5	0,1 6 0,1 6		

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

52

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Фреза концева я Ф8,0	36,8, 25, 26	2	8		0,3	8000	201	1. 0	0.1 6			
T290 ELN D08-01-	24,2 1,25, 26								1. 0	0.1 6		
C08-05	3,10, 16 и R4				1. 75				0. 07	0.1 6		
Ф6,7 SCCD 067- 043-080 AP5	11,9, 15,2; 2 элемент			3	6,7	2, 3	0,5	5000	105	0, 01 4	0,1 6	
Резьбо фреза M8 MTECS 0602C5 0.45 ISO908	11,9, 15,2; 2 элемент	4	8	3, 5	0,6 6	5000	95	0, 01	0,1 6			
Сверло Ф3,3 SCCD 033- 023-060 AP5	13, 19, 17	5	3,3	1, 75	0,2 5	5000	52	0, 00 4	0,1 6			

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

53

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Фасочная фреза СТК90 053/3	14,19,17	6	5,3	1,5	0,5	5000	83	0,001	0,16		
Сверло Ф4,9 SCCD 049-035-060 AP5	12,6,4	7	4,9	1,75	0,5	5000	77	0,003	0,16		
Сверло-зенковка ПЗ-551.680.00.00.00	18,7,4	8	3,7	1,85	0,2	3000	35	0,01	0,16		
			6,6	1,5	0,6	3000	35	0,002			
Сверло Ф4,9 SCCD 049-035-060 AP5	12,5,1	7	4,9	1,75	0,5	5000	77	0,003	0,16		
Сверло-зенковка ПЗ-551.680.00.00.00	18,20,1	8	3,7	1,85	0,2	3000	35	0,01	0,16		
			6,6	1,5	0,6	3000	35	0,002			

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

54

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Сверло Ф8,1 SCCD 081- 049-100 AP5 IS908	30, 27, 34	9	8,1	3, 2	0,5	5000	127	0, 00 2	0,1 6		
Фреза концева я Ф8,0 T290 ELN D08-01- C08-05	28, 31, 27, 32, 33	2	8	2	0,6	8000	403	0, 00 4	0,1 6		
РИ 020	Разм ер	П И	D/ B	t	S	n	V	T <sub>0</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>ПЗ</sub>	T <sub>Ш</sub>
Торцев ая фреза Ф80,0 T490 FLN D080- 07-27- R-13	45,3, допу ск непл оско стно сти	1	80	2	0,5	10000	2516	0, 26	0,1 6	17	26, 34 2

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

55



Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Фреза концева я Ф16,0 Т490	2,7, 33, 31, 14	2	16	1	0,5	10000	503	0, 36	0,1 6		
ELN D16-2- С-16- 08-В	4,32, 10, 28, 27,8, 13, 40, 36, П4Т Тчер тежа			2				5, 37 5	0,1 6		
Фреза концева я Ф8,0 Т290 ELN	2,7, 33, 31, 14, R4;	3	8	1	0,5	10000	252	1, 41 6	0,1 6		
D08-01- С08-05	4,32, 10,2 8,27, 8,13, 40,3 6,П4 ТТч ерт.							1, 44	0,1 6		

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

56

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Фреза	5,6,8							8,	0,1		
концева	,45,3							6	6		
я Ф8,0	,9,13										
T290	,32,										
ELN	30,										
D08-01-	29,										
C08-05	28,										
	27,1,										
	22,										
	25,										
	24,										
	23,										
	19,										
	16,										
	17,										
	18,										
	40,										
	36,										
	37,										
	44,										
	43,										
	42,										
	38,										
	R4,П										
	4ТТ										
	черт										
	ежа										

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

57

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Сверло Ф2,6 SCD 026- 015-030 AP6  6 элементов	35,	4	2,6	1,	0,5	10000	41	0,	0,1		
	28,			1				8	6		
27, 36, 30, 44;  8 элементов	34,			1,				1,	0,1		
	10,			2				24	6		
	43,							7			
	37,										
	16,										
	17,										
	24,										
	22;										
	8										

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

58

Таблица 11 (продолжение) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Резьбо фреза МЗ MTECS 06024C 9 0.5 ISO 908	35, 28, 27, 36, 30, 44; 6 элементов	5	3	1, 3	0,2 5	5000	35	0, 4	0,1 6		
	34, 10, 43, 37, 16, 17, 24, 22; 8 элементов			1, 2				1, 72 8	0,1 6		
Сверло Ф3,3 SCCD 033- 023-060 AP5	20, 21, 12, 15, 14, 39;3 элементов	6	3,3	1, 1	0,2 5	10000	104	0, 02	0,1 6		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

59

Таблица 11 (окончание) - Режимы резанья нормы времени на 010,015,020

операции

Фасочная фреза СТК90 053/3	20, 21, 12, 15, 14, 39; 3 элемент	7	5,3	1	0,5	5000	83	0, 01	0,1 6		
----------------------------	--	---	-----	---	-----	------	----	----------	----------	--	--

### 2.3.6. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе ГПС по выпуску деталей заданной номенклатуры осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по следующей формуле:

$$K = \frac{C_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}}}$$

где:  $C_{\text{ср}}$  – средняя станкоемкость, приходящаяся на каждый станок, мин;

$T_{\text{ср}}$  – средний такт выпуска деталей, мин;

$K$  – число станков по виду оборудования.

$$C_{\text{ср}} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n C$$

где:  $n$  – число типовых деталей.

$$C = \sum_{i=1}^p t_{\text{оп}}$$

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

где:  $t_{оп}$  – оперативное время по выполнению перехода на рассматриваемом станке, мин;

$p$  – число всех переходов, выполняемых на рассматриваемом станке по обработке деталей.

Для заготовительной операции с ЧПУ 005, гидроабразивной консольной установки DeKart W2060L, подставляя, получаем:

$$C_{ср} = \sum_{i=1}^2 15,13 = 30,26$$

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$T_{ср} = \frac{60\Phi_o K_{исп}}{N_{год}},$$

где:  $\Phi_o$  – годовой фонд времени оборудования, ч ( $\Phi_o = 4025$  ч);

$K_{исп}$  – коэффициент использования оборудования по машинному времени ( $K_{исп} = 0,85$ );

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Подставляя, получаем:

$$T_{ср} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{500} = 410,55$$

Определяем количества оборудования на заготовительную операцию с ЧПУ:

$$K = \frac{30,26}{410,55} = 0,07$$

Таким образом, принимаем  $K = 1$ .

Для обработки на ОЦ с ЧПУ (для операции 010), вертикального обрабатывающего центра с ЧПУ DNM500HS подставляя, получаем:

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

$$C_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^{25} 12,212 = 305,3$$

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{60\Phi_0 K_{\text{исп}}}{N_{\text{год}}},$$

где:  $\Phi_0$  – годовой фонд времени оборудования, ч ( $\Phi_0 = 4025$  ч);

$K_{\text{исп}}$  – коэффициент использования оборудования по машинному времени

( $K_{\text{исп}} = 0,85$ );

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Подставляя, получаем:

$$T_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{500} = 410,55$$

Определяем количества оборудования для обработки на ОЦ с ЧПУ (для операции 010):

$$K = \frac{305,3}{410,55} = 0,74$$

Таким образом, принимаем  $K = 1$ .

Для обработки на ОЦ с ЧПУ (для операции 015), горизонтального обрабатывающего центра с ЧПУ H630B подставляя, получаем:

$$C_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^{16} 6,195 = 99,12$$

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{60\Phi_0 K_{\text{исп}}}{N_{\text{год}}},$$

где:  $\Phi_0$  – годовой фонд времени оборудования, ч ( $\Phi_0 = 4025$  ч);

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

$K_{исп}$  – коэффициент использования оборудования по машинному времени

( $K_{исп} = 0,85$ );

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Подставляя, получаем:

$$T_{ср} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{500} = 410,55$$

Для обработки на ОЦ с ЧПУ (для операции 015):

$$K = \frac{99,12}{410,55} = 0,24$$

Таким образом, принимаем  $K = 1$ .

Рассчитаем для обработки на ОЦ с ЧПУ (для операции 020), вертикального обрабатывающего центра с ЧПУ DNM500HS подставляя, получаем:

$$C_{ср} = \sum_{i=1}^{12} 21,656 = 259,872$$

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$T_{ср} = \frac{60\Phi_о K_{исп}}{N_{год}},$$

где:  $\Phi_о$  – годовой фонд времени оборудования, ч ( $\Phi_о = 4025$  ч);

$K_{исп}$  – коэффициент использования оборудования по машинному времени

( $K_{исп} = 0,85$ );

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Подставляя, получаем:

$$T_{ср} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{500} = 410,55$$

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63



Определяем количества оборудования для обработки на ОЦ с ЧПУ (для операции 020):

$$K = \frac{259,872}{410,55} = 0,63$$

Таким образом, принимаем  $K = 1$ .

То есть принимаем:

- Гидроабразивная консольная установка DeKart W2060L – 1шт;
- Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ DNM500HS – 2шт;
- Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ H630B – 1 шт.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		64

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Деталь типа «корпус распределения» является корпусной деталью. В качестве технологической оснастки при обработке корпусных деталей могут использоваться: тиски станочные, прижимные планки, прижимы станочные и т.д. На выбор технологической оснастки влияют схемы базирования заготовки, конструкторские особенности и технические требования, предъявляемые к рабочим поверхностям готовой детали. Приводы для станочных приспособлений могут быть различными (пневматическими, гидравлическими и т.д.)

Выбираем тиски станочные. Пневматические тиски обеспечивают быстрый зажим деталей без применения физической силы за короткий промежуток времени (2 – 3 секунды), что является существенным преимуществом в массовом и крупносерийном производстве по сравнению с универсальными поворотными тисками.

В проектном варианте технологического процесса в качестве технологической оснастки выбираем специальное приспособление, разработанное на основе конструкции тисков станочных пневматических поворотных с гидравлическим усилением зажима 7201 – 0009 – 02 . Такая технологическая оснастка выбрана как наиболее современная, лёгкая и экономичная, так же она позволяет исключить участие человека в технологическом процессе и полностью его автоматизировать.

Однако для обработки деталей типа «КОРПУС РАСПРЕДЕЛЕНИЯ» на станках с ЧПУ подходят с учётом габаритов обрабатываемой заготовки, её материала и величины силы фрезерования выбираю станочные неповоротные тиски с пневматическим приводом и гидравлическим усилением зажима. Однако ввиду длины обрабатываемой заготовки тиски должны иметь минимум 2 подвижных губки, а значит, они будут являться специальным зажимным приспособлением.

Достоинства пневматических приводов:

- быстрота действия;
- простота управления;
- надёжность и стабильность в работе;

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

65

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- нечувствительность к изменению температуры окружающей среды;

- использование отработанного воздуха для сдува стружки и т. п.

Недостатки пневматических приводов:

- большие габариты, так как давление воздуха в пневмосети не превышает 0,6...1,6 МПа;

- невысокий к. п. д. (для пневмоцилиндров 0,85...0,9);

- невозможность обеспечения плавности хода зажимных элементов в работе.

Состоят пневмоприводы из пневмодвигателя, пневматической аппаратуры и пневмосети, представляющей собой трубы (4...8 мм), рукава, каналы и соединения.

В качестве двигателя обычно применяется цилиндр с поршнем (75...250 мм).

За основу проектируемых тисков взяты тиски станочные с ручным приводом, которые предназначены для закрепления заготовок при механической обработке на металлорежущих станках. Класс точности – Н по ГОСТ 16518 (DIN 6370).

Основные корпусные детали тисов изготавливаются из чугуна, установка на столе станка осуществляется с помощью шпонок, крепление с помощью 2 – х болтов.

Наличие в конструкции упорного подшипника уменьшает усилие на рукоятке при зажиме заготовок, наличие тарельчатых пружин повышает надежность удержания закрепленной заготовки.

#### Расчёт силы резания (фрезерование)

В данном курсовом проекте лимитирующим параметром выбора прототипа пневматических тисков является сила резания при фрезеровании и длина обрабатываемой заготовки .

Выбираю тиски с пневмоцилиндром, потому что такая конструкция приспособления позволяет достичь необходимого усилия зажима.

Ц – Пневмоцилиндр, КР – Регулятор давления, МН – манометр, РД – реле контроля давления, РЗ – пневмораспределитель, Ф1 – Маслораспылитель, Ф2 – Фильтр влагоотделитель.

Для лучшего закрепления заготовки тиски должны иметь минимум две подвижные и две неподвижные губки.

Для окончательного проектирования достаточно рассчитать только силу торцевого фрезерования и удостовериться, что она меньше усилия зажима (иначе тиски не

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		66

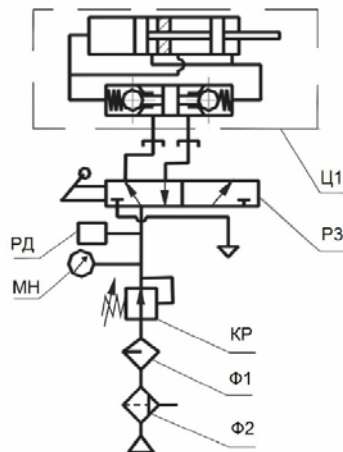


Рисунок 7 – Схема подключения и общий вид пневмоцилиндра

смогут удержать заготовку во время обработки).

При фрезеровании каждый зуб фрезы преодолевает сопротивление резанию со стороны материала заготовки и силы трения, действующие на поверхностях зубьев фрезы. Обычно в контакте с заготовкой находится не один зуб, и поэтому фреза преодолевает некоторую суммарную силу резания, складывающуюся из сил, действующих на эти зубья. Схема действия сил резания при фрезеровании зависит от принятого способа фрезерования и типа фрезы.

Как тангенциальное (например, цилиндрической фрезой), так и радиальное (например, торцевой фрезой) фрезерование может осуществляться двумя способами: против подачи, так называемое встречное фрезерование, когда направление подачи противоположно направлению вращения фрезы, и фрезерование по подаче – попутное фрезерование, когда направление подачи и вращение фрезы совпадают.

При встречном фрезеровании нагрузка на зуб возрастает от нуля до максимума; при этом зубья фрезы, действуя на заготовку, стремятся «оторвать» ее от стола станка или приспособления, в котором она закреплена. Такое направление силы вызывает в ряде случаев (при больших припусках на обработку) упругие деформации в системе СПИД, что, в свою очередь, приводит к вибрациям и увеличению шероховатости обработанной поверхности. Зубья фрез при этом интенсивно изнашиваются, так как в момент врезания в заготовку их задние поверхности трутся об упрочненную, уже обработанную поверхность, преодолевая значительную силу трения.

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

На каждый зуб фрезы, находящийся в пределах угла контакта, действует своя сила сопротивления срезаемого слоя. Каждую из этих сил можно разложить на составляющие, действующие тангенциально (по касательной) к зубьям фрезы и по радиусам фрезы. Суммарная окружная, или касательная, сила  $P_{ок}$  и радиальная сила  $P_p$  имеют равнодействующую  $R$ , которую можно разложить на две силы — горизонтальную  $P_r$  и вертикальную  $P_v$ .

Окружная, или касательная, сила  $P_{1ок}$  имеет наиболее важное значение, так как производит основную работу резания. По значению силы  $P_{ок}$  определяют мощность электродвигателя привода станка и рассчитывают на прочность валы, зубчатые колеса и другие звенья привода станка.

Радиальная сила  $P_p$  характеризует то усилие, с которым обрабатываемая заготовка стремится оттолкнуть от себя фрезу; эта сила изгибает фрезерную оправку и давит на опоры шпинделя.

Горизонтальная составляющая силы резания  $P_r$  определяет усилие, которое необходимо приложить к столу станка для осуществления рабочей подачи.

При встречном фрезеровании направление горизонтальной составляющей  $P_r$  противоположно направлению движения (по стрелке  $S$ ) стола. При попутном фрезеровании горизонтальная составляющая  $P_r$  направлена в сторону движения стола.

При фрезеровании цилиндрической фрезой с винтовыми зубьями равнодействующая силы  $R'$  составляет с осью фрезы острый угол, следовательно, появляется осевая сила  $P_o$ , направленная параллельно оси фрезы. В зависимости от направления винтовых зубьев фрезы меняется и направление силы  $P_o$ . Для создания более благоприятных условий фрезерования целесообразно применять фрезу с таким направлением зуба, чтобы сила  $P_o$  была направлена к шпинделю; в противном случае осевая сила будет стремиться вытянуть фрезу с оправкой из посадочного конусного отверстия шпинделя. Для того чтобы уравновесить действия осевых сил, иногда прибегают к использованию набора из двух фрез с правым и левым направлениями винтовых канавок между лезвиями. При фрезеровании торцевыми фрезами действуют те же силы, что и при фрезеровании цилиндрическими. Значение главной составляющей силы резания – окружной силы

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>68</i>

$P_{ок}$  – определяется по эмпирической, т.е. найденной опытным путем, формуле (главную составляющую силы резания  $P_{ок}$  при фрезеровании алюминиевых сплавов рассчитывать как для стали, с введением коэффициента 0,25):

$$0,25 \cdot \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_p$$

$$P_{ок} = \dots$$

где  $K_p$  – общий поправочный коэффициент, представляющий собой произведение коэффициентов, отражающих состояние отдельных параметров, влияющих на величину силы резания,

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{vp} \cdot K_{gp} \cdot K_{jp},$$

$K_{mp} = (\sigma_B/750)^{0,3} = (345/750)^{0,3} = 1,533$  – коэффициент, учитывающий свойства материала обрабатываемой заготовки;

$K_{vp} = 0,77$  – коэффициент, учитывающий скорость резания;

$K_{gp} = 1,32$  – коэффициент, учитывающий величину переднего угла;

$K_{jp} = 1,24$  – коэффициент, учитывающий величину угла в плане.

Тогда:

$$K_p = 1,533 \cdot 0,77 \cdot 1,32 \cdot 1,24 = 1,932.$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней  $x, y, u, q, w$  приведены в таблице 12.

Оставшиеся данные, необходимые для расчёта силы фрезерования:

$t = 2$  – глубина резания за один проход (мм);

$S_z = 0,15$  – подача на зуб (мм/зуб);

$B = 80$  – ширина фрезерования (мм);

$Z = 10$  – число зубьев фрезы.

Таблица 12 – Значения коэффициента  $C_p$  и различных степеней

Материал режущей части инструмента	Коэффициент и показатели степени					
	$C_p$	$x$	$y$	$u$	$w$	$q$
Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_B = 750$ МПа						
Твердый сплав	825	1,0	0,7	1,	0,2	1,
			5	1		3

Тогда:

$$0,25 \cdot \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 30^{1,1} \cdot 8}{200^{1,3} \cdot 200^{0,2}} \cdot 1,932$$

$$P_{ок} = 6858,09 \text{ Н,}$$

$$P_v = 0,9 \cdot P_{ок} = 6172,281 \text{ Н,}$$

$$P_h = 0,35 \cdot P_{ок} = 2400,33 \text{ Н.}$$

### Расчёт усилия зажима

Схема закрепления заготовки, включающая схему установки заготовки, разработанную на основе теоретической схемы базирования, и схему составляющих сил резания для наихудшего случая их расположения, представлена на рисунке 8.

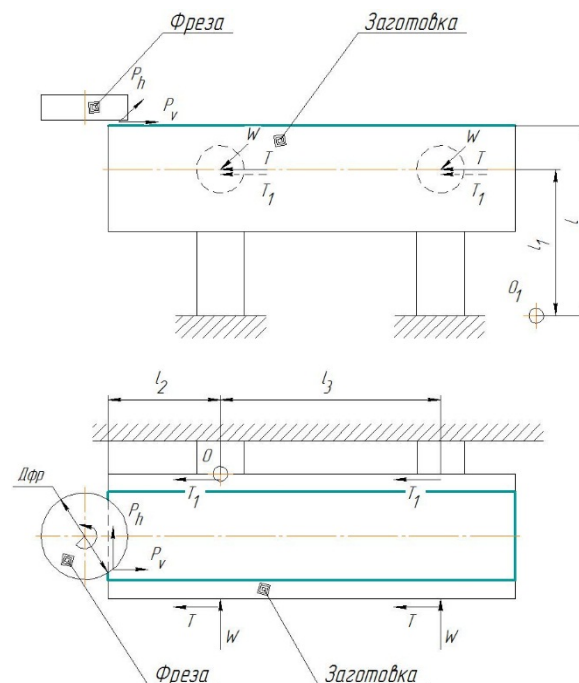


Рисунок 8 – Схема закрепления заготовки

При расположении зуба фрезы в точке В горизонтальная сила стремится развернуть заготовку относительно точки  $O_1$ , создавая момент, равный  $M_p = P_h \cdot l$ .

Повороту заготовки препятствуют силы трения  $T$  и  $T_1$ , возникающие за счет прижима заготовки к опорам силами зажима. Момент закрепления будет составлять: Момент закрепления будет составлять:

$$P_{тр} < T_1 + T_2$$

$$T_1 = P_n \cdot f_1; T_2 = P_n \cdot f_2$$

где  $f_1$  и  $f_2$  – коэффициенты трения в контакте опор и прижимов с заготовкой.

$$Q = W$$

$$W = (q\pi D^2/4) - (\pi d^2/4)$$

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

$$D = \sqrt{((4W/q\pi) - d^2)}$$

Или

$$M_3 = 2 \cdot (T + T_1) \cdot l_1 = 2 \cdot (Wf_1 + Wf_2) \cdot l_1 = 2 \cdot W \cdot (f_1 + f_2) \cdot l_1,$$

где  $f_1$  и  $f_2$  – коэффициенты трения в контакте опор и прижимов с заготовкой.

Приравнявая  $M_r$  и  $M_3$  и введя коэффициент запаса  $K$ , получим формулу для расчета сил зажима:

$$W' = \frac{K \cdot P_h \cdot l}{2(f_1 + f_2)l_1},$$

где  $K$  – коэффициент запаса.

Аналогичным образом определяются величины сил зажима, необходимых для удержания заготовки от опрокидывания относительно точки  $O$  под действием силы  $P_v$ :

$$W'' = \frac{K \cdot P_v \cdot l_2}{l_3},$$

Рассчитаю коэффициент запаса:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 4,94,$$

где  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий вид обработки (чистовая);

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления инструмента;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий вид обработки (фрезерование);

$K_4$  – коэффициент, учитывающий постоянство сил зажима;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий удобство закрепления;

$K_6$  – коэффициент, учитывающий наличие опрокидывающих моментов при установке на опоры;

Принимая  $f=0,12$ , рассчитываются силы зажима:

$$W' = \frac{4,94 \cdot 344,855 \cdot 305}{2 \cdot (0,12 + 0,12) \cdot 235} = 4606,32 \text{ Н};$$

$$W'' = \frac{4,94 \cdot 886,77 \cdot 180}{533} = 1479,391 \text{ Н}.$$

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		71



Для дальнейших расчетов принимается наибольшее значение:

$$W' = 4606,32 \text{ Н.}$$

### Расчёт зажимного механизма

Усилие  $Q$  создаваемое зажимным механизмом, рассчитывается по формуле (чистовая обработка):

$$Q = 2 \cdot W \cdot \operatorname{tg}(18^\circ 26' + \varphi_{mp}),$$

где  $\varphi_{mp} = \operatorname{arctg} 0,075 = 0,08^\circ = 2'$ , тогда:

$$\operatorname{tg}(18^\circ 26' + \varphi_{mp}) = \operatorname{tg}(18^\circ 26' + 2') = 0,33$$

Следовательно:

$$Q = 2 \cdot W \cdot \operatorname{tg}(18^\circ 26' + \varphi_{mp}) = W \cdot 0,66,$$

$$\cdot 4606,32$$

$$Q = 0,66 \cdot 4606,32 = 3040,1712 \text{ Н.}$$

По полученному усилию рассчитывается требуемый диаметр пневмоцилиндра одностороннего действия:

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{Q + P_{\text{воз.пр.}}}{p}},$$

где  $p$  = давление в сети;  $p = 0,4$  н/мм;

$P_{\text{воз.пр.}} = 425 \text{ Н}$  – сила возвратной пружины.

Диаметр пневмоцилиндра равен:

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{3040,1712 + 425}{0,4}} = 130 \text{ мм.}$$

$$D = 130 \text{ мм.}$$

					ИЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ИЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

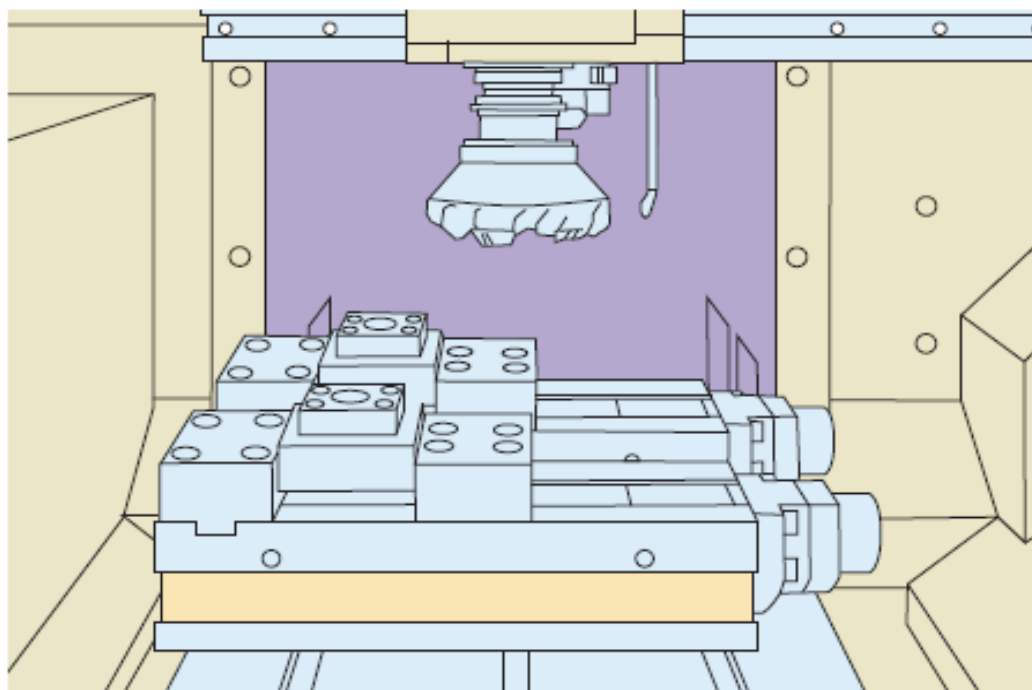


Рисунок 9 – Примерный внешний вид проектируемых тисков



Рисунок 10 – Тиски станочные 7201 – 0009 – 02

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

73

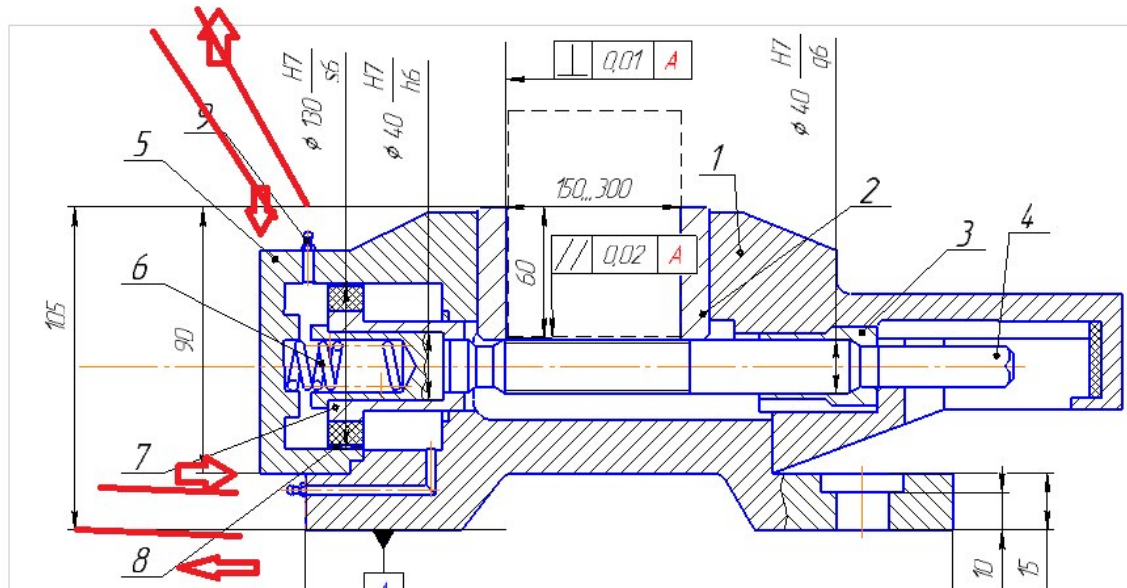


Рисунок 11 – Схема работы зажимного устройства

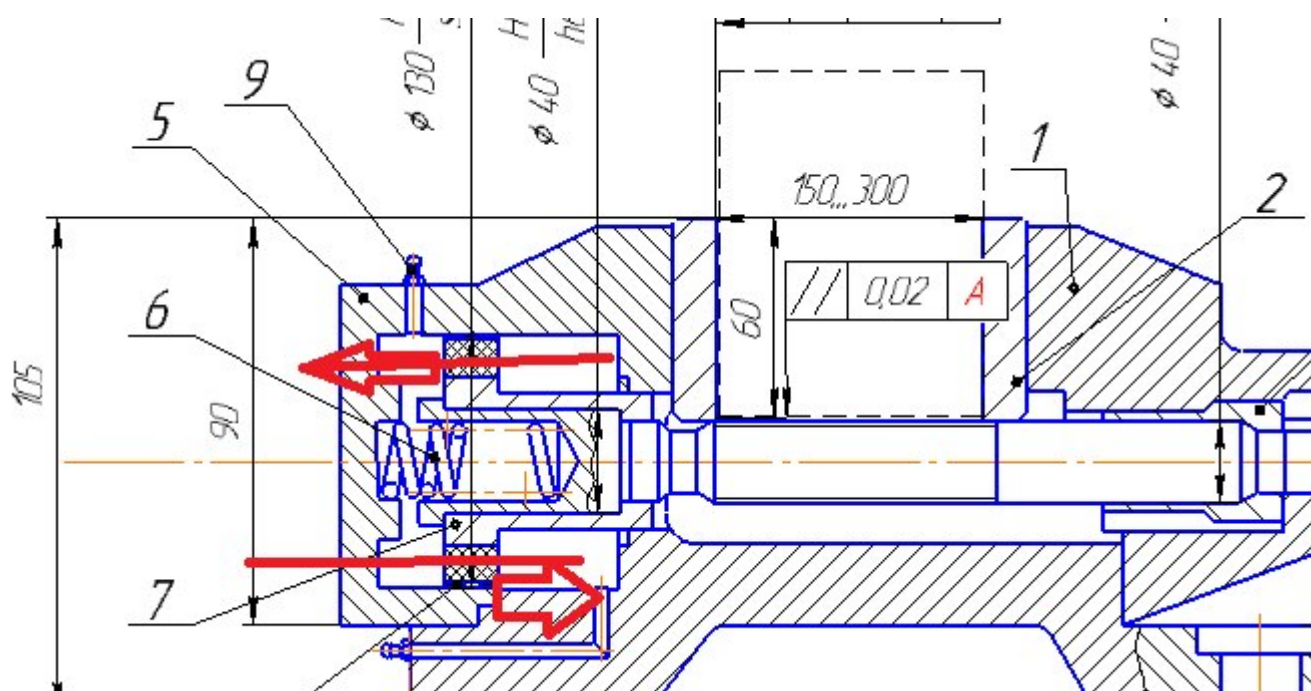


Рисунок 12 – Схема работы зажимного устройства

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

74

### 3.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА (РАСЧЕТ КОМБИНИРОВАННОГО СВЕРЛА-ЗЕНКЕРА Ø3,6H14/Ø6,5H14×90°)

#### Исходные данные.

Материал обрабатываемый – АМг6 (плита АМг6 по ГОСТ 4784-97, по ГОСТ 17232-99).

Диаметры, обрабатываемые по чертежу - Ø3,6H14(+0,3)/Ø6,5H14(+0,36) ×90°.

Глубина резания – 3 -0,95-0,15 (из цепочки:  $\Delta_{вн} = 145-0,4 - (125+0,4 + 17 + -0,15) = 3-0-0,150,4-(0,4+0,15) = 3-0,95 -0,15$ ).

Так как отверстие малого диаметра, то конструкция данного комбинированного инструмента может быть только цельной с канавками для облегчения отвода стружки и с подачей СОТС (СОЖ очень важен при обработке алюминиевых сплавов). В нашем случае лучше выполнять цилиндрический хвостовик инструмента.

Для закрепления комбинированного сверл-зенкера планируем использовать патрон цанговый BT50 (необходим для зажима инструмента с цилиндрическим хвостовиком) и цангу ER 16. Подберем их из каталога.

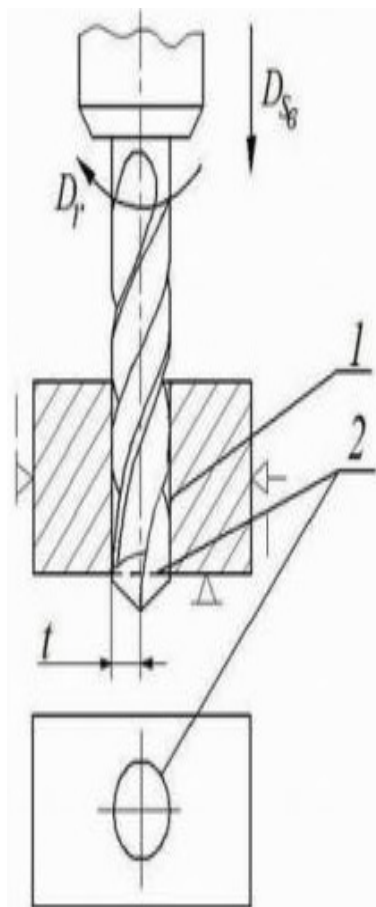
Так как обрабатываемый материал - АМг6, то необходимо учитывать особенности обработки материала. Обработка алюминиевых сплавов характеризуется следующими особенностями: высокие скорости резанья, низкие усилия, минимальный износ режущего инструмента, сравнительная низкая температура резанья. Для обработки алюминия лучше использовать режущие инструменты со специально разработанной геометрией или обычные, но при этом сложно достигнуть необходимого качества поверхности и избежать образования на режущей кромке нароста.

При обработке алюминиевых сплавов необходимо использовать инструмент с острыми режущими кромками и позитивной геометрией. Очень важен правильный выбор скорости резанья и подачи, чтобы снизить образование нароста и улучшить стружкодробление.

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

### Схема обработки.

Так как обработка ведется цельным инструментом при одновременном сверлении отверстия и обработки фаски на том же отверстии, то схема обработки абсолютно аналогичная схеме обработки при сверлении (совпадают направления обработки, обработка ступенчатая, сначала обработка отверстия с последующим техническим остановом и обработкой фаски по размерам чертежа).



Формообразование поверхностей при сверлении осуществляется двумя движениями инструмента: вращательным ( $D_r$ ) и поступательным ( $D_{св}$ ).

1 – образующая; 2 – направляющая окружность.

Рисунок 13 – Схема обработки

### Тип специального режущего инструмента.

Для получения в сплошном металле отверстий применяют сверла, для получения фасок применяют зенковки. Соответственно необходимо для изготовления исходного отверстия  $\text{Ø}3,6\text{H}14(+0,3)/\text{Ø}6,5\text{H}14(+0,36)\times 90^\circ$  необходимо применить сверло-зенковку. В виду того, что диаметры малые необходимо, что бы инструмент был цельным. Не стоит забывать, что в конструкции инструмента надо учесть

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

76

стружкоотводные элементы и отверстие для подвода СОТС. Заложим в конструкцию комбинированного РИ шейку, размеры ее ГОСТом не регламентируются

В нашем случае применяем спиральное сверло, т.к. его конструктивные особенности соответствуют необходимым требованиям, и зенковку с винтовыми канавками (для улучшения смазки, лучшего удаления металлической стружки и пыли). Для заданного диаметра применяют 2-4 винтовые канавки (справочно). В виду того, что инструмент комбинированный, размер рекомендованных канавок можно увеличить.

Специальный режущий инструмент (имеются в виду сверла), в отличие от обыкновенных, должны иметь широкие гладкие канавки для удаления стружки, больший угол заточки и меньший шаг. Так, для обработки упрочненных сплавов алюминия в нашем случае угол наклона спирали сверла равен  $44^{\circ}$ - $45^{\circ}$ , а угол при вершине-  $116^{\circ}$ - $118^{\circ}$ .

#### Выбор материала.

Быстрорежущие стали (ГОСТ 19265-73) составляют, особую группу высоколегированных инструментальных сталей, обладающих высокой теплостойкостью ( $600^{\circ}$  - $650^{\circ}$  °С), большой твердостью после термообработки HRC  $62^{\circ}$  -  $65$  и повышенной износостойкостью. Они допускают работу со скоростями резания, превышающими в 3 - 4 раза скорости резания для обычных легированных сталей.

Наибольшее распространение имеют следующие шесть марок быстрорежущих сталей умеренной теплостойкости: P18, P12, P9, P6M5, P8M3, P6M3, которые содержат 9,0-18% вольфрама, 3,0-4,4% хрома, 1,0-5,0% молибдена и до 2,5% ванадия.

Высокую теплостойкость  $600$ - $650^{\circ}$ С быстрорежущим сталям обеспечивает основной легирующий элемент вольфрам, являющийся весьма дорогим и дефицитным материалом. Поэтому для изготовления инструмента простой формы следует применять стали с меньшим содержанием вольфрама, в частности сталь P9 (9% вольфрама). Сталь P18 нужно использовать лишь для сложных, фасонных инструментов, которые должны обладать высокой износостойкостью (шеверов, зуборезных инструментов малого модуля и т. п.).

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		77

Экономия быстрорежущих сталей обеспечивается применением сварного или сборного инструмента, в котором его рабочая часть из быстрорежущей стали сваривается со стержнем (хвостовиком) из конструкционной стали (45, 50 и др.) или монтируется в корпусе, державке инструмента (с помощью механического крепления или сварки).

В нашем случае можно применить сталь P18 на все части комбинированного инструмента, в виду у того что он будет применяться на ЧПУ оборудовании при высокоскоростной обработке.

Таблица 13 - свойства стали P18.

Марка :	P18
Заменитель:	P12
Классификация :	Сталь инструментальная быстрорежущая
Дополнение:	Сталь имеет пониженную склонность к перегреву при закалке, хорошую вязкость, хорошее сопротивление износу, повышенную шлифуемость
Применение:	резцы, сверла, фрезы, резьбовые фрезы, долбяки, развертки, зенкеры, метчики, протяжки для обработки конструкционных сталей с прочностью до 1000 МПа, от которых требуется сохранение режущих свойств при нагревании во время работы до 600 °С.
Зарубежные аналоги:	Известны

Таблица 14 - Химический состав сталь P18 и свойства

Химический состав в % материала P18 ГОСТ 19265 - 73

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	V	Co	Cu
0.73 - 0.83	0.2 - 0.5	0.2 - 0.5	до 0.6	до 0.03	до 0.03	3.8 - 4.4	до 1	17 - 18.5	1 - 1.4	до 0.5	до 0.25

Температура критических точек материала P18.

$A_{c1} = 820$  ,  $A_{c3}(A_{cm}) = 860$  ,  $A_{r3}(A_{rcm}) = 770$  ,  $A_{r1} = 725$

Таблица 14 (окончание) - Химический состав сталь P18 и свойства

Технологические свойства материала P18.

Свариваемость: без ограничений.

Механические свойства при T=20oC материала P18.

Сортамент	Размер	Напр.	□ В	□Т	□5	□	КСУ	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м2	-
			840	510	8	10	190	Состояние поставки
Твердость P18 после отжига ,							ГОСТ 19265-73	НВ 10 -1 = 255 МПа

Физические свойства материала P18 .

T	E 10- 5	□10 6	□	□	C	R 10 9
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м3	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	.28			8800		419
100	2.23		26			472
200	2.19		27			544
300	2.1		28			627
400	2.01		29			718
500	1.92		28			815
600	1.81		27			922
700			27			1037
800						1152
900						1173
T	E 10- 5	□10 6	□	□	C	R 10 9

Геометрические параметры.

Специальный режущий инструмент (для сверла), в отличие от обыкновенных, должны иметь широкие гладкие канавки для удаления стружки, большой угол заточки и меньший шаг. Так, для обработки сплавов алюминия угол наклона спирали сверла равен 44°—45°, а угол при вершине— 120°—140°. При обработке термически



упрочненных сплавов алюминия рекомендуют принимать угол заострения  $116^\circ$ — $118^\circ$ .

Выберем диаметр сверла:  $d_{\max} = D_{\max} - P_{\max} = 3,9 - 0,75 \times 0,3 = 3,675$ ;

$d_{\min} = 3,6 - 0 = 3,6$ ; примем на исполнение  $d = 3,7$ .

Длина рабочей части сверла:  $l_p = l_c + 3d + l_{\text{шейки}} = 3 + 3 \times 3,7 + 2,5 = 16,6$ .

Глубину сверления примем чуть больше максимальной (округленное значение приближенное к расчетному), то есть равное 3. Диаметр сверла приняли равным 3,7 мм. Длина шейки не гостится, примем равную 3 мм, под выход стружки во время работы инструмента и выход инструмента во время изготовления.

Длина части с зенковкой и шейкой и державкой: Из рекомендованных размеров по таблице из ГОСТ примем: D- примем из необходимого по чертежу с учетом разбивки, то есть 6,6,  $d_0 = 1,6$ , d- примем равным диаметру D, то есть 6,6 с небольшим радиусным скруглением,  $l = 16$ .

То есть общая длина инструмента составит суммарно:  $L = 16,6 + 16 = 32,6$ .

Обратную конусность ( $\Delta d$ ) по наружному диаметру на 100 мм длины для сверловой части инструмента примем из рекомендуемых. В нашем случае примем 0,02 на 100 мм, в виду сложной геометрии инструмента.

Основные параметры сверла возьмем по ГОСТ 2034-80 (Сверла спиральные технические условия): твердость рабочей части сверл должна быть для выбранного материала 63-65 HRC, но так как инструмент цельный, то данная твердость должна быть выдержана по всей длине инструмента; параметры шероховатости поверхностей сверл по ГОСТ 2789 не должны быть более указанных в табл. 15.

Таблица 15 - Параметры шероховатости поверхности сверл

Наименование поверхности сверла	Нормы параметров шероховатости					
	Класс точности сверла					
	A1		B1		B	
Задние поверхности режущей части	-	3,2	-	6,3	-	6,3
Поверхности направляющих ленточек	-	3,2	-	3,2	-	6,3
Поверхности канавок сверл диаметром:						
до 1,0 мм	-	3,2	-	10	-	10
св. 1,0 мм	-	6,3	-	10	-	10
Поверхности хвостовика	0,8	-	1,25	-	1,6	-
<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>						<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>80</i>	

3) Поля допусков диаметров режущей части сверл, измеренные в начале рабочей части, должны быть - h

4) Предельные отклонения длин сверл не должны быть более  $3j_{16}$  - для длины рабочей части, примем  $14h_{12}$ .

б) допуск симметричности по таблице 16.

Таблица 16 - Допуск симметричности сверла

Диаметр сверла, мкм	Допуск симметричности, мкм
" 3 " 6	0,05
" 6 " 10	0,08

7) Допуск прямолинейности по ГОСТ примем из таблицы 17 .

Таблица 17 - Допуск прямолинейности

Диаметр сверла	Св. 1 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 20	Св. 20 до 30
Допуск прямолинейности	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20

8) Допуск радиального биения по ленточкам на всей длине рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должен быть более указанного в таблице 18.

Таблица 18. Допуск радиального биения по ленточкам на всей длине рабочей части сверл

Диаметр сверла	Класс точности сверла	Допуск радиального биения сверла				
		с цилиндрическим хвостовиком			с коническим хвостовиком	
		короткая серия	средняя серия	длинная серия	нормальной длины	длинные и удлиненные
От 3 до 6	A1	0,10	0,14	0,20	0,19	0,24
Св. 6 " 10	A1	0,08	0,12	0,16	0,15	0,22

Примем для нашего инструмента в сверловой части – 0,1мм.

9) Режущие кромки должны быть симметрично расположены относительно оси рабочей части сверла. Допуск биения, проверяемый посередине режущих кромок сверла, относительно оси рабочей части сверла в направлении,

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

перпендикулярном режущей кромке, не должен быть более указанного в таблице 19.

Таблица 19 - Допуска биений

Диаметр сверла	Допуск биения для сверл классов точности		
	A1	B1	B
Св. 3 до 6	0,05	0,10	0,13
" 6 " 10	0,07	0,13	0,18

У сверл диаметром до 6 мм допускается контролировать допуск биения в заданном направлении у наружного диаметра сверла.

Выберем из таблицы значение – 0,05.

10) Допуск симметричности поперечной кромки относительно оси рабочей части сверл должен соответствовать следующим значениям, мм:

для сверл класса точности A1	0,04
для сверл класса точности B1:	
с цилиндрическим хвостовиком	0,10
с коническим хвостовиком	0,12
для сверл класса точности B	0,12

(Измененная редакция, Изм. N 1, 2, 3).

Для нашего инструмента выберем – 0,04.

11) Предельные отклонения угла при вершине и заднего угла не должны быть более  $\pm 3^\circ$ . Примем  $\pm 1^\circ$ .

12) Для хвостовика комбинированного инструмента примем рекомендуемый допуск по h9.

Для зенковки выберем исходя из необходимости:

1) Применим зенкер с 2-4 зубьями, для облегчения вывода стружки и пр., примем четырехзубый;

2) По профилю приблизим к конструкции сверла, с широкими канавками, с углом наклона канавок от 0-30°, выберем угол с небольшим наклоном канавок, 5°-10°.

По ГОСТ 14953-80 (зенковки конические ТУ):

1) «б - зенковки с углом при вершине 90° с цилиндрическим хвостовиком;

2) Из рекомендованных размеров по таблице из ГОСТ примем: D- примем из необходимого по чертежу с учетом разбивки, то есть 6,6, но  $d_0=3,6$ , d- примем равным диаметру D, то есть 6,6 с небольшим радиусным скруглением,  $l=16$ .

3) Центровые отверстия формы А (допускается формы R) по ГОСТ 14034.

4) Зенковки должны изготавливаться из быстрорежущей стали, выбранный материал соответствует требованию ГОСТ. Исходя из размеров зенковки, по конструкции она может быть только цельной.

5) Твердость рабочей части зенковок должна быть 63...65 HRC, что соответствует выбранному ранее значению.

6) Параметры шероховатости поверхностей зенковок по ГОСТ 2789 должны быть, мкм, не более: передних и задних поверхностей зенковок типов:

5-11	3,2
поверхности стружечных канавок	10
поверхности зажимной цилиндрической части, цилиндрического и конического хвостовика	0,8
остальных поверхностей	20

7) На задней поверхности зубьев вдоль главных режущих кромок допускается ленточка шириной не более 0,05 мм.

8) Предельные отклонения размеров зенковок должны быть не более:

общей длины	$h16$ , но выберем $h14$
;диаметра зажимной цилиндрической части	$h9$ ;
углов конуса $60^\circ$ и $75^\circ$	$-20'$ ;
углов конуса $90^\circ$ и $120^\circ$	$-1^\circ$ ;
длины цилиндрического хвостовика	$\pm 1$ мм.

9) Допуск биения режущих кромок зенковок типов 5-11 относительно поверхности хвостовика, измеренное перпендикулярно к этим кромкам, должен быть 0,05 мм. Примем его.

### Выбор инструментальной оснастки.

					ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

Из уже предложенного в технологии нам подойдет цанговый патрон ВТ 50 ER 16×100 ISCAR.

Таблица 20 - Цанговый патрон ВТ 50 ER 16×100 ISCAR

Конус	MAS403 BT50
Цанга	ER16
Вылет - L, мм	100
Диаметр гайки - D, мм	30
Зажимаемый диапазон - d, мм	2 - 10

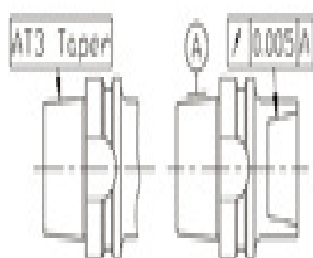
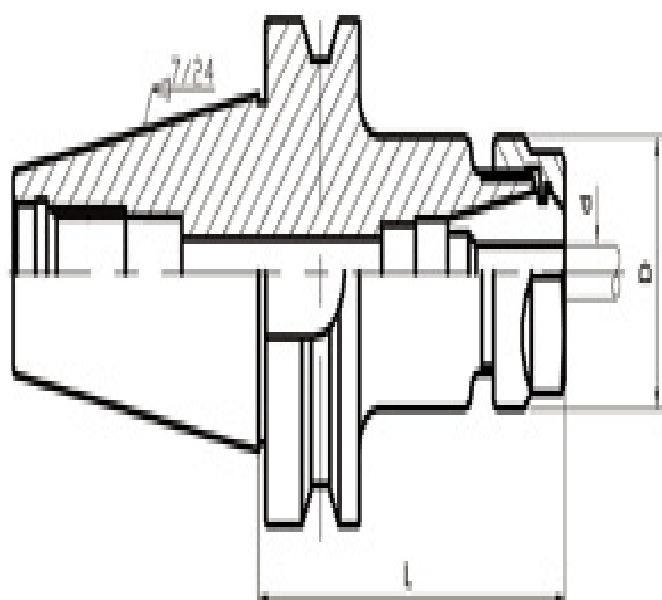


Рисунок 14 - Цанговый патрон ВТ 50 ER 16\*100 ISCAR

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

84

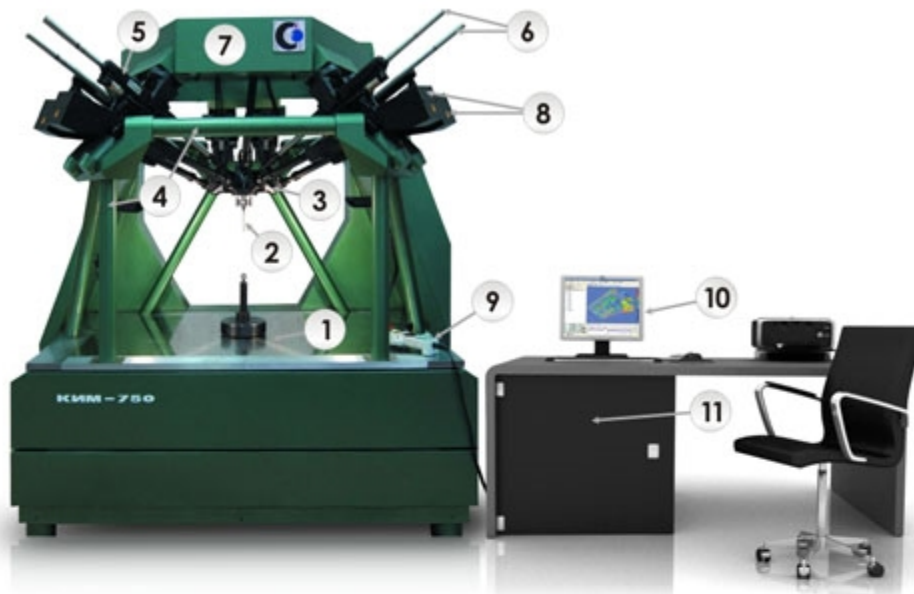
### 3.3. АНАЛИЗ, ОПИСАНИЕ РАБОТЫ, ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Для контроля параметров и размеров чертежа комплексно необходимо применять прогрессивное оборудование где, как и при обработке при минимальном количестве установов возможен контроль всех параметров чертежа. Для корпусных деталей для этих целей возможно применить КИМ (контрольно-измерительная машина). Достоинства КИМ обширны. Выбираем из множества представителей КИМ – ким-750 «ЛАПИК» по следующим причинам:

- 1) Обеспечение при измерении бти степеней свободы рабочего органа и наличие шести одновременно исогласовано управляемых осей перемещения;
- 2) Отделенная система измерительная от силовой, т.е. скорость быстрогодействия увеличена;
- 3) Хорошие показатели по точности позиционирования;
- 4) Повышенная жесткость рамы;
- 5) Производительность при точечном измерении детали достигает до 8 т/сек с сохранением точности измерения и до 200 т/сек. при сканировании;
- 6) Имеется возможность измерения сложных для доступа измерительных головок поверхностей (внутренние полости, узкие криволинейные каналы и наклонные отверстия, сканирования сложной формы поверхности, контроль небольших изделий и фрагментов больших, возможность выполнения задачи обратного моделирования и т.д.);
- 7) Может оснащаться различными головками измерительными.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>85</i>

Схема конструкции КИМ:



1. Стол предметный
2. Измерительный датчик
3. Каретка с 6-ю шарнирами (платформа Стюарта)
4. Измерительная рама
5. Электроприводы, бшт.
6. ШВП
7. Силовая рама
8. Лазерные интерферометры
9. Пульт управления

**Вычислительно-управляющий комплекс:**

10. ПК оператора
11. Вычислительно-управляющий комплекс

Схема шестистержневой двухрамной конструкции



Рисунок 15 - Схема конструкции КИМ-750 «ЛАПИК» и ее двухрамной конструкции.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

86



Рисунок 16 - КИМ-750 «ЛАПИК».

Таблица 20 - Координатно-измерительная машина КИМ-750

Диапазоны измерения, размеры	
Максимальное перемещение по осям:	
X, мм	750
Y, мм	650
Z, мм	470
Габаритные размеры:	
длина, мм	2440
ширина, мм	2190
высота, мм	3195
Масса, кг	4000
Допустимый вес детали, кг	500





Таблица 20 (окончание)- Координатно-измерительная машина КИМ-750

Диапазон температур, в котором обеспечивается паспортная точность, °С (но не более $\pm 1$ °С от температуры при которой произведена калибровка КИМ)	18 — 26
Скорость изменения температуры:	
°/час	0,5
°/сутки	2
Относительная влажность воздуха, %, не более	80

<sup>1</sup>6-осевые КИМ открывают возможности: контроля внутренних полостей; «затененных» поверхностей; измерения «иглой» и др.

Возможна дополнительная автоматизация путем введения в ТП робокаров, автоматизированной транспорто-накопительной системы, автоматизированных складов и промышленных роботов.

Используем для контроля лазерные сканеры Nikon Metrology для координатно-измерительных машин

Благодаря оцифровке полной геометрии деталей, трехмерное лазерное сканирование ускоряет весь процесс, начиная с разработки и заканчивая производством.

В целях контроля или обратного инжиниринга лазерные сканеры захватывают всю геометрию детали целиком — как поверхности произвольной формы, так и геометрические примитивы.. Получающаяся в результате цифровая копия лежит в основе мощного и рационального процесса цифрового контроля, который, сокращает время, необходимое с начала разработки изделия до его выхода на рынок и уменьшает затраты на разработку.

<https://nevatec.ru/products/measuring/cmm.html#>

Охарактеризуем выбранный сканер: обеспечивает высокую точность (погрешность 1.9 мкм), высокую скорость измерения (70000 точек в секунду), высокую производительность, обеспечивает точность и подходит для деталей с мелкой и точной геометрией, может быть включен в блок с измерительными датчиками стандартного оснащения КИМ.

## КОМПЛЕКТ ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА

LC15Dx поставляется в прочном кейсе как часть комплекта: лазерный сканер LC15Dx , переходная сфера, руководство пользователя LC15Dx, сертификат калибровки сферы, сертификат калибровки LC15Dx, основание сферы, CD с калибровочной информацией LC15Dx, стержень сферы, ключ для шарнира, штифт М8 для крепления на столе КИМ, кейс для хранения, разделенный на отсеки, штифт М10 для крепления на столе КИМ.



Рисунок 17 - Лазерный сканер Nikon Metrology

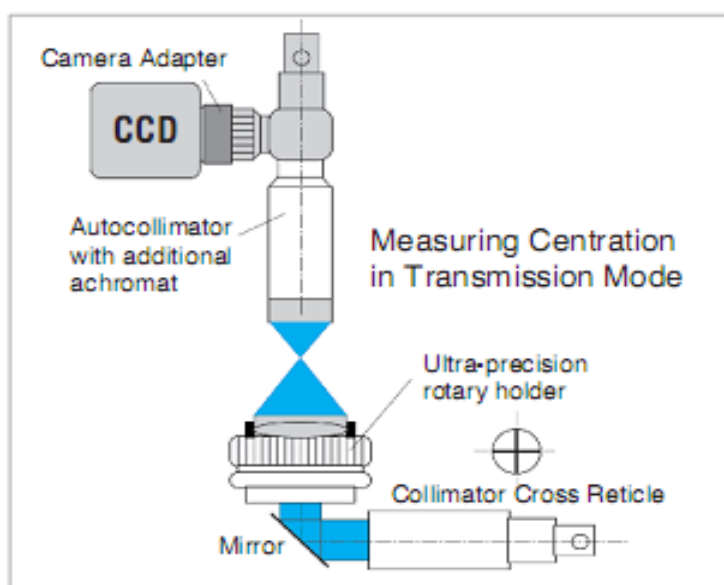


Рисунок 18 - Принципиальная схема измерения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

90

Таблица 21 - Перевод английской номенклатуры с принципиальной схемы измерения.

НОМЕНКЛАТУРА АНГЛИЙСКАЯ	ПЕРЕВОД
CAMERA ADAPTER	АДАПТЕР КАМЕРЫ
AUTOCOLLIMATOR WITH ADDITIONAL ACHROMAT	АВТОКОЛЛИМАТОР С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ АХРОМАТОМ
MIRROR	ЗЕРКАЛО
COLLIMATOR CROSS RETICLE	КОЛЛИМАТОРНАЯ КРОСС- СЕТКА
ULTRA-PRECISION ROTARY HOLDER	УЛЬТРО-ТОЧНЫЙ ПОВОРОТНЫЙ ДЕРЖАТЕЛЬ



Рисунок 19 - Представитель группы измерительных лазерных сканеров в работе

Принципиально снимаем точки для фактических измерений массивом для ускорения и автоматизации процесса, а также получения наиболее точного результата. Схемы принципиальные приведены ниже.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		91

## 4. ПЛАНИРОВАНИЕ УЧАСТКА

### 4.1. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УЧАСТКА

Опишем работу на участке:

- с заготовительного участка на склад заготовок поступают готовые штучные заготовки, которые распределяются по номенклатуре в соответствующие ячейки;
- по заданию получают со склада заготовок необходимое количество заготовок заданной номенклатуры и транспортируют на участок подготовки производства для установки их в приспособления для изготовления, после чего они в заготовках транспортируются обратно на склад;
- необходимое количество заготовок на одну рабочую смену (установленных в приспособление), транспортируют на участок механической обработки, после обработки готовые детали транспортируются на склад в приспособлении, при условии, что оператором является промышленный робот, если оператор – человек, то из приспособления готовая деталь достается на участке;
- готовые детали в приспособлении транспортируют на слесарный участок (со склада) для раскрепления детали из заготовки и зачистки по необходимости (в любом случае, даже если оператором является человек), после необходимых манипуляций детали отправляют на склад готовой продукции;
- со склада готовой продукции детали транспортируют на участок контроля с использованием КИМ-750 «ЛАПИК», после контроля детали транспортируют на склад готовой продукции для проведения дальнейших манипуляций.

Все манипуляции могут протекать (и протекают) одновременно, т.к. задел заготовок и деталей различной номенклатуры и степени готовности. Участок не простаивает и часть манипуляций может происходить в автоматическом режиме.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		92

Подберем возможные варианты оборудования, которые могут обеспечить автоматизированную работу части участков.

Для осуществления функции транспортной используют:

- кран-балку и кран-штабелер для перемещения тяжелых листов, приспособлений, шкафов и т.д.;
- робокары и спецтара, удобная для захвата робокаром для дальнейшего безопасного перемещения;
- небольшие тележки для удобства рабочих (средства не автоматизации, для перемещения средств измерения, документации и т.д., для обеспечения удобства и сокращения подготовительно-заключительного времени.).

Для удобства промежуточного хранения и передачи заготовок и готовых деталей используют стеллажи для выдержки заготовок и деталей, а так же их сортировки на предмет годности по системе «5S», приемо-раздаточные столы накопители.

Участки оснащены для удобства шкафами для хранения оснастки, рабочими столами для операторов.

Для работы на обрабатывающих центрах можно предложить промышленного робота с хватом, подходящим для перемещения и установки типовых обрабатываемых деталей на данном участке, а именно деталей типа «корпус».

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		93



Рисунок 20 - Промышленный робот KUKA KR 150

Для загрузки и разгрузки заготовок и готовых деталей возможно использование промышленного робота KUKA KR 150, который представлен на рисунке 20.

Шестиосевой Kuka KR 150 - это очень маневренный робот, обладающий грузоподъемностью 150 кг.

Этот робот является очень удобным для пользователей с интерфейсом Windows, и легким корпусом. Его компактная база экономит площадь.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		94

Таблица 22 - Технические характеристики промышленного робота KUKA KR 150

Количество осей	П лезная нагрузка	Ра диус действия	Т очность	М асса
6	150 кг	270 0мм	±0 .12мм	1 245кг
Параметры движения осей				
Оси	Рабочий диапазон	Максимальная скорость		
ось 1	+185° -185°	110°/с		
ось 2		110°/с		
ось 3	+155° -119°	100°/с		
ось 4	+350° -350°	170°/с		
ось 5	+125° -125°	170°/с		
ось 6	+350° -350°	238°/с		

Возможно использование хвата подобного типа, как на рисунке 21.



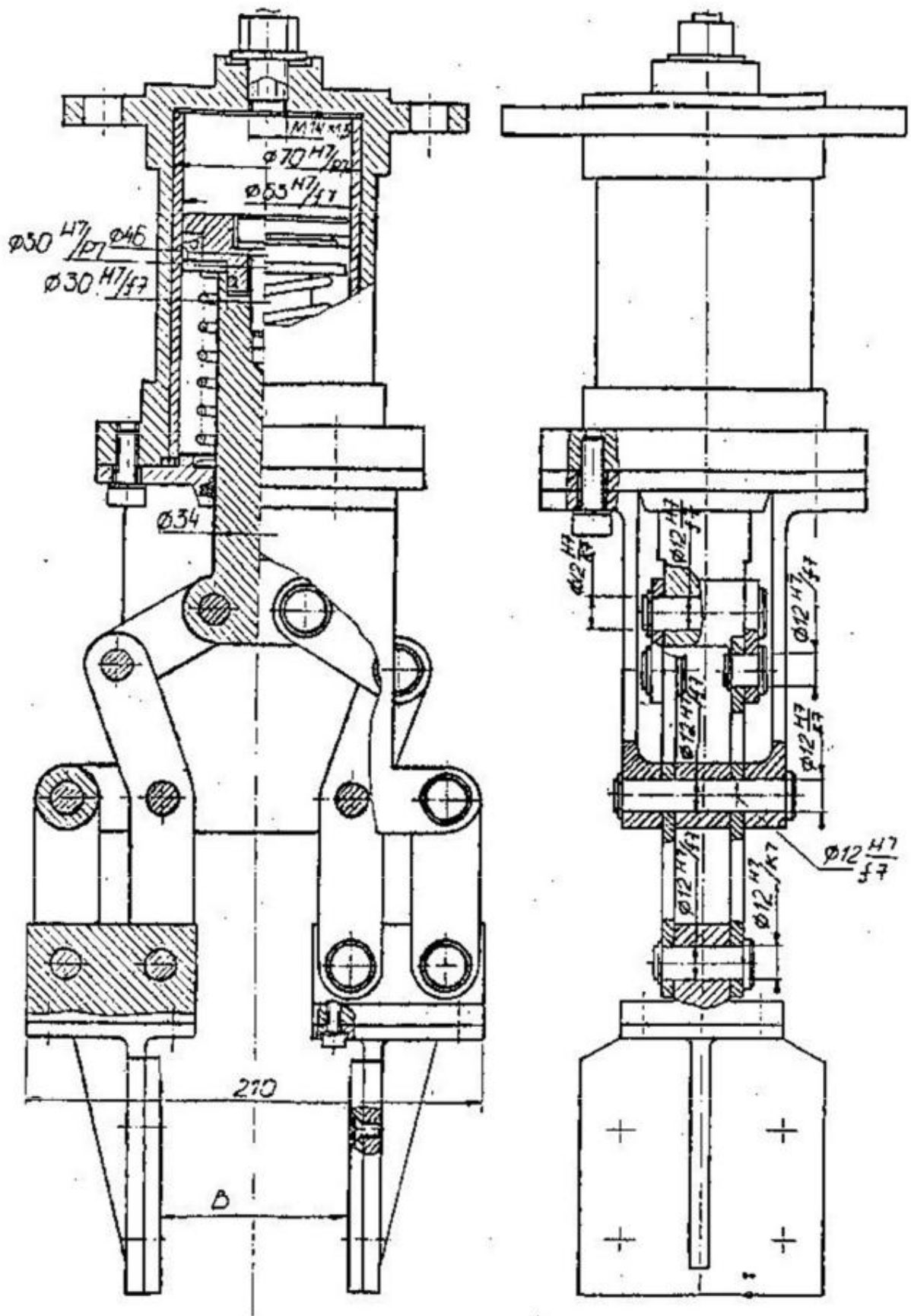


Рисунок 21 - Хват для деталей типа «корпус»

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР

Лист

96

## 4.2. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Перечень основных обязанностей работодателя в этой сфере содержится в ст. 212 ТК РФ. Одной из них являются установление на предприятии системы охраны труда и управление ею. Такая система представляет собой утвержденный на предприятии комплекс взаимозависимых элементов и соответствующих целей безопасности на производстве, а также способов их реализации. Работодатель, приступая к созданию этой системы, может столкнуться с вопросами, как правильно сформировать систему по охране труда на предприятии и с чего начать. Ответить на эти вопросы позволят соответствующие нормативные правовые акты, а именно: Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (далее – Закон № 426-ФЗ); Порядок, утв. Минтрудом и Минобразования России 13.01.2003 N 1/29 (далее – Порядок); Типовое положение, утв. Минтрудом 19.08.2016 N 438н (далее – Типовое положение). На основании [раздела X ТК РФ](#), норм вышеуказанных НПА и рекомендаций приходим к выводу, что система охраны труда и техники безопасности на предприятии, в частности, включает в себя следующие основные элементы:

- создание службы охраны труда;
- проведение оценки условий труда;
- обучение работников правилам безопасности на производстве;
- обеспечение трудящихся всей необходимой информацией о безопасности на рабочем месте и средствами защиты;
- контроль за наличием знаний по технике безопасности на производстве.

Грамотно оформить реализацию мер по охране труда и технике безопасности на производстве позволит Типовое положение, которое содержит перечень конкретных мероприятий в этой сфере. В их числе, например:

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		97

- перечень основных процедур для достижения целей в области охраны труда;
- порядок планирования мероприятий;
- порядок оценки соответствия условий и охраны труда на предприятии законодательным требованиям и др.

Сформировать перечень мероприятий и график их реализации по обучению, соблюдению и контролю за соблюдением техники безопасности на производстве позволит изучение норм Порядка, который содержит, в т.ч.:

- порядок проведения инструктажа по охране труда;
- перечень лиц, в отношении которых следует осуществлять организацию обучения и проверку знаний по безопасным способам выполнения работ.

В трудовом законодательстве закреплено, что охрана труда в России включает в себя, в т.ч., систему оценки условий труда ([ст. 210 ТК РФ](#)).

За счет такой оценки работодатель имеет возможность достичь высоких показателей в обеспечении безопасности на производстве, т.к. оценка позволяет определить негативные факторы на предприятии и уровень их влияния на работников. Вопросы проведения такой оценки регулирует [Закон № 426-ФЗ](#).

Кроме того, работодателю пригодятся рекомендации Минтруда от 08.02.2000 по организации службы охраны труда, т.к. [ст. 217 ТК РФ](#) обязывает работодателей, использующих на производстве наемный труд более 50 работников, организовывать службу (или штатную единицу специалиста) охраны труда на производстве.

(<http://glavkniga.ru/situations/s504028>)

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		98

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

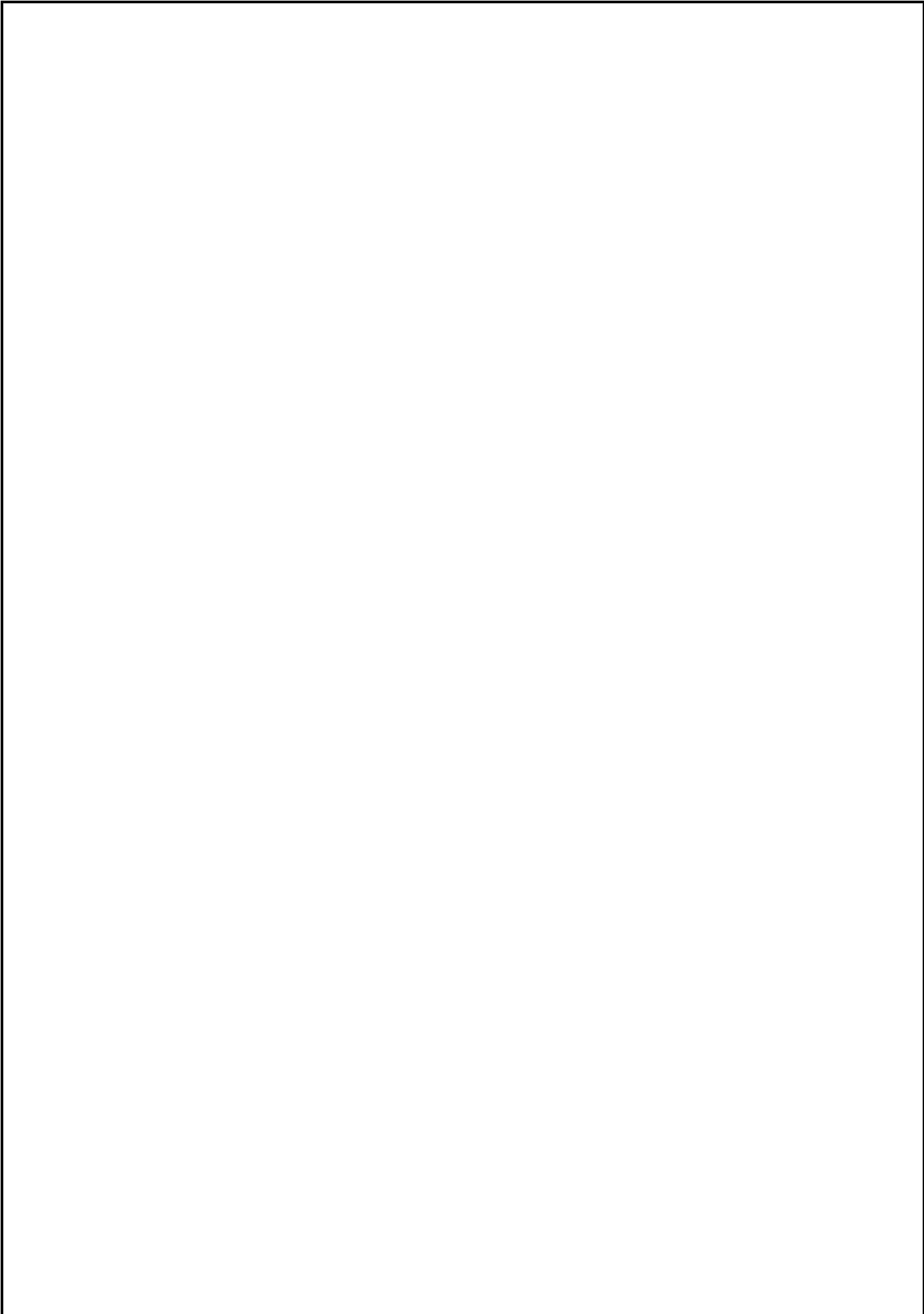
В данной выпускной квалификационной работе были выполнены цели и задачи, поставленные заданием к данной работе. Дополнительно были предложены средства автоматизации работы участка.

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		99

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «основы технологии машиностроения и технического нормирования», В.М.Исаков, Д.В.Ардашев, учебное пособие, Челябинск 2006 год ЮУрГУ
2. «Основы выбора технологического процесса механической обработки», Д.В.Чарко, Москва Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1963 год
3. «Основы взаимозаменяемости и технических измерений», П.П. Сеницын, Государственное издательство оборонной промышленности, Москва, 1959год
4. «Справочник технолога машиностроителя» в 2х томах, МАШ ГИЗ, 1959 год
5. Дальский А.М., Технология конструкционных материалов, 2005.–158 с.;
6. Каширин Н.А., Батуев В.А., Морозов И.М., оформление технологических в курсовых и дипломных работах, 2006. – 77 с.
7. <http://glavkniga.ru/situations/s504028>
8. <http://alphajet.ru/robots/kuka/kuka-kr-150-r2700-extra.html>
9. <https://agranat-avia.ru/raschet-rezhimov-frezerovaniya>
10. [http://osntm.ru/normir\\_tpr.html](http://osntm.ru/normir_tpr.html)
11. <https://www.walter-tools.com/SiteCollectionDocuments/wmc/index-bakup.html>

					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>100</i>



					<i>ПЗ 13.03.05.2018.680.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>101</i>