

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

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

\_\_\_\_\_ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

В.И. Гузеев

24.05 2017 г.

Конструкторско-технологическое обеспечение изготовления детали «Корпус  
блока клапанного»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ.15.03.05.2017.452 ПЗ ВКР

Нормоконтролер

Столярова Т.В.

\_\_\_\_\_ 24.05. 2017 г.

Руководитель, к.т.н., доцент

В.В. Батуев

24.05 2017 г.

Автор работы,  
студент группы П-452

С.Ю. Толстов

24.05 2017 г.

Челябинск 2017



## АННОТАЦИЯ

Толстов С.Ю. Конструкторско-технологическое обеспечение изготовления детали «Корпус блока клапанного»: Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, 2017. – 136 с., 104 ил., 13 табл., библиографический список – 14 наименований, 1 лист чертеж ф. А1 и 2 листа А2.

В записке описан узел, в котором состоит деталь «Корпус блока клапанного», его назначение и условия эксплуатации; служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней. Сформированы цели и задачи проектирования. Выполнена технологическая часть, в которой проанализирован существующий технологический процесс и спроектирован новый. А также выполнена конструкторская часть, в которой проводится аналитический обзор и выбор технологической оснастки и режущего инструмента, спроектирован и рассчитан режущий инструмент, выбрано измерительное оборудование. Выбран состав и произведен расчет станочного комплекса ГПС для заданной детали; произведено проектирование схемы планировки оборудования и систем ГПС как единого производственного комплекса. Разработана планировка участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса. Рассмотрены мероприятия по созданию безопасных и безвредных условий труда, мероприятия по электробезопасности, а так же мероприятия по пожарной безопасности.

ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Толстов С.Ю.		24.05.17
Провер.		Батуев В.В.		24.05.17
Реценз.				
Н. Контр.		Столярова Т.В.		24.05.17
Утверд.		Гузеев В.И.		24.05.17
Конструкторско-технологическое обеспечение изготовления детали «Корпус блока клапанного»				
			Д	7
			ЮУрГУ Кафедра ТАМ	
			Лист	Листов
			7	136

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	12
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия .....	12
1.2 Служебное назначение детали «Корпус блока клапанного» и технические требования, предъявляемые к детали .....	13
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для обработки нержавеющей стали. ....	14
1.4 Формирование целей и задач проектирования.....	19
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	20
2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства.....	20
2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса .....	20
2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента. ....	27
2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса. ....	32
2.1.4 Выводы по разделу.....	35
2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Корпус блока клапанного» .....	35
2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки....	35
2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического .....	36
2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии .....	45
2.2.4 Проектирование операций механической обработки в САМ системе ADEM. ....	51
2.2.5 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса.....	62
2.2.6 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса.....	65
2.2.7 Выводы по разделу.....	77
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	78

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



3.1	Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.....	78
3.2	Аналитический обзор и выбор стандартизированного станочного приспособления.....	82
3.3	Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента.....	85
3.4	Проектирование и расчёт специального режущего инструмента .....	95
3.5	Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля .....	103
4	АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ .....	108
4.1	Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали .....	108
4.1.1	Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций.....	108
4.1.2	Возможность встраивания основного оборудования в ГПС .....	108
4.1.3	Концентрация переходов на операциях механической обработки .....	108
4.1.4	Габаритные размеры детали.....	109
4.1.5	Наличие поверхностей для захвата промышленным роботом ...	109
	Выводы по разделу .....	110
4.2	Разработка структурной схемы гибкого производственного участка .....	110
4.2.1	Определение состава и числа оборудования станочного комплекса ГПС .....	110
4.2.2	Определение структуры и состава автоматизированной транспортно-складской системы ГПС.....	112
4.2.3	Определение вспомогательных систем и участков, необходимых для функционирования ГПС.....	121
4.3	Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы .....	122
5	ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ .....	125
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ.....	126

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						9
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

6.1	Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда .....	126
6.1.1	Технические средства и организационные мероприятия по защите от подвижных частей оборудования и разлетающейся в процессе резания стружки .....	127
6.1.2	Нормируемые параметры микроклимата и способы создания их оптимальных величин: .....	128
6.2	Мероприятия по электробезопасности.....	129
6.3	Мероприятия по пожарной безопасности.....	131
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....		134
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК: .....		135

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						10
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является анализ действующего и проектирование нового технологического процесса обработки детали «Корпус блока клапанного» с целью повышения эффективности и конкурентоспособности производства.

В настоящее время растет степень использования в производстве станков с ЧПУ и повышение уровня автоматизации для увеличения производительности и качества изделий, а также растут тенденции к повышению конкурентоспособности отечественных производств на мировом уровне.

Задачи выпускной квалификационной работы – описать служебное назначение детали и узла, в котором она работает; провести аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для обработки нержавеющей стали; выбрать способ получения заготовки, разработать план и методы механической обработки поверхностей детали с указанием последовательности технологических операций, выбрать основное технологическое оборудование, произвести расчет режимов резания и норм времени, сделать выбор технологической оснастки и приспособлений, оформить документацию технологического процесса. Произвести расчет и спроектировать систему ГПС, разработать планировку участка механической обработки, а также проработать безопасность технологического цикла изделия.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

Блоки клапанные для датчиков разности давлений.

Предназначены для подключения к импульсным линиям датчиков разности давлений Сапфир, ТЖИУ, Метран, АИР.

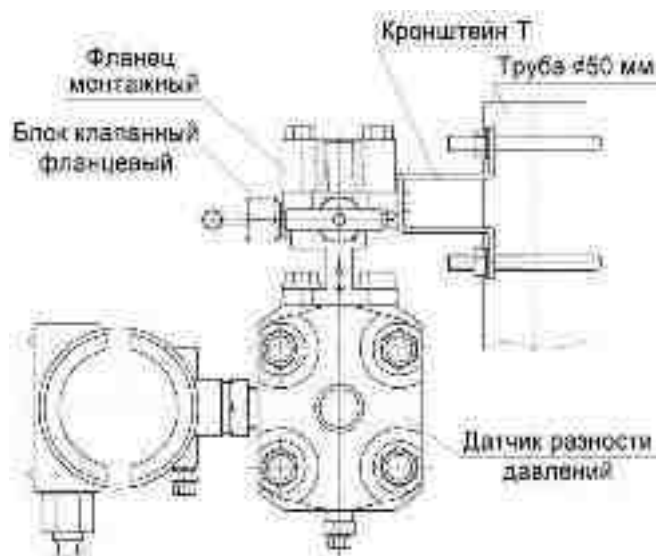


Рисунок 1 – компоновка комплекса

«импульсная линия - клапанный блок - датчик - монтажная стойка»

Компоновка на основе фланцевой модели клапанного блока. Блок крепится к монтажной стойке на кронштейне Т. Снизу, к фланцевому выступу блока подвешивается и притягивается болтами датчик. На верхней плоскости блока на болтах устанавливаются овальные фланцы с плоскими ниппелями. Импульсные трубки (с приваренными ниппельными наконечниками) подводятся сверху и соединяются с овальными фланцами накидными гайками (модели БКН3-3, БКН3-4, БКН5-7).

Пятивентильная фланцевая модель БКН5-7.

Особенности модели:

Для применения в измерительных комплексах с компоновкой Ф;

БКН5-7-00 снабжен двумя дополнительными клапанами «дренаж/контроль», с помощью которых можно подсоединять контрольное оборудование без отключения датчика от рабочей среды.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

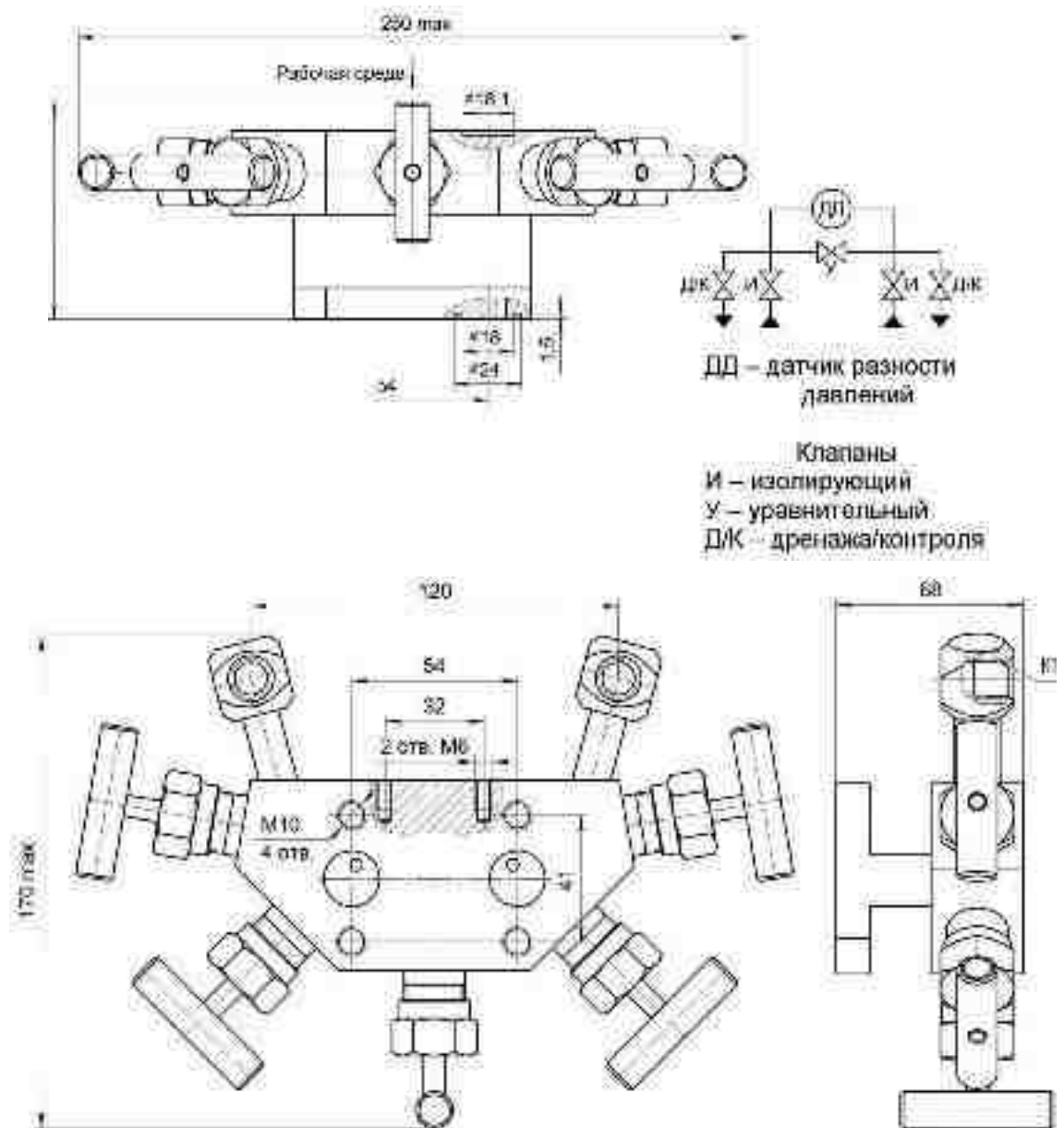


Рисунок 2 – Гидравлическая схема, габаритные и присоединительные размеры БКН5-7-00

1.2 Служебное назначение детали «Корпус блока клапанного» и технические требования, предъявляемые к детали

Корпус БКН 5-7-00 предназначен для присоединения к нему клапанов, импульсных трубок и датчиков давления. Также при помощи полостей внутри корпуса происходит соединение рабочей среды с датчиком давления и контрольным оборудованием.

На чертеже изображен корпус блока клапанного, выполненного в трех проекциях, с восемью дополнительными видами, поясняющими конструкцию корпуса.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13



Требования, приведенные на заводском чертеже корпуса: части корпуса, к которым присоединяются фланцы с импульсными трубками и датчик давления, имеют наименьшую шероховатость (Ra 1,6, Ra 3,2) и жесткие допуски плоскостности. На отверстия назначаются позиционные допуски и допуски соосности. Для того чтобы фланцы гарантировано соединялись с корпусом, на отверстия назначаются зависимые допуски.

Все технические требования обоснованы, полностью соответствуют служебному назначению детали и должны выполняться в процессе механической обработки. Их невыполнение приводит к неточности установки детали в узле и неточности взаимного расположения деталей.

### 1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для обработки нержавеющей стали.

#### Актуальность

Нержавеющим называют сплав, который способен длительное время противостоять воздействию химически активной среды, это могут быть и неблагоприятные атмосферные условия, и кислотная или щелочная среда в химическом производстве. В последнее время во многих узлах, машинах и механизмах углеродистые марки стали применяются все реже, а и их постепенно вытесняют элементы из специальных сталей. Связано это с тем, что обычная сталь имеет определенный порог предел, выше которого становится невозможным её использование в условиях возрастающих нагрузок, например, при высоких температурах, давлении или же в присутствии агрессивных сред. В этом случае, их с успехом заменяют жаропрочные и стойкие нержавеющие стали и легированные сплавы с эксклюзивными свойствами, которые будут хорошо работать там, где обычная сталь не справится.

В течение последнего десятилетия мировой рынок нержавеющих сталей достиг 19 млн т (в т.ч. 9,6 млн т – холоднокатаный прокат). Темпы его роста составляли около 6% в год, т.е. заметно опережали темпы роста общего

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производство стали в мире. Помимо традиционных сфер применения нержавеющей стали в нефтехимии, машиностроении и оборонных отраслях, стремительно растет их применение в производстве потребительских товаров и бытовой техники.

#### Обработка резанием

Первая особенность, что при обработке резанием показатели упрочнения легированной стали достаточно высоки, что требует приложения значительных сил. Кроме того, большинство легированных сталей, особенно это касается жаропрочных, весьма пластичны, что также затрудняет обработку резанием. Нержавеющие стали относятся к высокопластичным. Кроме того, есть еще одна сторона пластичности, так называемая вязкость материала. При обработке легированной стали на токарном станке стружка не ломается, как например, при обработке углеродистых сталей той же твердости, а вытесняется длинной лентой. Это причиняет массу неудобств и осложняет ее обработку в автоматическом режиме.

Вторая особенность легированной стали при обработке резанием – это малая теплопроводность, что приводит к повышению температур в рабочей зоне, и требует оптимального подбора охлаждающей жидкости, которая кроме эффективного удаления тепла, должна облегчать резку и предотвращать наклеп. Наклеп возникает на рабочей кромке режущей пластины, приводит к изменению геометрии резца, и в конечном итоге к его досрочному выходу из строя. Как правило, при обработке легированных жаропрочных сталей не рекомендуются высокие скорости обработки это приводит к удорожанию детали. Решить эту проблему можно, используя специальные режущие пластины, предназначенные исключительно для легированных сталей и специальные ТЖ.

Третья особенность – это сохранение прочности и твердости под воздействием высоких температур. Это особенно характерно для жаропрочных марок сталей, что, в сочетании с наклёпом приводит к

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ускоренному износу режущего инструмента и не позволяет использовать высокие обороты.

Четвертое – это наличие в составе стали твердого раствора второй фазы с чрезвычайно твердыми интерметаллическими и карбидными соединениями, которые, несмотря на свои микроскопические размеры, действуют на поверхность режущего инструмента, как абразивный материал. Инструмент стачивается и тупится намного быстрее, что приводит к необходимости его частой переточки и правке геометрии режущих кромок.

Пятое – это низкая виброустойчивость возникает по причине неравномерности процессов упрочнения детали по мере резания поскольку процесс пластической деформации при обработке протекает по-разному, вначале и в середине обработки.

#### Оптимизация технологии

Все эти явления требуют особого подхода к обработке легированных сталей резанием, особенно, если обработка идет в полностью автоматическом режиме например, на автоматах продольного точения и станках с ЧПУ с автоматической подачей прутка. Как можно снизить влияние негативных факторов рассмотрим на примере токарной обработки как наиболее распространенной. Токарная обработка подразумевает снятие слоя припуска в виде стружки с вращающейся вокруг своей оси детали. Движение резца в данном случае происходит по двум координатам в горизонтальной плоскости. Под воздействием сил резания происходит частичное смещение кристаллической решетки возникает наклеп поверхностное упрочнение. При этом значительная часть энергии трения инструмента переходит в тепловую, а как мы помним, материал имеет низкую теплопроводность. Поверхность детали неравномерно нагревается, возникает вибрация, вследствие чего негативное действие перечисленных факторов усугубляется.

Чтобы инструмент не так быстро тупился, можно уменьшить слой снимаемого припуска и подачу инструмента, а также повысить обороты шпинделя. В результате поверхность будет получаться с более высоким

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

классом шероховатости. Неплохо зарекомендовали себя способы обработки легированных сталей с применением кислоты это позволяет снизить степень возникновения таких явлений, как ускоренный износ инструмента, и наклеп, однако, это чрезвычайно негативно сказывается на токарном оборудовании и самом токаре. Оптимизация обработки легированных сталей это прежде всего, оптимальный подбор режущего инструмента, повышенной стойкости, выбор оптимальных режимов резания, и правильный выбор СОЖ и ее оптимальная подача.

#### Марки резцов

Твердый сплав Т30К4, Т15К6, ВК3 обладают высокой твердостью и устойчивостью к износу. Износостойкие напайки Т5К7, Т5К110 более вязки, но менее износостойкие. И, наконец, ВК6А, ВК8 отличаются пониженной износостойкостью, но повышенной вязкостью они хорошо зарекомендовали себя при ударных нагрузках.

За рубежом активно используют твердосплавные пластины с покрытием TiC, они отличаются высокой износостойкостью.

Существенное влияние на режущие свойства твердосплавных пластин оказывают различные способы обработки таких материалов например, азотирование и цианирование. Покрытие кубическим нитридом бора достаточно дорогое, но обладающее поистине уникальными свойствами такое покрытие многократно повышает твердость инструмента, его стойкость и износостойкость.

#### Применение ТЖ

ТЖ необходимы, прежде всего, для предотвращения преждевременного износа инструмента, улучшения характеристик резания, получения более качественной поверхности обрабатываемой детали и повышение точности обработки. Для каждого типа обрабатываемой стали, вида режущей пластины, подбирается своя охлаждающая жидкость, способ ее подачи в область резания.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наиболее эффективным считается такой метод, который способствует максимальному отводу тепла из зоны резания. Тут хорошо себя зарекомендовали высоконапорная подача СОЖ преимущественно на заднюю поверхность рабочей пластины режущего инструмента, распыление СОЖ и достаточно редко встречающееся, в основном на оборонных предприятиях охлаждение углекислотой.

#### Выбор способа охлаждения

Зависит от условий обработки и технологических возможностей оборудования. Наиболее распространено высоконапорное охлаждение оно может применяться при токарной обработке, фрезерной многоинструментальной, при шлифовании, и др. Такой способ характерен для многих производителей оборудования, как отечественных, так и зарубежных. Жидкость подаётся распылением точно в область резания. При соприкосновении с нагретым металлом она быстро испаряется, забирая тепло и эффективно охлаждая рабочую поверхность. К недостатку описанного метода можно отнести высокие потери СОЖ. Применение данного метода позволяет увеличить период стойкости инструмента почти в 6 раз естественно это отражается на стоимости детали в конечном итоге.

Более эффективным является одновременная подача СОЖ в область резания и в область образования стружки, однако, технически это не всегда бывает возможно может потребовать доработок технологического оборудования. Данный способ охлаждения подходит для среднесерийного и мелкосерийного производства.

#### Основные требования к обработке

Для обработки легированных сталей сам станок и система СПИД должны обладать рядом качеств. Это, прежде всего повышенная жесткость всей системы. Во-вторых, система должна быть рассчитана на значительные механические нагрузки, возникающие в процессе обработки а они намного выше, чем при обработке черных металлов. Третье минимальные люфты в узлах и механизмах металлообрабатывающего оборудования.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Электродвигатель должен иметь значительный запас прочности, поскольку обработка легированных сталей предполагает повышенные нагрузки. По этой же причине необходимо перед началом обработки стали проверить состояние клиноременной передачи, состояния ремней и самих шкивов. Приспособления и инструменты должны быть по возможности максимально жесткими и короткими, чтобы уменьшить влияние сил резания на конечный результат.

#### Альтернативные направления

Оптимизировать обработку легированных сталей можно за счет использования ультразвуковых колебаний, слабых токов, предварительного подогрева деталей, но эти способы все слишком дороги, требуют специального дополнительного оборудования и редко применяются. Чаще всего на практике используются специальные кислоты.

#### 1.4 Формирование целей и задач проектирования

Целью выпускной квалификационной работы является разработка нового варианта конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Корпус блока клапанного», отличающегося по ряду конструкторских и технологических показателей.

Задачами работы являются:

- Описать служебное назначение узла изделия и детали;
- Произвести анализ действующего ТП, оборудования, РИ, конструкторско-технологической документации, размерный анализ;
- Разработать проектный вариант ТП и его материально-техническое оснащение для условий современного автоматизированного производства.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						19
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса

Данный технологический процесс состоит из 23 операций:

Операция 005 Заготовительная операция;

Операция 010 Токарная универсальная операция;

Операция 015 Токарная универсальная операция;

Операция 020 Токарная универсальная операция;

Операция 025 Фрезерная операция;

Операция 030 Сверлильная операция;

Операция 035 Токарная с ЧПУ операция;

Операция 040 Токарная с ЧПУ операция;

Операция 045 Токарная с ЧПУ операция;

Операция 050 Фрезерная операция;

Операция 055 Фрезерная операция;

Операция 060 Сверлильная операция;

Операция 065 Слесарная операция;

Операция 070 Отрезная операция;

Операция 075 Фрезерная операция;

Операция 080 Фрезерная операция;

Операция 085 Сверлильная операция;

Операция 090 Сверлильная операция;

Операция 095 Сверлильная операция;

Операция 100 Сверлильная операция;

Операция 105 Слесарная операция;

Операция 110 Моечная операция;

Операция 115 Контроль ОТК операция.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Операция 010 Токарная универсальная. На этой операции осуществляются: точение торца и внешней поверхности, сверление отверстия и его расточка.

Комплект баз: двойная направляющая, опорная.

Станочные приспособления: трехкулачковый патрон.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89.

Применяемый станок: токарно-винторезный 16К20.

В качестве режущего инструмента используются: резец ВК8 16x25 проходной, резец с цеховой заточкой R3, сверло Ø20 Р6М5, резец ВК8 16x25 расточной.

Операция 015 Токарная универсальная. На этой операции осуществляются: точение торца и внешней поверхности и расточка отверстия.

Комплект баз: двойная направляющая, опорная.

Станочные приспособления: Кулачки приточные.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89.

Применяемый станок: токарно-винторезный 16К20.

В качестве режущего инструмента используются: резец ВК8 16x25 проходной, резец с цеховой заточкой R3, резец ВК8 16x25 расточной.

Операция 020 Токарная универсальная. На этой операции осуществляется точение кольцевой канавки.

Комплект баз: двойная направляющая, опорная.

Станочные приспособления: Кулачки приточные.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89.

Применяемый станок: токарно-винторезный 16К20.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В качестве режущего инструмента используются: резец канавочный с цеховой заточкой R1, резец с цеховой заточкой R3.

Операция 025 Фрезерная. На этой операции осуществляется фрезерование наружной поверхности.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: тиски.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89.

Применяемый станок: вертикально фрезерный 6P13.

В качестве режущего инструмента используется фреза торцевая Ø125 пластины PRAMET PNMM110408 525 80005296.

Операция 030 Сверлильная. На этой операции осуществляется сверление отверстий (разметка) по наружному диаметру.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: ПС 0101 – кондуктор, тиски.

Мерительный инструмент: отсутствует.

Применяемый станок: радиально-сверлильный ГС545.

В качестве режущего инструмента используется сверло Ø4 P6M5.

Операция 035 Токарная с ЧПУ. На этой операции осуществляется сверление отверстий по произведенной ранее разметке и нарезание резьбы.

Комплект баз: установочная, направляющая, двойная направляющая, опорная.

Станочные приспособления: ПТ 0025, трехкулачковый патрон.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89, пробки M18x1,5-7H PR-HE резьбовые; ПП0371 – гладкие.

Применяемый станок: токарно-винторезный 16K20Ф3.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В качестве режущего инструмента используются: сверло Ø16,5 P6M5, сверло центровочное Ø3, резец цеховый BK8, пластина DCMT 070204 FG, сверло Ø3 P6M5, пластина 2IR 1.5 ISO, резец канавочный.

Операция 040 Токарная с ЧПУ. На этой операции осуществляется сверление отверстий по произведенной ранее разметке.

Комплект баз: установочная, направляющая, двойная направляющая, опорная.

Станочные приспособления: ПТ 0025, трехкулачковый патрон.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89.

Применяемый станок: токарно-винторезный 16К20Ф3.

В качестве режущего инструмента используются: сверло Ø16,5 P6M5, сверло центровочное, резец цеховый BK8, пластина DCMT 070204 FG, сверло Ø3 P6M5, пластина 2IR 1.5 ISO, резец канавочный.

Операция 045 Токарная с ЧПУ. На этой операции осуществляется сверление отверстий по произведенной ранее разметке и нарезание резьбы.

Комплект баз: установочная, направляющая, двойная направляющая, опорная.

Станочные приспособления: ПТ 0025, трехкулачковый патрон.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89, пробки M16x1,5-7H PP-HE резьбовые, ПП0371 – гладкие.

Применяемый станок: токарно-винторезный 16К20Ф3.

В качестве режущего инструмента используются: сверло Ø14 P6M5, сверло центровочное, резец цеховый BK8, пластина DCMT 070204 FG, сверло Ø3 P6M5, пластина 2IR 1.5 ISO, резец канавочный.

Операция 050 Фрезерная. На этой операции осуществляется сверление отверстий и фрезерования пазов.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Комплект баз: двойная направляющая, опорная.

Станочные приспособления: ПС 0019, трехкулачковый патрон.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89, калибр ПП-0069.

Применяемый станок: обрабатывающий центр MCV-300.

В качестве режущего инструмента используются: сверло Ø11 P6M5, сверло центровочное Ø4 P6M5, фреза ПФ-0016 P6M5, фреза концевая Ø10 P6M5, зенковка Ø16x90°.

Операция 055 Фрезерная. На этой операции осуществляется сверление отверстий, фрезерования пазов и нарезание резьбы.

Комплект баз: двойная направляющая, опорная.

Станочные приспособления: ПС 0019, трехкулачковый патрон.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89, пробки р. и гл. M10x7H.

Применяемый станок: обрабатывающий центр MCV-300.

В качестве режущего инструмента используются: сверло Ø8,6 P6M5, сверло центровочное, фреза Ø18 P6M5 специальная, сверло Ø3,5 P6M5, зенковка Ø16x90°, метчик M10x7H.

Операция 060 Сверлильная. На этой операции осуществляется сверление отверстий внутри корпуса.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: ПС 0098, тиски.

Мерительный инструмент: отсутствует.

Применяемый станок: сверлильный 2M112.

В качестве режущего инструмента используется сверло Ø4 P6M5.

Операция 070 Отрезная. На этой операции резка корпуса посередине.

Комплект баз: двойная направляющая, направляющая.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Станочные приспособления: ПС 0383.

Мерительный инструмент: отсутствует.

Применяемый станок: ленточнопильный UE-330SA.

В качестве режущего инструмента используется пила.

Операция 075 Фрезерная. На этой операции осуществляется фрезерования торца после разрезания.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: тиски.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89.

Применяемый станок: вертикально фрезерный 6Р13.

В качестве режущего инструмента используется: фреза торцевая Ø125 пластины PNMM-110408.

Операция 080 Фрезерная. На этой операции осуществляется фрезерование канавки на наружной поверхности.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: тиски.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89.

Применяемый станок: вертикально фрезерный 6Р13.

В качестве режущего инструмента используется фреза Ø28.

Операция 085 Сверлильная. На этой операции осуществляется сверление отверстий в корпусе.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: тиски.

Мерительный инструмент: ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89.

Применяемый станок: сверлильный 2М112.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В качестве режущего инструмента используется сверло Ø4,5 P6M5.

Операция 090 Сверлильная. На этой операции осуществляется сверление отверстий внутри корпуса.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: ПС 0122, тиски.

Мерительный инструмент: отсутствует.

Применяемый станок: сверлильный 2М112.

В качестве режущего инструмента используется сверло Ø4 P6M5.

Операция 095 Сверлильная. На этой операции осуществляется сверление отверстий на торце и нарезание резьбы.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: ПС 0096 - кондуктор, тиски.

Мерительный инструмент: калибр-пробка М6-7Н ПР-НЕ резьбовой, ПП0370 гладкий.

Применяемый станок: сверлильный 2М112.

В качестве режущего инструмента используются: сверло центровочное, сверло Ø4,95 под метчик или сверло Ø5,5 под раскатник, зенковка, метчик или раскатник М6-7Н.

Операция 100 Сверлильная. На этой операции осуществляется сверление отверстий на торце.

Комплект баз: установочная, направляющая.

Станочные приспособления: ПС 0332 - кондуктор, тиски.

Мерительный инструмент: отсутствует

Применяемый станок: сверлильный 2М112.

В качестве режущего инструмента используется: сверло Ø13,8 P6M5.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента.

#### 2.1.2.1 Технологическое оборудование

На операциях токарной обработки применяются универсальные токарно-винторезные станки, а также станки, оснащенные системой ЧПУ, такие как: 16K20 и 16K20Ф3.

На операциях фрезерной обработки применяются вертикально фрезерные станки 6P13 и обрабатывающий центр MCV-300.

На операциях сверлильной обработки применяются сверлильные станки 2M112 и радиально - сверлильный ГС545.

На отрезной операции применяется ленточнопильный станок UE-330SA.

#### 2.1.2.2 Технологическая оснастка

На токарных операциях применяются универсальные и специальные приспособления:

Универсальные: трехкулачковый патрон.

Трехкулачковый патрон служит для закрепления заготовки с помощью механического зажима, изображен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Трехкулачковый патрон

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Специальные: кулачки приточенные, ПТ 0025.

Приточенные кулачки служат для закрепления заготовки с помощью механического зажима. Их отличие от универсальных кулачков в том, что они растачиваются под определенный диаметр заготовки. Вследствие этого, контакт кулачков с заготовкой осуществляется по поверхности, а не по линиям, что способствует лучшей точности установки, и позволяет не оставлять следы от кулачков на заготовке после обработки. Приточенные кулачки изображены на рисунке 4.



Рисунок 4– Приточенные кулачки

ПТ 0025 – это приспособление для расточки боковых отверстий. Деталь помещают в корпус приспособления и закрепляют. Приспособление работает по принципу тисков. После закрепления приспособление с заготовкой устанавливают в трехкулачковый патрон. ПТ 0025 изображено на рисунке 5.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





Рисунок 5 – ПТ 0025

На фрезерных операциях применяются универсальные и специальные приспособления:

Универсальные: тиски.

Тиски — слесарный инструмент для фиксирования детали при различных видах обработки. Тиски представляют собой пару параллельных пластин, одна из которых обычно неподвижна, а вторая прижимается к детали при помощи винта. Для предохранения торцов от забоин и механических повреждений устанавливают цеховые прокладки между губками тисков и заготовкой.

Специальные: ПС 0019.

ПС 0019 – это приспособление для закрепления детали и последующего фрезерования пазов и сверления отверстий. Деталь помещается в корпус приспособления, ориентируется в нем с помощью штучера и прижимается с помощью гайки. ПС 0019 изображено на рисунке 6.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 6 – ПС 0019

На сверлильных операциях применяются универсальные и специальные приспособления:

Универсальные: тиски.

Специальные: ПС 0101.

ПС 0101 – это приспособление для сверления (разметки) отверстий. Приспособление работает по принципу кондуктора. Деталь помещается в корпус приспособления и закрепляется, далее производится сверление отверстий. ПС 0101 изображено на рисунке 7.



Рисунок 7 – ПС 0101

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На отрезной операции применяется специальное приспособление ПП 0383. ПП 0383 – это приспособление, предназначенное для разрезания детали на две равные части. Деталь устанавливается в корпус приспособления и закрепляется с помощью резьбового соединения. ПП 0383 изображено на рисунке 8.



Рисунок 8 – ПП 0383

### 2.1.2.3 Режущий инструмент

При механической обработке детали применяют универсальные и специальные режущие инструменты.

На токарных операциях применяют режущие инструменты:

Универсальные: резец ВК8 проходной, резец ВК8 расточной, сверла Р6М5 Ø20, Ø16,5, Ø3, Ø14 Р6М5, резцы с СМП: пластина DCMT 070204 FG, пластина 2IR 1,5 ISO.

Специальные: резец с цеховой заточкой R3, резец канавочный с цеховой заточкой R1, резец цеховой ВК8.

На фрезерных операциях применяют режущие инструменты:

Универсальные: фреза торцевая Ø125 со сменной пластиной PNMM110408 525 80005296, фреза концевая Ø10 Р6М5, фреза Ø28, зенковка Ø16x90°, сверла Ø8,6, Ø3,5 Р6М5, метчик М10-7Н.

Специальные: фреза ПФ-0016 Р6М5, фреза Ø18 Р6М5 специальная.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						31
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

На сверлильных операциях применяют режущие инструменты:

Универсальные: сверла Ø4, Ø4,5, Ø4,95, Ø5,5, Ø13,8 P6M5, зенковка, метчик или раскатник М6-7Н.

Специальные: отсутствуют.

Используемые режущие инструменты эффективно используются при обработке данной детали, так как они подобраны для достижения лучших показателей в стойкости, обработки поверхности и экономичности.

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.

С целью расчета припусков, замыкающих звеньев и возможности выявления и устранения брака при отрицательных припусках проведем проверочный размерный анализ действующего технологического процесса.

В результате расчета размерной цепи линейных размеров технологического процесса изготовления БКН 5-7-00 выяснилось, что замыкающих звеньев нет. Все конструкторские размеры в технологическом процессе выполняются. Размерная цепь составлена правильно. Размерная цепь представлена на рисунке 9.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

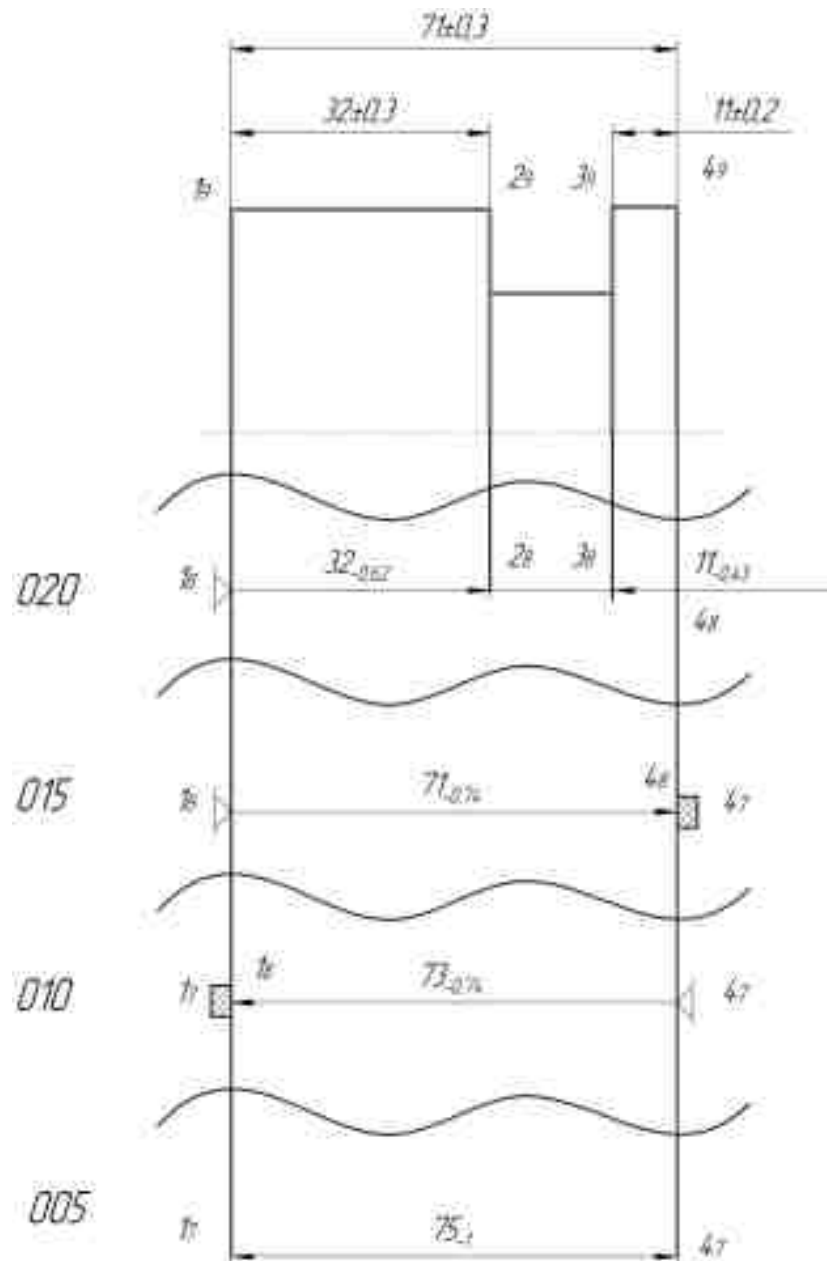
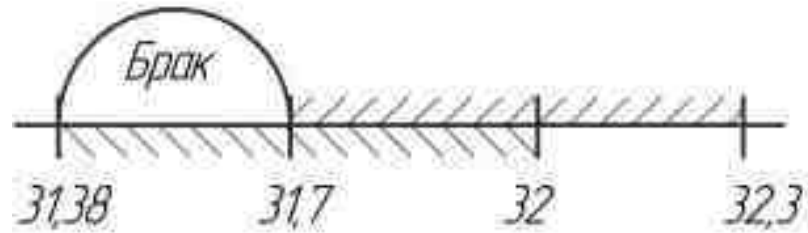


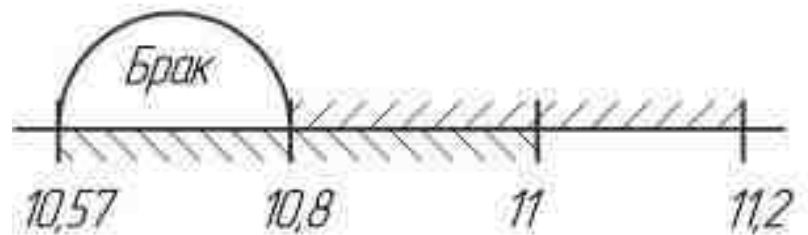
Рисунок 9 –Размерная цепь

Оценим возможность появления брака. Для этого построим поля рассеивания конструкторских и технологических размеров. Поля рассеивания представлены на рисунке 10.

Для размера [19,29]



Для размера [39,49]



Для размера [19,49]

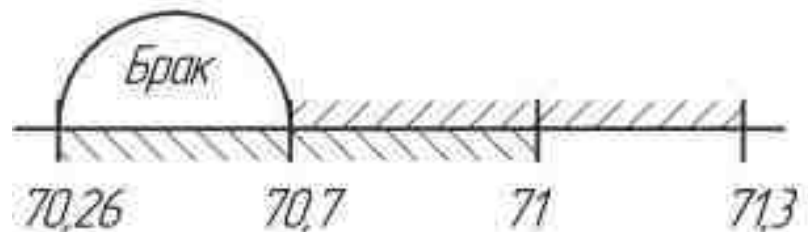


Рисунок 10 – Поля рассеивания

Весь брак, получающийся в процессе обработки, является не исправимым.

Расчет припусков:

$$[48\ 47] = (47\ 18) - (18\ 48) = 73_{-0,74} - 71_{-0,74} = 2 \pm 0,74;$$

$$[17\ 18] = -(18\ 47) + (47\ 17) = 75_{-1} + 73_{-0,74} = 2^{+0,74}_{-1}.$$

Отрицательных припусков в процессе обработки нет.

#### 2.1.4 Выводы по разделу

В действующем технологическом процессе в качестве исходной заготовки используется круглый прокат (пруток) диаметром 150 мм из стали 12X18H10T ГОСТ 5632-72, что нетехнологично, так как коэффициент использования материала (КИМ=0,466) низкий. При использовании заготовки изготовленной таким способом много материала уходит в стружку, однако этот метод является самым экономичным, т.к. используемый прокат является стандартным, отсутствуют специальные штампы и пресс формы для получения заготовки. А также этот материал плохо деформируется и льётся.

В качестве станочных приспособлений и технологической оснастки в действующем технологическом процессе используются стандартные и специальные приспособления и оснастка, что эффективно для любых типов производств. В качестве контрольных приспособлений используются стандартные приспособления, что эффективно для единичного и мелкосерийного производств.

После проведения размерного анализа действующего технологического процесса стало видно, что отрицательных припусков нет, но есть возможность появления неисправимого брака.

## 2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Корпус блока клапанного»

### 2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Материал детали 12X18H10T. Деталь имеет сложную форму и небольшие габариты. Метод получения заготовки – круглый прокат (пруток) диаметром 150 мм из стали 12X18H10T ГОСТ 5632-72 и последующее нарезание прутка на заготовки длиной 75мм. Такой выбор является наиболее экономичным, т.к. используемый прокат является стандартным, отсутствуют специальные штампы и пресс формы для получения заготовки. А также, используя этот метод, можно получить эффективную обработку сразу двух деталей. Хотя и КИМ довольно низкий и не превышает 50%, этот материал

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

плохо деформируется и льётся, из-за этого другие способы получения довольно дорогие.

### 2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.

Для комплексной операции 005 нам необходим станок в контршпинделем, несколькими суппортами и приводным инструментом, этим требованиям удовлетворяет обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC, который изображен на рисунке 11.



Рисунок 11 – обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC

Таблица 1 – Характеристики станка DMG CTX gamma 2000 TC

<b>Рабочая зона</b>		
Наибольший диаметр устанавливаемой детали	мм	700
Диаметр обточки, максимальный	мм	630
<b>Узел токарно-фрезерного шпинделя (верхний)</b>		



Поперечное перемещение (X1)	мм	650 (-20)
Перемещение в вертикальном направлении (Y1)	мм	±200
Перемещение в горизонтальном направлении (Z1)	мм	2050
<b>Салазки револьверной головки (нижние)</b>		
Поперечное перемещение (X2)	мм	210
Перемещение в вертикальном направлении (Y2)*		–
Перемещение в горизонтальном направлении (Z2)	мм	1910
<b>Главный шпиндель</b>		
Шпиндельная головка (плоский фланец)	мм	220h5
Прохождение прутка	мм	102
Диаметр шпинделя в передней опоре	мм	160
Зажимной патрон	мм	250 – 500   400 / 500   500 / 630
Мощность привода (40/100% цикла нагрузки)	кВ	45 / 35
Момент, максимальный (40/100% цикла нагрузки)	Нм	770 / 600
Скорость, максимальная	об/мин	4 000

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

<b>Контршпиндель</b>		
Шпиндельная головка (плоский фланец)	Ø мм	170h5
Диаметр шпинделя в передней опоре	Ø мм	130
Патронные заготовки*	Ø мм	250 / 315
Мощность привода (40/100% цикла нагрузки)	кВ	34 / 25
Момент, максимальный (40/100% цикла нагрузки)	Нм	380 / 280
Скорость, максимальная	об/мин	5 000
Привод подачи переменного тока, салазки 1, быстрый ход по X/Y/ Z	м/мин	40 / 40 / 30
<b>Токарно-фрезерный шпиндель</b>		
Установка инструмента		HSK-63A (Capto C6) I (HSK-100 / Capto C8)
Скорость вращения шпинделя, максимальная	об/мин	12 000   (18 000)*   (8 000)
Мощность привода, максимальная (40 % цикла нагрузки)	кВ	22   (23)   (32)
Момент, максимальный (40% цикла нагрузки)	Нм	100   (105)   (145)
<b>Ось В (моментный привод)</b>		
Диапазон наклона (В)	Градусы	240

Момент, максимальный (40% цикла нагрузки)	Нм	2800
Гидравлическая система зажима	Нм	4000
<b>Инструментальный магазин</b>		
Количество инструментов		Disk 36   (Chain 120)
Длина инструмента	мм	400
Масса инструмента G1/G2	кг	10   (6 / 12)
Диаметр инструмента, максимальный (с пустым местом)	мм	80 (140)
Привод подачи переменного тока, салазки 2, быстрый ход по X2 / Y2*/Z2 3)		30 / 30
<b>Инструментальный блок (револьверная головка, нижняя)</b>		
Количество инструментальных станций		12
станции приводных инструментов		12
Диаметр хвостовика (DIN 69880)	мм	40
Мощность привода (40% цикла нагрузки)	кВ	9,4
Момент, максимальный (40% цикла нагрузки)	Нм	30
Скорость, максимальная	об/мин	4000
<b>Задняя бабка</b>		

Ход задней бабки (автоматически проходимая)	мм	1910
Центральный кернер	МТ	6
Мощность задней бабки, максимальная	кВ	1800
<b>Масса</b>		
Масса станка без шкафа управления	кг	24000

Для фрезерных операций 010 и 020 нам необходим станок пятью управляемыми координатами, этим требованиям удовлетворяет фрезерный станок с ЧПУ DMG MORI DMU 60 P duoBLOCK, который изображен на рисунке 12.

Также для 010 операции нам нужен поворотный стол для обработки внутренних отверстий, для этого возьмем поворотный стол рL Lehmann T1 – 520520 для станков с ЧПУ, который изображен на рисунке 13.



Рисунок 12 – фрезерный станок с ЧПУ DMG MORI DMU 60 P duoBLOCK

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Таблица 2 – Характеристики станка DMG MORI DMU 60 P duoBLOCK

<b>Рабочая зона</b>		
Оси X/Y/Z	мм	600 × 700 × 600
Расстояние между средней линией шпинделя и поддоном		–
Фрезерные головки, горизонтальные	мм	50 – 650
Фрезерные головки, вертикальные	мм	150 – 750
Расстояние между передним концом шпинделя и средней линией поддона		–
Фрезерные головки, горизонтальные	мм	–150 - 550
Фрезерные головки, вертикальные	мм	–250 - 450
<b>Стол/зажимная поверхность/инструменты</b>		
Поворотный стол с ЧПУ	об/мин	40
Фрезерный/токарный стол (фрезерование/точение)	об/мин	–
Рабочая поверхность стола	мм	ø 630
Максимальная нагрузка на стол	кг	700
<b>Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)</b>		
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		Стандарт
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)	градусы	–30 / +180
Быстрый ход и подача	об/мин	30

<b>Опции: 5 осей</b>			
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось А)			—
Диапазон наклона (0 = по вертикали /-90 = по горизонтали)		градусы	—
Быстрый ход и подача		об/мин	—
5X torqueMASTER® — ось В с ЧПУ и редукторным шпинделем			—
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)		градусы	—
Быстрый ход и подача		об/мин	—
<b>Главный привод</b>			
Встраиваемый мотор-шпиндель SK40		об/мин	12000
Встраиваемый мотор-шпиндель HSK-A63		об/мин	—
Встраиваемый мотор-шпиндель HSK-A100		об/мин	—
Мощность (40/100 % цикла нагрузки)		кВ	28 / 19
Момент (40/100% цикла нагрузки)		Нм	121 / 82
<b>Устройство смены инструмента</b>			
Установка инструмента			SK40
Инструментальный магазин		шт	40
<b>Линейные оси (X/Y/Z)</b>			
Скорость быстрого хода/подачи		м/мин	60

Ускорение	м/с <sup>2</sup>	6 / 6 / 5
Сила подачи	кН	10
<b>Характеристики станка</b>		
Необходимая площадь для станка в стандартном исполнении вместе с транспортером стружки без подвода охлаждающей жидкости через внутренний канал	м <sup>2</sup>	17,4
Высота станка (в стандартном исполнении)	мм	2768
Вес станка	кг	10600



Рисунок 13 – поворотный стол рL Lehmann T1 – 520520

Таблица 3 – Характеристики стола рL Lehmann T1 – 520520

Модель	Нагрузка на шпиндель		Зажимной момент		Оправка-инструмент		Отвалы		Минимум надрез		Нагрузка на редуктор		Скорость вращения		Скорость подачи	
	кг	ммес. [кг]	[Нм]	[Нм]	[Нм]	[Нм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[Нм]	мм/с	мм/с	мм/с	мм/с	мм/с
187	200	120	2000	4000	2500	5000	40	0,8	15	25	140	440	12/8	20/15	2	

Для 000 и 015 операций нам нужен ленточнопильный станок , для нарезания заготовок из прутка и разрезания полуфабриката на две части. Выберем автоматический ленточно-отрезной станок FMB ZEUS+CN, который изображен на рисунке 14.



Рисунок 14 – автоматический ленточно-отрезной станок FMB ZEUS+CN

Таблица 4 – Характеристики станка FMB ZEUS+CN

Вес, кг	1100
Габариты, м	2,3x1,8x1,7
Высота рабочего стола, мм	850
Размер пилы, мм	3300x27x0,9
Скорость пилы, м/мин	16÷120
Мощность двигателя пилы, кВт	1,1
Насос СОЖ, кВт	0,09



Опциональные элементы:

- зажим пучка прутков - MV-AV;
- распылитель с одним соплом - NB1 box;
- уст-во настройки тисков автоматических станков - RPM2;
- стружкоэвакуатор – ST;
- лазер для настройки положения заготовки – LX;
- рольганг (2м) – RAR;
- привод дополнительных тисков с шагом до 1000мм - C1000.

### 2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии

Маршрутный технологический процесс представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Маршрутный технологический процесс

Название и номер операции	Оборудование
000 Заготовительная	Ленточно-отрезной станок FMB ZEUS+CN
005 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	Обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC
010 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ DMG MORI DMU 60 P duoBLOCK
015 Ленточно-отрезная	Ленточно-отрезной станок FMB ZEUS+CN
020 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ DMG MORI DMU 60 P duoBLOCK
025 Моечная	
030 Контрольная	

Операция 000 Заготовительная

На этой операции происходит нарезание прутка  $\varnothing 150$  на заготовки длиной 73<sub>-1</sub>. Операционный эскиз 000 операции представлен на рисунке 15.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

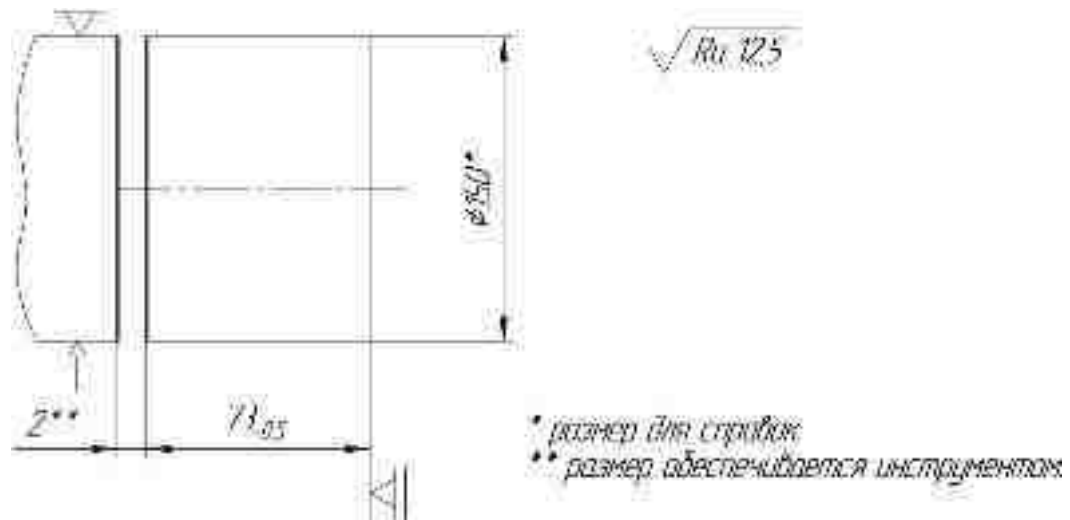


Рисунок 15 – Операционный эскиз 000 операции

Операция 005 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ

Установ 1 – Подрезание торца  $73$ , точение наружное  $\varnothing 146$ , сверление напроход  $\varnothing 20$ , растачивание  $\varnothing 26$ , сверление 8 отв и нарезание в них резьбы М10-7Н, фрезерование пазов  $\varnothing 18,1$ , сверление 4 отв  $\varnothing 4$ . Операционный эскиз 005 операции (установ 1) представлен на рисунке 16.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

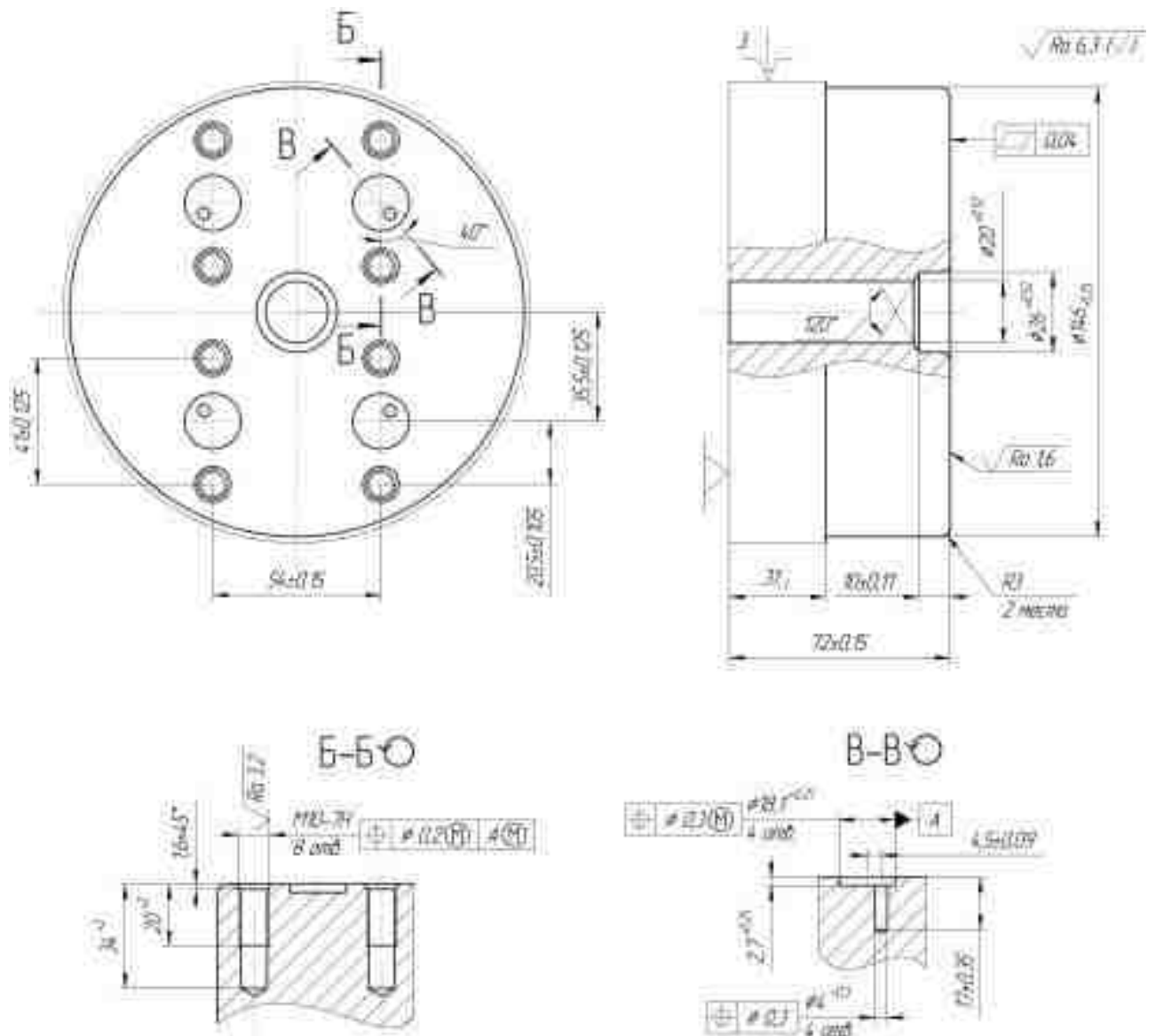


Рисунок 16 – Операционный эскиз 005 операции (установ 1)

Установ 2 – Подрезание торца 71, точение наружное  $\varnothing 146$ , точение канавки  $\varnothing 102$ , растачивание  $\varnothing 26$ , фрезерование 2 лыски 85, сверление 4 отв  $\varnothing 11$ , фрезерование пазов  $\varnothing 18$ - $\varnothing 24$ , фрезерование 2 пазов  $11 \times 41$ , сверление 4 отв  $\varnothing 4,5$ . Операционный эскиз 005 операции (установ 2) представлен на рисунке 17.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

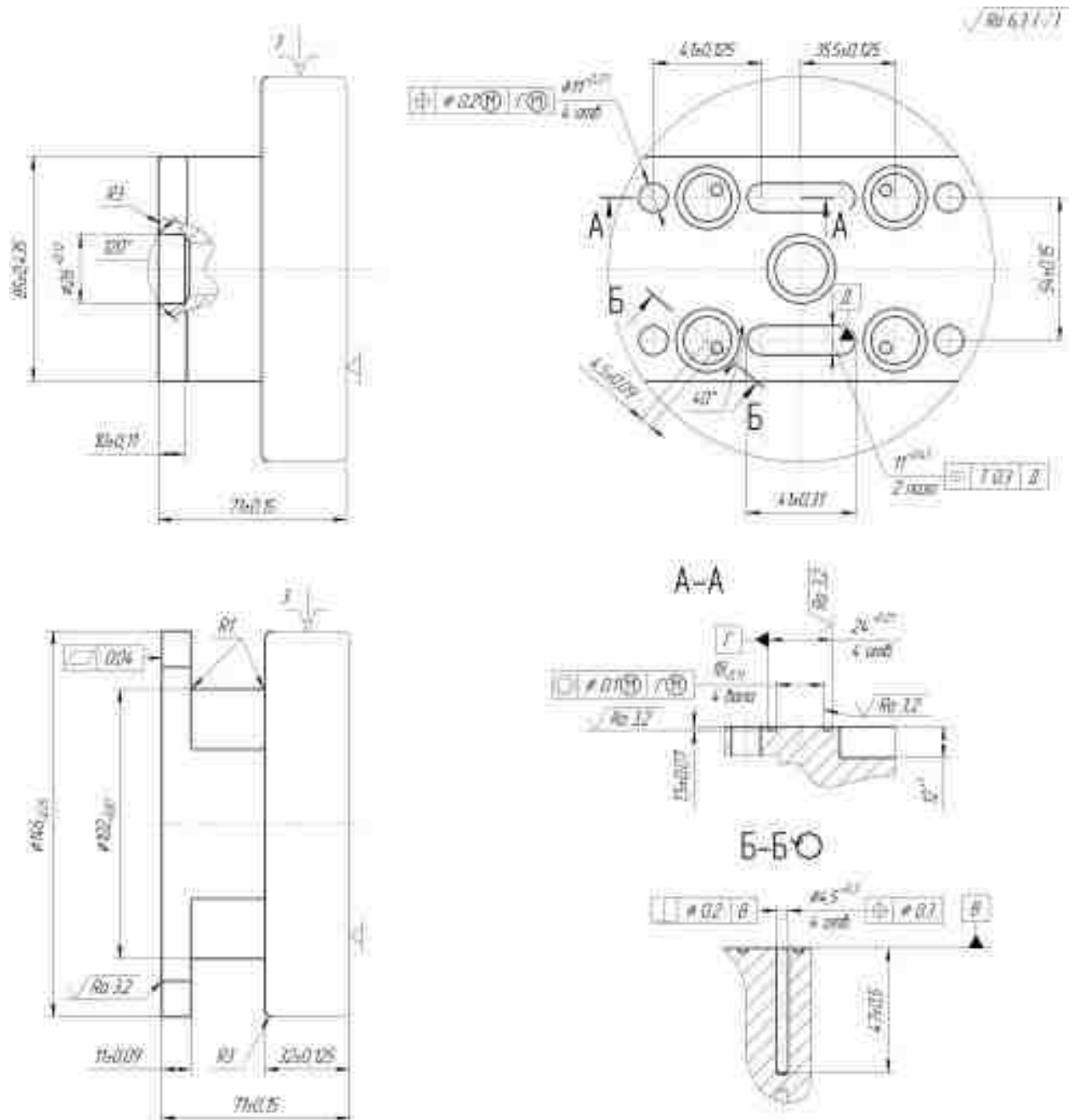


Рисунок 17 – Операционный эскиз 005 операции (установ 2)

### Операция 010 Фрезерная с ЧПУ

На 010 операции происходит сверление отверстий, фрезерование отверстий и канавок, нарезание резьбы в отверстиях (создание полостей внутри заготовки). Операционный эскиз 010 операции представлен на рисунке 18.

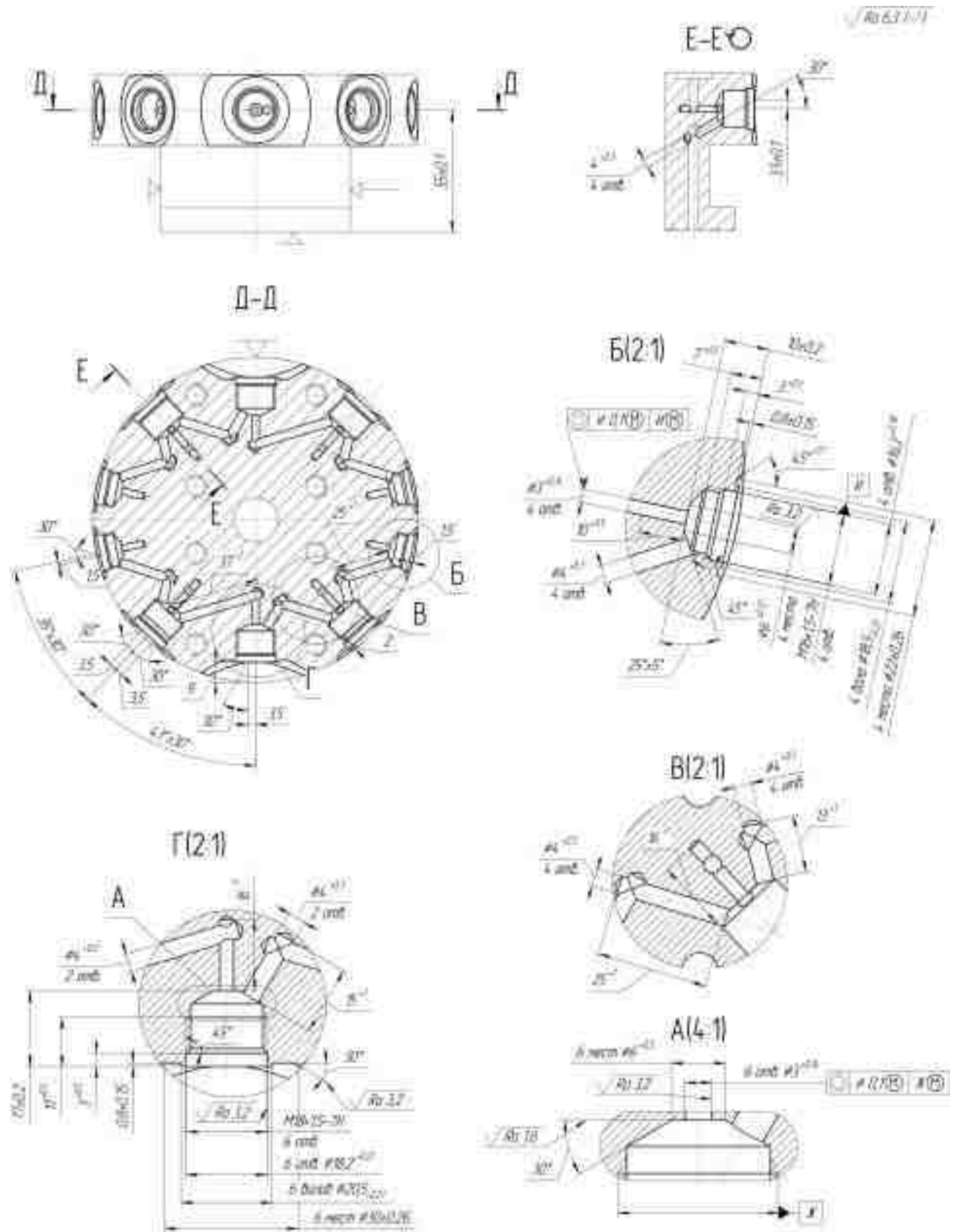


Рисунок 18 – Операционный эскиз 010 операции

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

### Операция 015 Ленточно-отрезная

На этой операции происходит разрезание заготовки на две равные части (размер 73). Операционный эскиз 015 операции представлен на рисунке 19.

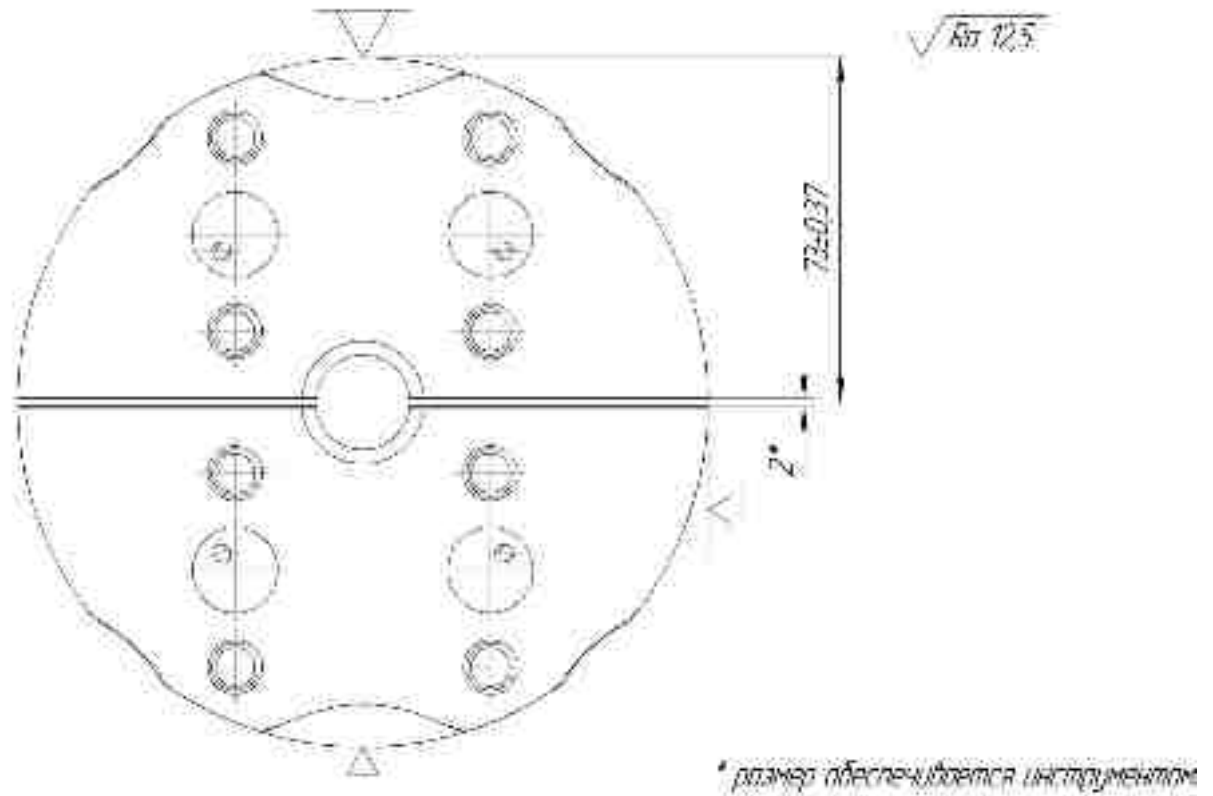


Рисунок 19 – Операционный эскиз 015 операции

### Операция 020 Фрезерная с ЧПУ

На 020 операции происходит фрезерование плоскости (размер 70), фрезерование паза, сверление отверстий и нарезание резьбы в отверстиях. Операционный эскиз 020 операции представлен на рисунке 20.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

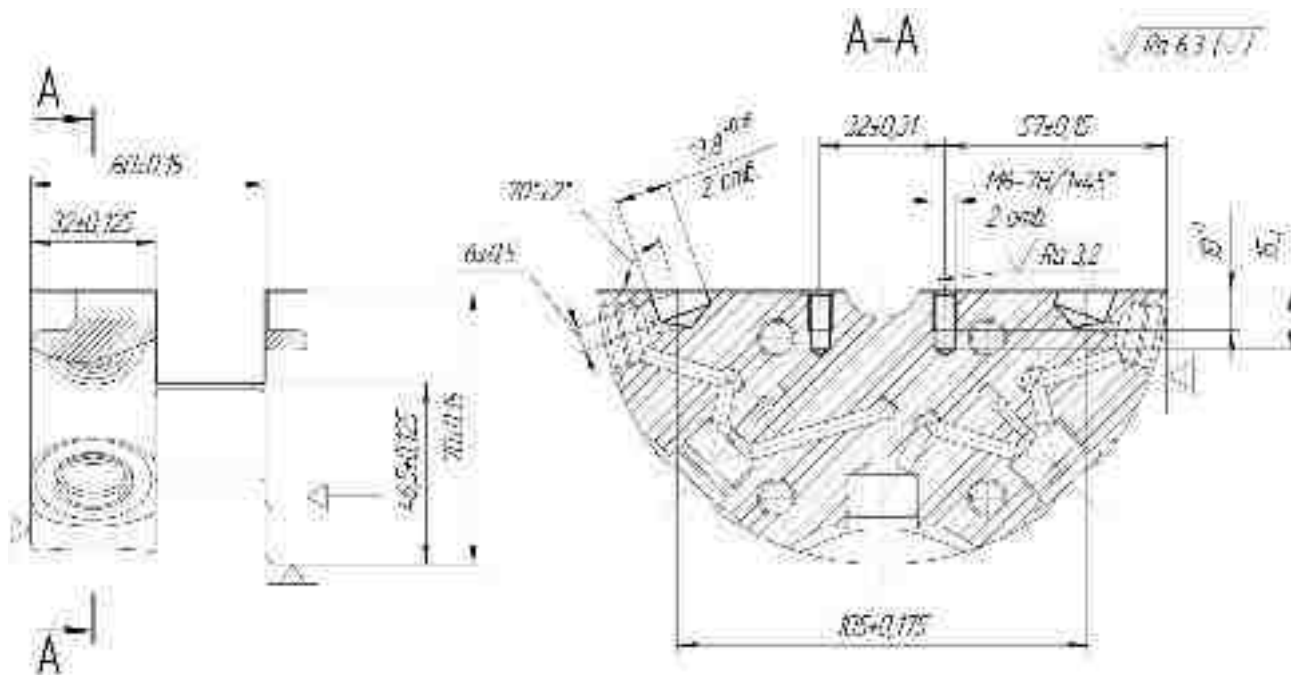


Рисунок 20 – Операционный эскиз 020 операции

2.2.4 Проектирование операций механической обработки в САМ системе ADEM.

С целью получения УП для станков с ЧПУ были спроектированы операции механической обработки в САМ системе ADEM.

На рисунке 21 изображено дерево последовательных операций и переходов обработки детали «Корпус»

На рисунках 22-31 изображены переходы 005 операции с указанием инструмента в конечном положении и вид заготовки после переходов.

На рисунках 32-38 изображены переходы 010 операции с указанием инструмента в конечном положении и вид заготовки после переходов.

На рисунках 39-42 изображены переходы 020 операции с указанием инструмента в конечном положении и вид детали после обработки.

На рисунке 43 изображена часть УП, полученной после проектирования операций механической обработки в системе ADEM.

При наличии нескольких одинаковых конструктивных элементов на переходе или операции, инструмент изображается только для одного элемента.

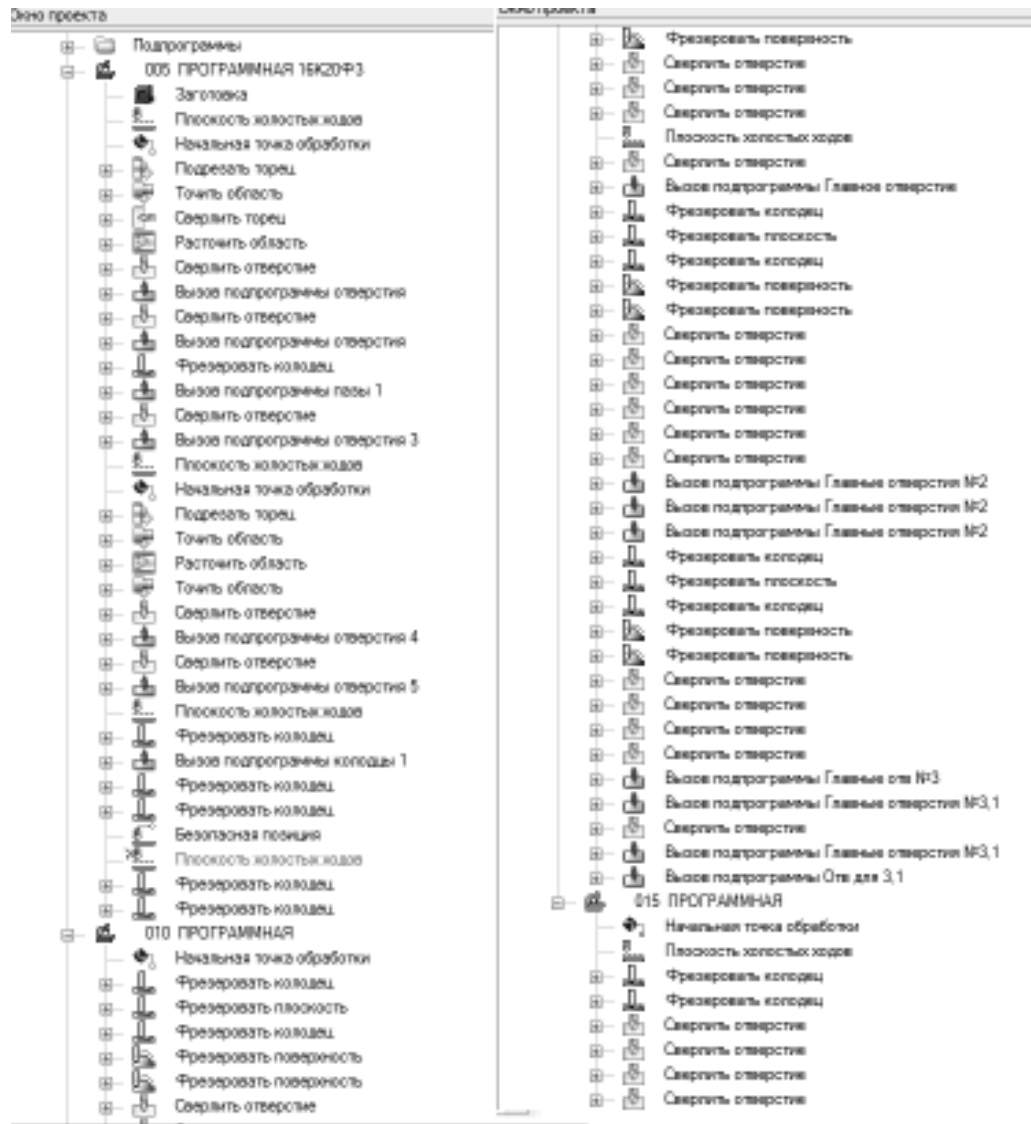


Рисунок 21 – Дерево обработки в ADEM

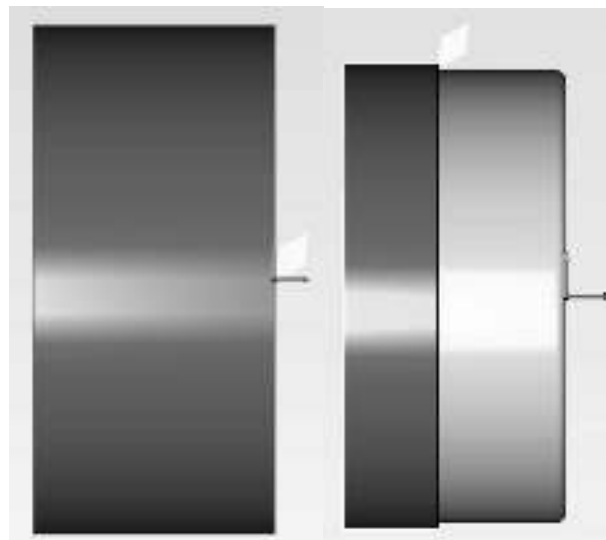


Рисунок 22 – Подрезка торца и наружное точение



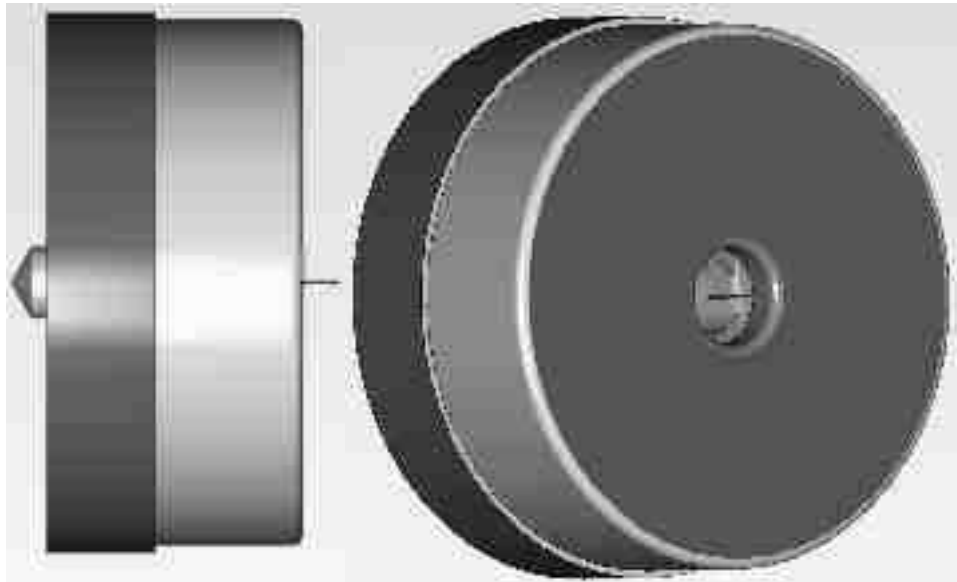


Рисунок 23 – Сверление напроход и растачивание отверстия



Рисунок 24 – Сверление отверстий и создание фасок

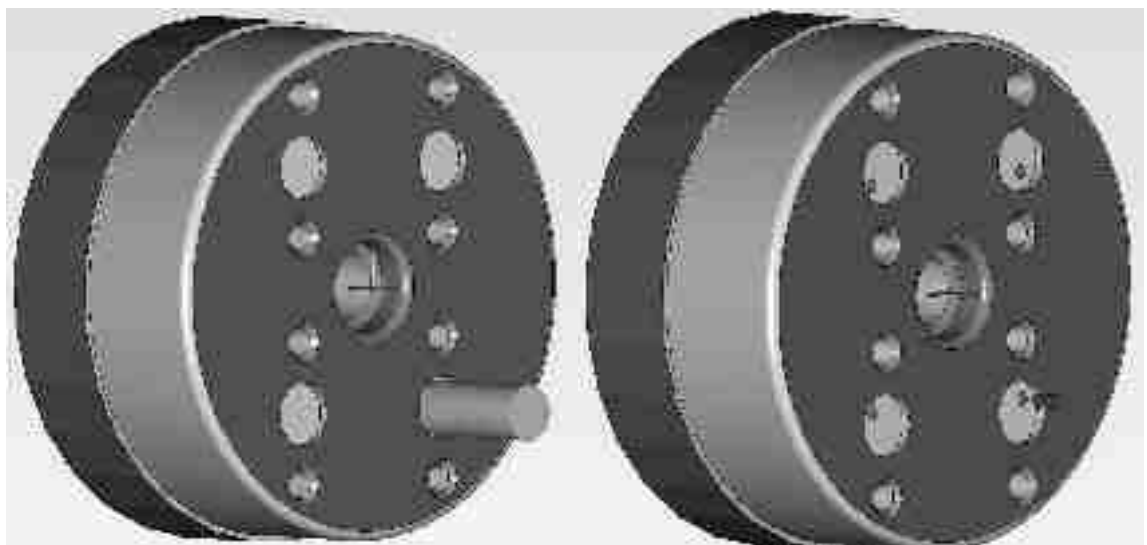


Рисунок 25 – Фрезерования пазов и сверление отверстий

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

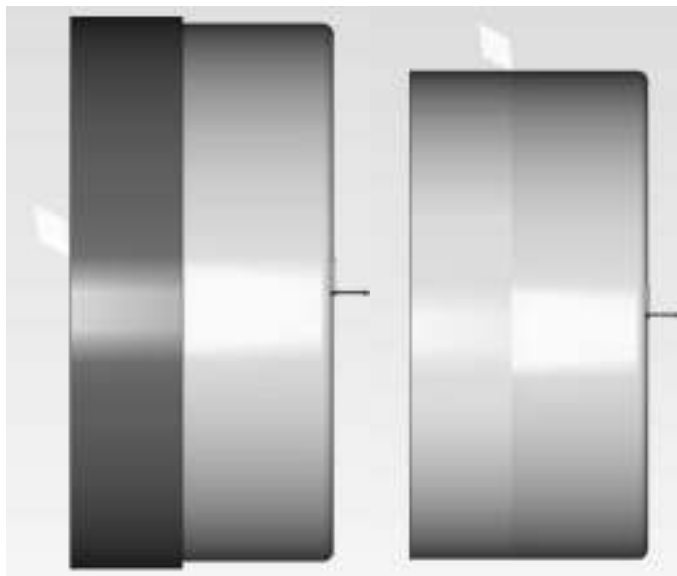


Рисунок 26 – Подрезка торца и наружное точение



Рисунок 27 –Растачивание отверстия

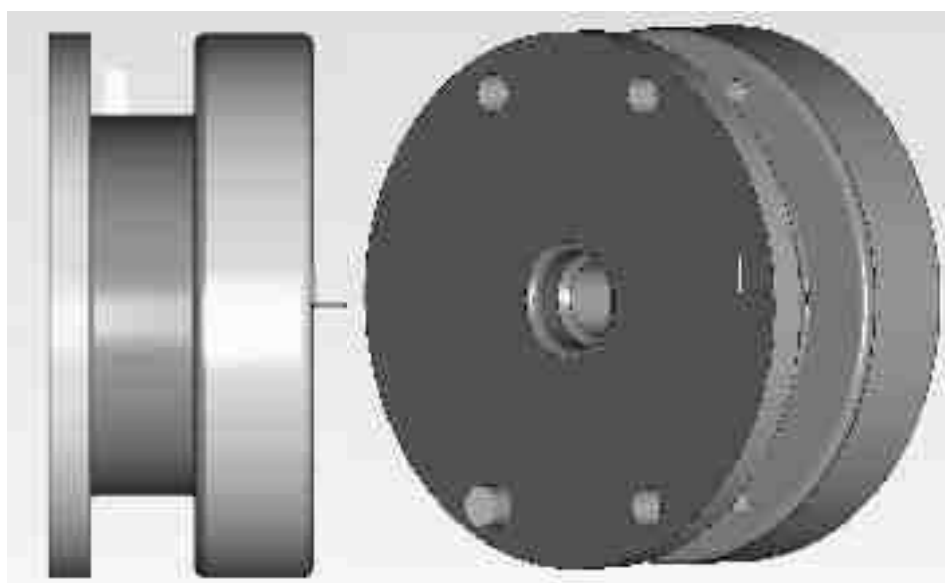


Рисунок 28 – Точение канавки и сверление отверстий на торце

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

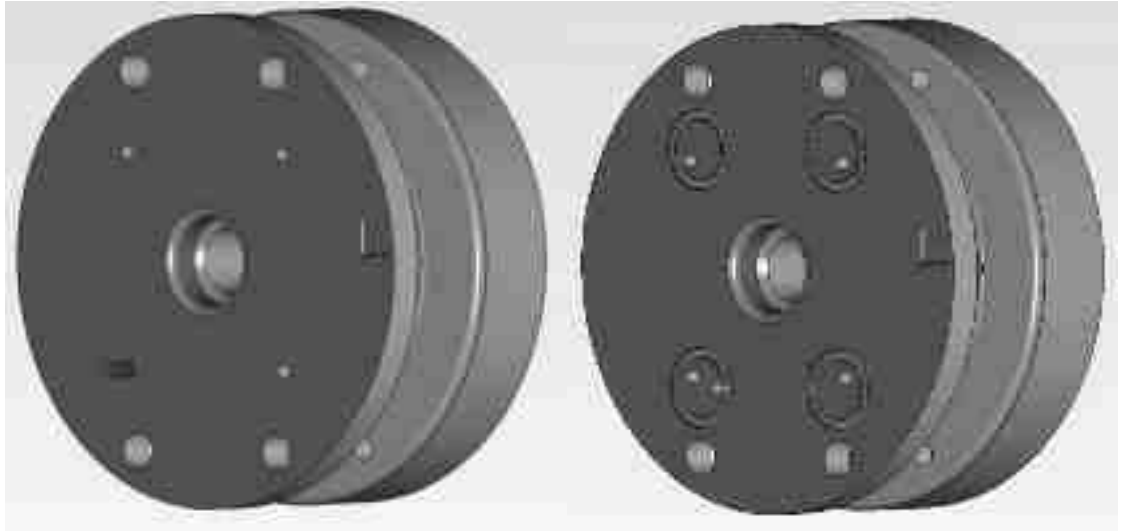


Рисунок 29 – Сверление отверстий и фрезерование колодцев

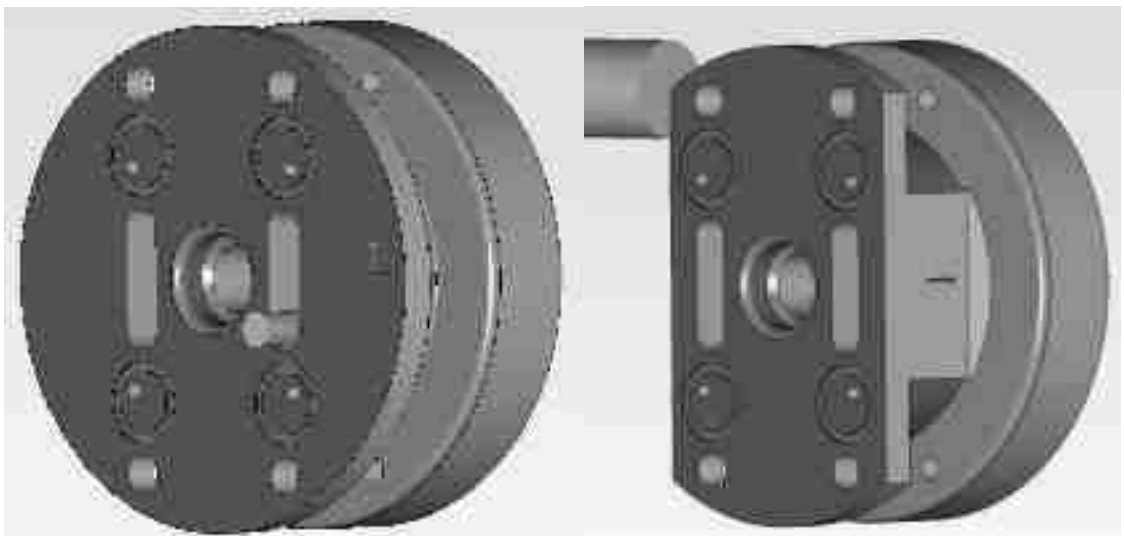


Рисунок 30 – Фрезерование пазов и плоскостей (лысок)

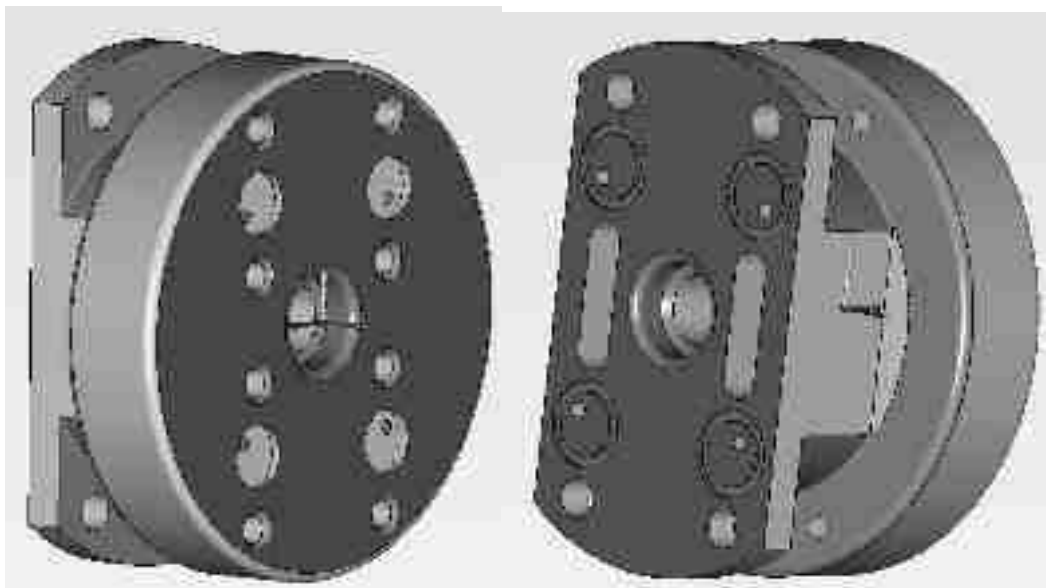


Рисунок 31 – Вид заготовки после 005 операции

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55

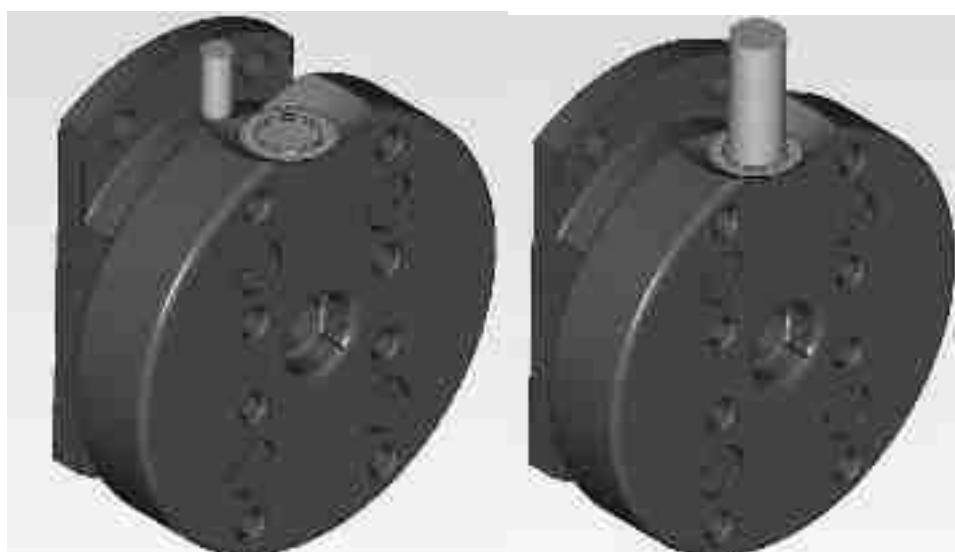
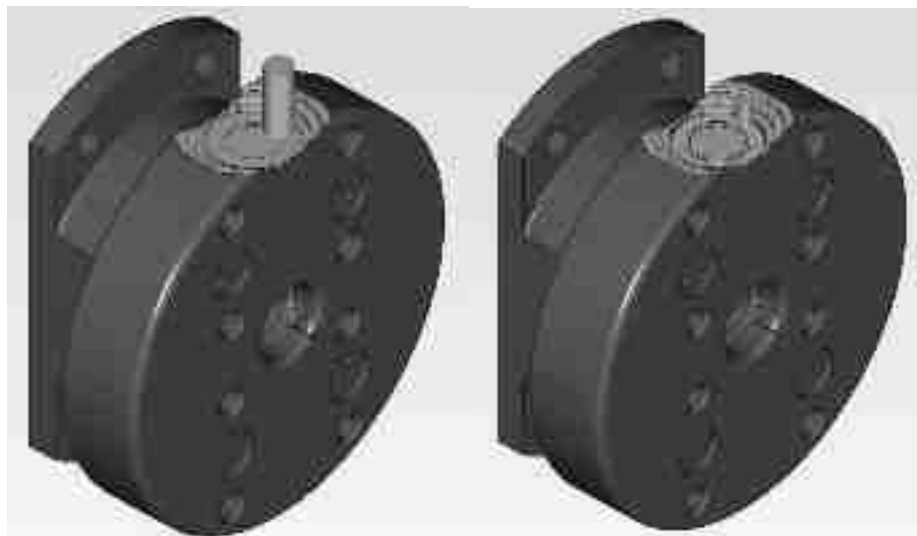


Рисунок 32 – Последовательное фрезерование контуров канавки и сверление отверстия



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР

Лист

56



Рисунок 33 – Заключительное сверление отверстий и окончательный вид канавки и отверстий после переходов



Рисунок 34 – Фрезерование контуров канавки



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 35 – Фрезерование контуров канавки и сверление отверстий



Рисунок 36 – Сверлений угловых отверстий



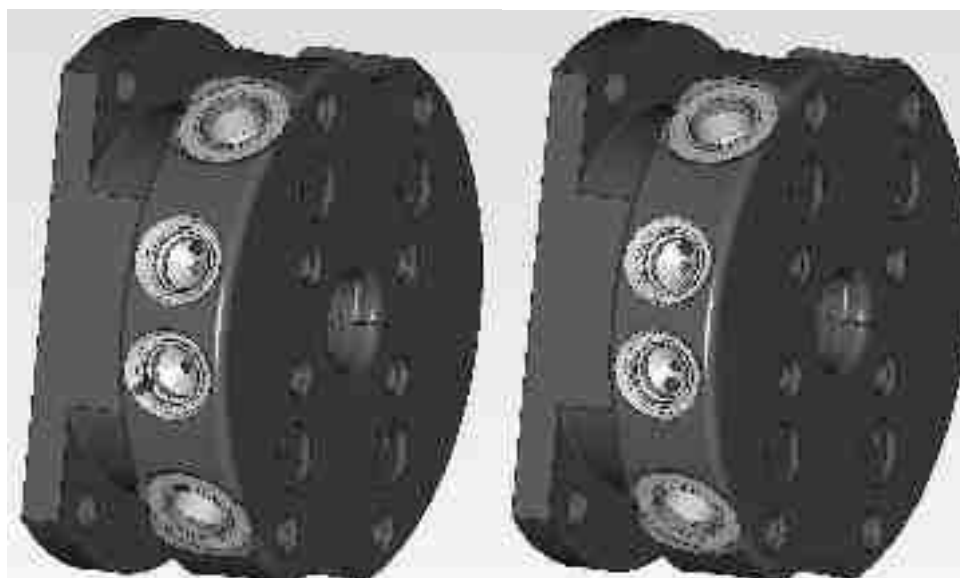
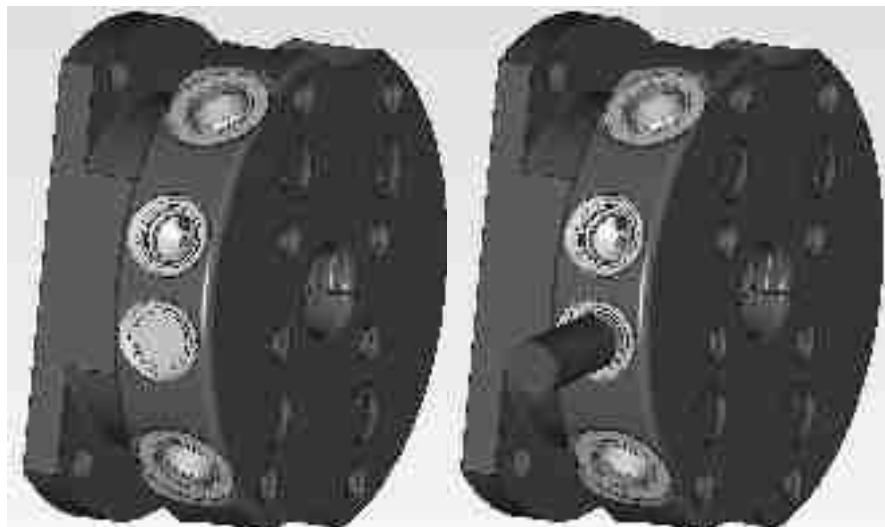


Рисунок 37– Последовательно фрезерование контуров канавки и сверление прямых и углового отверстия



Рисунок 38– Вид заготовки после 010 операции

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		59



Рисунок 39 – Фрезерование плоскости и паза

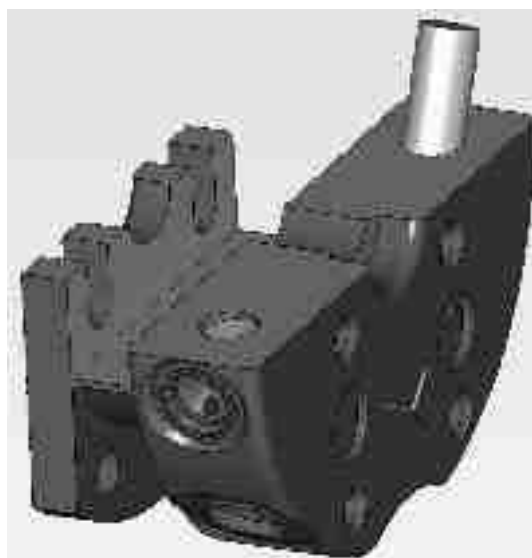


Рисунок 40 – Сверление отверстий

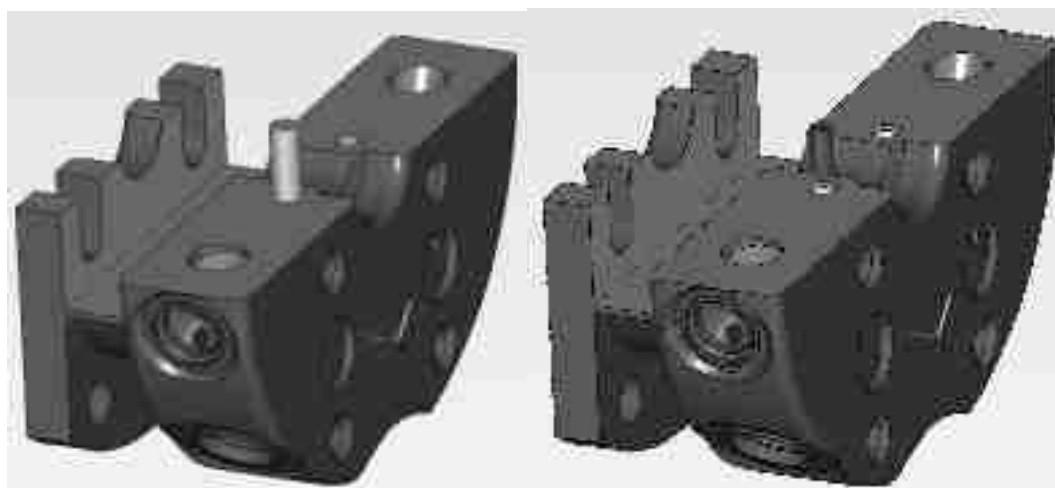


Рисунок 41 – Сверление отверстий и создание фасок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



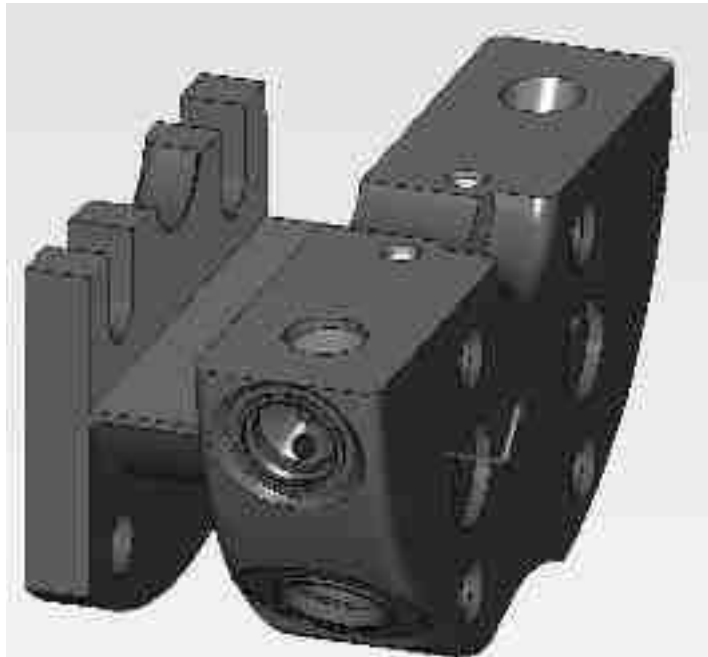


Рисунок 42 – Вид готовой детали после 020 операции

```

01 000 00 000 000 000 000
02 000 000 000 000 000 000
03 000 000 000 000 000 000
04 000 000 000 000 000 000
05 000 000 000 000 000 000
06 000 000 000 000 000 000
07 000 000 000 000 000 000
08 000 000 000 000 000 000
09 000 000 000 000 000 000
10 000 000 000 000 000 000
11 000 000 000 000 000 000
12 000 000 000 000 000 000
13 000 000 000 000 000 000
14 000 000 000 000 000 000
15 000 000 000 000 000 000
16 000 000 000 000 000 000
17 000 000 000 000 000 000
18 000 000 000 000 000 000
19 000 000 000 000 000 000
20 000 000 000 000 000 000
21 000 000 000 000 000 000
22 000 000 000 000 000 000
23 000 000 000 000 000 000
24 000 000 000 000 000 000
25 000 000 000 000 000 000
26 000 000 000 000 000 000
27 000 000 000 000 000 000
28 000 000 000 000 000 000
29 000 000 000 000 000 000
30 000 000 000 000 000 000
31 000 000 000 000 000 000
32 000 000 000 000 000 000
33 000 000 000 000 000 000
34 000 000 000 000 000 000
35 000 000 000 000 000 000
36 000 000 000 000 000 000
37 000 000 000 000 000 000
38 000 000 000 000 000 000
39 000 000 000 000 000 000
40 000 000 000 000 000 000
41 000 000 000 000 000 000
42 000 000 000 000 000 000
43 000 000 000 000 000 000
44 000 000 000 000 000 000
45 000 000 000 000 000 000
46 000 000 000 000 000 000
47 000 000 000 000 000 000
48 000 000 000 000 000 000
49 000 000 000 000 000 000
50 000 000 000 000 000 000
51 000 000 000 000 000 000
52 000 000 000 000 000 000
53 000 000 000 000 000 000
54 000 000 000 000 000 000
55 000 000 000 000 000 000
56 000 000 000 000 000 000
57 000 000 000 000 000 000
58 000 000 000 000 000 000
59 000 000 000 000 000 000
60 000 000 000 000 000 000
61 000 000 000 000 000 000
62 000 000 000 000 000 000
63 000 000 000 000 000 000
64 000 000 000 000 000 000
65 000 000 000 000 000 000
66 000 000 000 000 000 000
67 000 000 000 000 000 000
68 000 000 000 000 000 000
69 000 000 000 000 000 000
70 000 000 000 000 000 000
71 000 000 000 000 000 000
72 000 000 000 000 000 000
73 000 000 000 000 000 000
74 000 000 000 000 000 000
75 000 000 000 000 000 000
76 000 000 000 000 000 000
77 000 000 000 000 000 000
78 000 000 000 000 000 000
79 000 000 000 000 000 000
80 000 000 000 000 000 000
81 000 000 000 000 000 000
82 000 000 000 000 000 000
83 000 000 000 000 000 000
84 000 000 000 000 000 000
85 000 000 000 000 000 000
86 000 000 000 000 000 000
87 000 000 000 000 000 000
88 000 000 000 000 000 000
89 000 000 000 000 000 000
90 000 000 000 000 000 000
91 000 000 000 000 000 000
92 000 000 000 000 000 000
93 000 000 000 000 000 000
94 000 000 000 000 000 000
95 000 000 000 000 000 000
96 000 000 000 000 000 000
97 000 000 000 000 000 000
98 000 000 000 000 000 000
99 000 000 000 000 000 000
100 000 000 000 000 000 000

```

Рисунок 43 – УП механической обработки

Используя данную УП можно произвести механическую обработку детали «Корпус» на станках с ЧПУ.

## 2.2.5 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса

Целью анализа является проверка технологического процесса на выполнение размеров, а также целесообразность применения его в производстве. Размерный анализ приведен на рисунке 44.

В результате расчета размерной цепи линейных размеров проектного варианта технологического процесса изготовления детали «корпус блока клапанного» выяснилось, что замыкающих звеньев нет. Все конструкторские размеры в технологическом процессе выполняются

Оценим возможность появления брака. Для этого построим поля рассеивания конструкторских и технологических размеров. Поля рассеивания представлены на рисунке 45.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

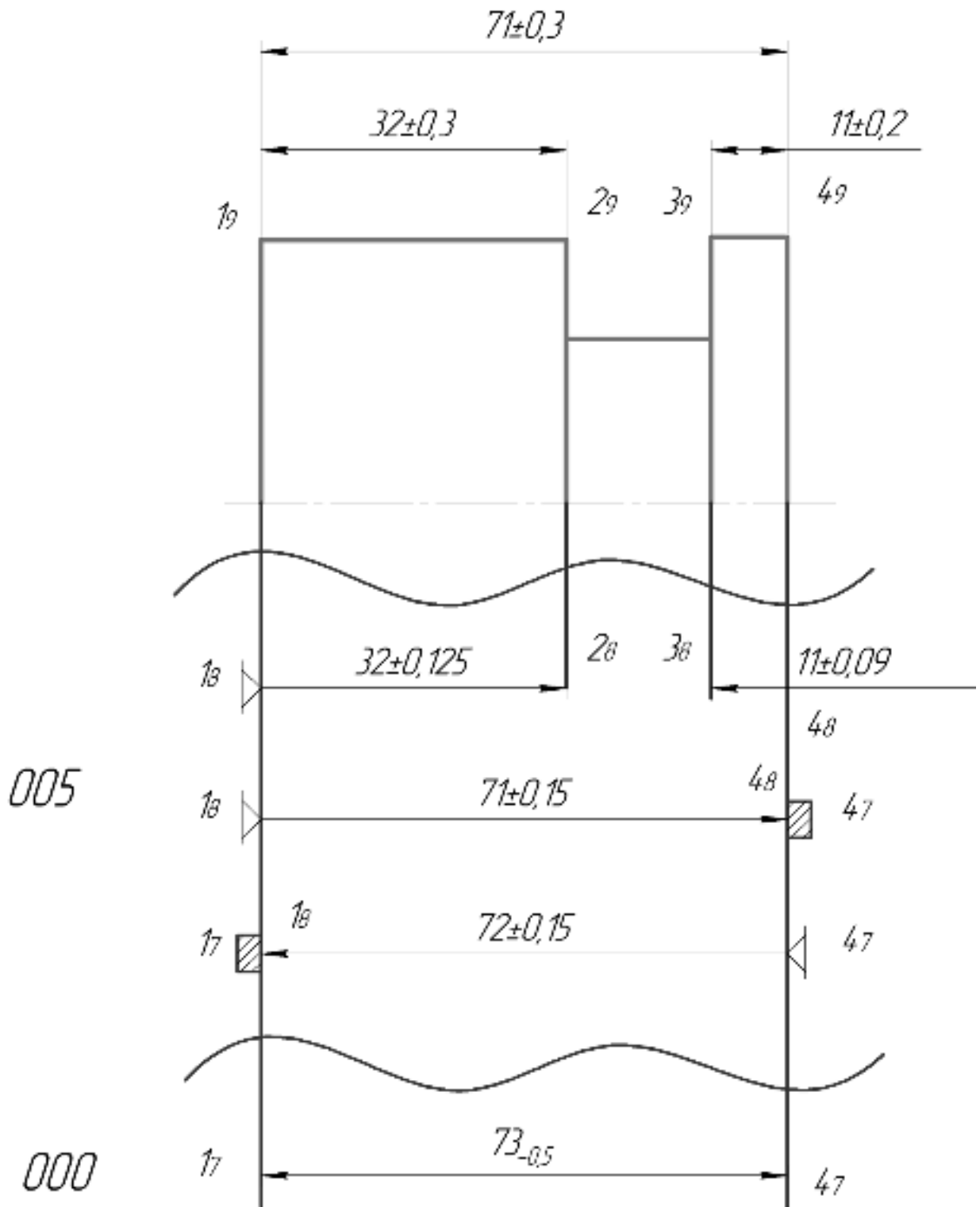


Рисунок 44 – Размерная цепь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР

Лист

63



Рисунок 45 – Поля рассеивания

Из рисунка видно, что в результате обработки будут получаться только годные детали.

Минимальный необходимый припуск для обработки рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\min} = Df + Rz,$$

где  $Df$  – величина дефектного слоя, мм;

$Rz$  – шероховатость с предшествующей операции, мм.

В нашем случае для точения:  $Df = 0,1$  мм;  $Rz = 4 \cdot Ra = 4 \cdot 0,0125 = 0,05$  мм. Тогда:

$$\Delta_{\min} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ мм.}$$

2.2.6 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса

Расчет режимов резания и норм штучного времени для операции 005 установ 1, точение наружное  $\varnothing 146$ .

*Исходные данные:*

Материал – 12Х18Н10Т

Точность обработки поверхности: IT 12

Шероховатость обработки поверхностей: Ra 3,2

*Заготовка:*

Метод получения заготовки – прокат IT 14

Состояние поверхности – без корки

Припуск на обработку поверхностей – 2 мм

*Выбор стадии обработки*

По карте 1 справочника машиностроительных нормативов определяют стадии обработки. Обработку будем вести в одну стадию: получистовую.

*Выбор глубины резания*

По карте 2 определяют минимально необходимую глубину резания для получистовой стадии обработки.

При получистовой стадии обработки: для поверхности, диаметр которой равен 150 мм, рекомендуется минимальная глубина резания  $t = 0,9$  мм.

Исходя из этого, назначим припуск на обработку 2 мм.

*Выбор инструмента*

По приложению 1, 5 и исходя из условий обработки материала, принимают трехгранную форму пластины из твердого сплава ВК6М.

По приложению 7 и ,исходя из условий обработки, выбирают углы в плане:

$$\varphi = 45^\circ \quad \varphi_1 = 15^\circ$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По приложению 8 определяют остальные геометрические параметры режущей части при получистовой обработке:

задний угол  $\alpha = 8^\circ$ ;

передний угол  $\gamma = 15^\circ$ ;

форма передней поверхности – плоская без фаски;

ширина фаски вдоль главного режущего лезвия  $f = 0,2$  мм;

радиус скругления  $\rho = 0,25$  мм;

радиус вершины резца  $r_b = 0,8$  мм.

Нормативный период стойкости находим по приложению 13.  $T = 30$  минут.

#### *Выбор подачи*

Рекомендуемые значения подач получистовой стадии обработки выбирают по карте 4:  $S_{0t} = 0,14$  мм/об. Поправочный коэффициент на подачу в зависимости от инструментального материала  $K_{SI} = 1$ .

По карте 5 определяют поправочные коэффициенты на подачу для получистовой стадии обработки для измененных условий обработки в зависимости от:

- сечения державки резца  $K_{SD} = 1$ ;
- прочности режущей части  $K_{Sh} = 1,00$ ;
- механических свойств обрабатываемого материала  $K_{SM} = 1,05$ ;
- схемы установки заготовки  $K_{SY} = 1,2$ ;
- состояния поверхности заготовки  $K_{SP} = 1$ ;
- геометрических параметров резца  $K_{S\phi} = 1$ ;
- жесткости станка  $K_{Sj} = 1$ .

Окончательно подачу определяют по формуле:

$$S_o = S_{0T} \cdot K_{SI} \cdot K_{SD} \cdot K_{Sh} \cdot K_{SM} \cdot K_{SY} \cdot K_{SP} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{Sj}$$

$$S_o = 0,14 * 1,26 = 0,18 \text{ мм/об}$$

Рассчитанные подачи проверяют по осевой и радиальной составляющим силы резания, допустимым прочностью механизма подач станка.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По карте 32 определяют табличные значения составляющих сил резания:

$$P_{xT} = 530 \text{ Н}$$

$$P_{yT} = 160 \text{ Н}$$

По карте 33 определяют поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала  $K_{p_{Mx}} = K_{p_{My}} = 0,95$ ;
- главного угла в плане  $K_{p_{\phi x}} = 0,70$   $K_{p_{\phi y}} = 2,0$ ;
- главного переднего угла  $K_{p_{\gamma x}} = K_{p_{\gamma y}} = 0,90$ ;
- угла наклона режущей кромки  $K_{p_{\lambda x}} = K_{p_{\lambda y}} = 1,00$ .

Окончательно составляющие силы резания определяют по формулам

$$P_x = P_{xT} K_{p_{Mx}} K_{p_{\phi x}} K_{p_{\gamma x}} K_{p_{\lambda x}} = 530 * 0,6 = 318 \text{ Н}$$

$$P_y = P_{yT} K_{p_{My}} K_{p_{\phi y}} K_{p_{\gamma y}} K_{p_{\lambda y}} = 160 * 1,7 = 272 \text{ Н}$$

#### *Выбор скорости резания*

Рекомендуемые значения скорости резания для получистовой стадии обработки выбирают по карте 21.

$$V = 174 \text{ м/мин}$$

Поправочный коэффициент для получистовой стадии обработки в зависимости от инструментального материала  $K_{v_{И}} = 1$ .

По карте 23 выбирают остальные поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий в зависимости от:

Группы обрабатываемого материала –  $K_{v_c} = 0,5$

Вида обработки –  $K_{v_o} = 1$

Жесткости станка –  $K_{v_j} = 1$

Механических свойств обрабатываемого материала –  $K_{v_M} = 1,1$

Геометрических параметров резца –  $K_{v_\phi} = 1$

Периода стойкости режущей части –  $K_{v_T} = 1$

Наличия охлаждения –  $K_{v_{ж}} = 1,00$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_v = K_{v_H} \cdot K_{v_C} \cdot K_{v_O} \cdot K_{v_j} \cdot K_{v_M} \cdot K_{v_\phi} \cdot K_{v_T} \cdot K_{v_{\text{ж}}}$$

$$K_v = 0,55$$

Окончательно скорость резания определяют по формуле

$$V = v_T K_v$$

$$V = 174 \cdot 0,55 = 96 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя

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

$$n = \frac{1000 \cdot 96}{3,14 \cdot 150} = 204 \text{ мин}^{-1}$$

Максимально допустимую подачу по параметру шероховатости получим:

$$S_0 = 0,22 \text{ мм/об}$$

Подачи для обработки, рассчитанные выше, не превышают этого значения.

*Определение минутной подачи*

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = S_0 \cdot n \text{ мм/мин,}$$

$$S_M = 0,18 \cdot 204 = 37 \text{ мм/мин.}$$

*Основное время автоматической работы станка  $T_0$  определяют по формуле:*

$$T_0 = \frac{l_0 + l_1 + l_2}{S_M} \text{ мин,}$$

где  $l_0$  – длина обрабатываемой поверхности ( $l_0 = 212$  мм по чертежу);

$(l_1 + l_2)$  – длина врезания и перебега ( $l_2 + l_3 = 4$  мм);

$S_M$  – минутная подача ( $S_M = 37$  мм/мин), тогда:

$$T_0 = \frac{75}{37} = 2 \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания и норм штучного времени для операции 005 установ 2, фрезерование двух лысок 85.

*Исходные данные:*

Материал – 12X18H10T

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Точность обработки поверхности: IT 14

Шероховатость обработки поверхностей: Ra 6,3

*Заготовка:*

Метод получения заготовки – прокат IT 14

Состояние поверхности – без корки

Припуск на обработку поверхностей – 30,5 мм

*Выбор глубины резания*

По карте [55/2] выбирается глубина резания:  $t=2,3$  мм.

*Выбор инструмента*

По приложению 3 выбирается материал режущей части фрезы: T15K6 (твердый сплав).

По приложению 10 выбирается диаметр фрезы:  $D = 63$  мм.

По приложению 11 выбираются число зубьев фрезы и величина главного угла в плане:  $z = 6$ ,  $\varphi = 67^\circ$ .

*Выбор подачи*

По карте [56/1] выбирается подача на зуб:  $S_{zT} = 0,16$  мм/зуб.

По карте [58] выбираются поправочные коэффициенты для подачи на зуб в зависимости от:

- твёрдости обрабатываемого материала  $K_{SM} = 1,1$ ;
- материала режущей части фрезы  $K_{SI} = 1$ ;
- главного угла в плане  $K_{S\varphi} = 1$ ;
- способа крепления пластины и наличия покрытия  $K_{Sp} = 1$ ;
- схемы установки фрезы  $K_{SC} = 1$ ;
- отношения фактической ширины фрезерования к нормативной  $K_{SB} = 1$ ;
- группы обрабатываемого материала  $K_{So} = 0,95$  (карта 66).

С учётом поправочных коэффициентов подача определяется по формуле:

$$S_z = S_{zT} * K_{SM} * K_{SI} * K_{S\varphi} * K_{Sp} * K_{SC} * K_{SB} * K_{So},$$

$$S_z = 0,16 * 1,045 = 0,17 \text{ мм/зуб.}$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По карте [61] производится проверка выбранной подачи по обеспечению требуемой шероховатости:  $S_{zT} = 0,4$  мм/об. С учётом поправочных коэффициентов в зависимости от твёрдости обрабатываемого материала ( $K_{SM} = 1,1$ ) подача по шероховатости равна:

$$S_z = S_{zT} * K_{SM},$$

$$S_z = 0,4 * 1,1 = 0,44 \text{ мм/зуб.}$$

#### *Выбор скорости и мощности резания*

По карте [65/3] выбираются скорость и мощность резания:  $V_T = 248$  м/мин,  $N_T = 15,4$  кВт.

Поправочные коэффициенты (по карте [65]) для выбранной скорости резания в зависимости от:

- твёрдости обрабатываемого материала:  $K_{VM} = 1,1$ ;
- материала режущей части фрезы:  $K_{VI} = 1$ ;
- состояния поверхности:  $K_{VII} = 1$ ;
- главного угла в плане:  $K_{V\phi} = 1$ ;
- отношения ширины фрезерования к диаметру фрезы:  $K_{VB} = 1$ ;
- периода стойкости режущей части фрезы ( $T = 60$  мин):  $K_{VT} = 1$ ;
- способа крепления пластины:  $K_{VP} = 1$ ;
- наличия охлаждения:  $K_{Vж} = 1$ ;
- группы обрабатываемого материала:  $K_{Vo} = 0,85$  (карта 66);

$$V_T = V_T * K_{VM} * K_{VI} * K_{VII} * K_{V\phi} * K_{VB} * K_{VT} * K_{VP} * K_{Vж}, \text{ тогда}$$

$$V_T = 248 * 0,935 = 230 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 * V_T}{\pi * D} \text{ об/мин.}$$

$$n = \frac{1000 * 230}{3,14 * 63} = 1163 \text{ об/мин.}$$

#### *Определение минутной подачи*

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = S_z * z * n \text{ мм/мин,}$$

$$S_M = 0,17 * 6 * 1163 = 1186 \text{ мм/мин.}$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$T_o = 2 * 13 * \frac{l_o}{S_M} \text{ мин.},$$

где  $l_o$  – длина обрабатываемой поверхности ( $l_o = 120$  мм по чертежу);

2 – количество лысок;

13 – количество проходов фрезы;

$S_M$  – минутная подача ( $S_M = 1186$  мм/мин), тогда:

$$T_o = 2 * 13 * \frac{120}{1186} = 2,65 \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания и норм штучного времени для операции 005 установ 1, сверление отверстия напроход  $\varnothing 20$ .

*Исходные данные:*

Материал – 12Х18Н10Т

Точность обработки поверхности: IT 14

Шероховатость обработки поверхностей: Ra 6,3

*Заготовка:*

Метод получения заготовки – прокат IT 14

Состояние поверхности – без корки

Припуск на обработку поверхностей – 71 мм

*Выбор глубины резания*

Глубина резания для сверления принимается равной припуску на обработку:  $t = 71$  мм.

*Расчет диаметра обрабатываемого отверстия по переходам маршрута и выбор инструмента.*

Выбор подачи, скорости, мощности и осевой силы резания осуществляется по картам 46...51 для ближайшего большего табличного значения диаметра инструмента.

Сверление при диаметре  $D = 20$  мм, отношение длины рабочей части сверла к диаметру  $l/D = 3,55$  ближайшие большие табличные значения  $D_T = 20$  мм.  $(l/D) = 8$ . Для этих значений по карте 46, лист 1 определяют:

$$S_{от} = 0.3 \text{ мм/об};$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$v_T = 20 \text{ м/мин};$$

$$P_T = 6218 \text{ Н};$$

$$N_T = 1,45 \text{ кВт.}$$

Величина частоты вращения шпинделя  $n_T$  для табличных значений скорости резания  $v_T$  определяют по формуле:

$$n_T = \frac{1000 \cdot v_T}{\pi \cdot D_T},$$

Табличные значения режимов резания корректируются в зависимости от измененных условий работы по формулам корректировки, приведённым в карте 52. Значения поправочных коэффициентов выбирают из карты 53.

Подачу корректируют по формуле  $S_0 = S_{OT} * K_{Sm}$  ( карта 52)

$$K_{Sm} = 0,88$$

С учетом коэффициента  $S_0 = 0,3 \cdot 0,88 = 0,265 \text{ мм/об.}$

Скорость корректируют по формуле:

$$v = v_T \cdot K_{vM} \cdot K_{v3} \cdot K_{vЖ} \cdot K_{vT} \cdot K_{vW} \cdot K_{vИ} \cdot K_{vI}$$

По карте 53 выбирают коэффициенты:

$$K_{vM} = 0,88$$

$K_{v3} = 1,00$  (для нормальной формы заточки инструмента);

$K_{vЖ} = 1,00$  ( обработка с охлаждением);

$K_{vT} = 1,00$  ( $T_{\phi}/T_H = 1,0$ );

$K_{vW} = 1$ ;

$K_{vИ} = 1$  (материал инструмента – P6M5);

$K_{vI} = 1,0$  ( по ГОСТ 10902 – 77 );

$$V = 20 * 0,88 = 17,6 \text{ м/мин.}$$

Скорректированную частоту вращения шпинделя рассчитывают по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 17,6}{3,14 \cdot 20} = 280 \text{ об/мин.}$$

*Определение минутной подачи*

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = S_0 * n \text{ мм/мин,}$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S_M = 0,265 * 280 = 74,2 \text{ мм/мин.}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$T_o = \frac{l_o}{S_M} \text{ мин,}$$

где  $l_o$  – длина обрабатываемой поверхности ( $l_o = 120$  мм по чертежу);

$S_M$  – минутная подача ( $S_M = 280$  мм/мин), тогда:

$$T_o = \frac{71}{74,2} = 0,96 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом рассчитываются все остальные режимы и основные времена (на все операции механической обработки).

*Операция 000:*

Нарезание прутка на заготовки:  $l=150$  мм,  $S_M=25$  мм/мин,  $T_o=6$  мин.

*Операция 005:*

Установ 1:

Подрезание торца:  $t=1$ мм,  $S_o=0,096$  мм/об,  $V=204$  м/мин,  $n=433$  об/мин,  $S_M=39$  мм/мин,  $T_o=2$  мин.

Точение наружное:  $T_o=1,5$  мин.

Сверление напроход  $\varnothing 20$ :  $T_o=1$  мин.

Растачивание  $\varnothing 26$ :  $t_{ч}=2$ мм,  $t_{пч}=1$ мм,  $S_{оч}=0,4$  мм/об,  $S_{опч}=0,18$  мм/об,  $V_{ч}=73$  м/мин,  $V_{пч}=87$  м/мин,  $n_{ч}=1162$  об/мин,  $n_{пч}=1154$  об/мин,  $S_{Mч}=465$  мм/мин,  $S_{Mч}=208$  мм/мин,  $T_o=0,17$  мин.

Сверление 8 отв под резьбу M10:  $t=34$  мм,  $S_o=0,16$  мм/об,  $V=22$  м/мин,  $n=778$  об/мин,  $S_M=125$  мм/мин,  $T_o=2,2$  мин.

Нарезание резьбы M10 8 отв:  $S_o=1,5$  мм/об,  $V=9$  м/мин,  $n=286$  об/мин,  $S_M=429$  мм/мин,  $T_o=0,4$  мин.

Фрезерование 4 пазов  $\varnothing 18,1$ :  $t=2,7$  мм,  $S_o=0,06$  мм/зуб,  $V=51,5$  м/мин,  $n=820$  об/мин,  $S_M=147,6$  мм/мин,  $T_o=0,07$  мин.

Сверление 4 отв  $\varnothing 4$ :  $t=17$  мм,  $S_o=0,06$  мм/об,  $V=25,5$  м/мин,  $n=2030$  об/мин,  $S_M=121,8$  мм/мин,  $T_o=0,56$  мин.

Общее основное время на установ 1:  $T_o= 7,9$  мин.

Установ 2:

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Подрезание торца:  $t=1$  мм,  $S_o=0,096$  мм/об,  $V=204$  м/мин,  $n=433$  об/мин,  $S_m=39$  мм/мин,  $T_o=2$  мин.

Точение наружное:  $T_o=0,5$  мин.

Точение канавки  $\varnothing 102$ :  $t=10$  мм,  $S_o=0,16$  мм/об,  $V=75$  м/мин,  $n=164$  об/мин,  $S_m=26$  мм/мин,  $T_o=1$  мин.

Растачивание  $\varnothing 26$ :  $t_{ч}=2$  мм,  $t_{пч}=1$  мм,  $S_{оч}=0,4$  мм/об,  $S_{опч}=0,18$  мм/об,  $V_{ч}=73$  м/мин,  $V_{пч}=87$  м/мин,  $n_{ч}=1162$  об/мин,  $n_{пч}=1154$  об/мин,  $S_{мч}=465$  мм/мин,  $S_{мпч}=208$  мм/мин,  $T_o=0,17$  мин.

Фрезерование 2 лыски:  $T_o=2,65$  мин.

Фрезерование пазов  $\varnothing 18$ - $\varnothing 24$ :  $t=1,5$  мм,  $S_o=0,06$  мм/зуб,  $V=51,5$  м/мин,  $n=820$  об/мин,  $S_m=147,6$  мм/мин,  $T_o=0,07$  мин.

Фрезерование 2 пазов  $11 \times 41$ :  $t=11$  мм,  $S_o=0,016$  мм/зуб,  $V=61$  м/мин,  $n=1620$  об/мин,  $S_m=78$  мм/мин,  $T_o=3,15$  мин.

Сверление 4 отв  $\varnothing 4,5$ :  $t=47$  мм,  $S_o=0,06$  мм/об,  $V=26,6$  м/мин,  $n=1882$  об/мин,  $S_m=113$  мм/мин,  $T_o=1,66$  мин.

Сверление 4 отв  $\varnothing 11$ :  $t=11$  мм,  $S_o=0,26$  мм/об,  $V=19$  м/мин,  $n=550$  об/мин,  $S_m=143$  мм/мин,  $T_o=0,3$  мин.

Общее основное время на установ 2:  $T_o=11,5$  мин.

*Операция 010:*

Сверление 10 отв  $\varnothing 18$ :  $t=15$  мм,  $S_o=0,35$  мм/об,  $V=16,2$  м/мин,  $n=286$  об/мин,  $S_m=100$  мм/мин,  $T_o=1,5$  мин.

Сверление 20 отв  $\varnothing 3$ :  $t=16$  мм,  $S_o=0,06$  мм/об,  $V=25,5$  м/мин,  $n=2707$  об/мин,  $S_m=162$  мм/мин,  $T_o=2$  мин.

Сверление 8 отв  $\varnothing 4$ :  $t=25$  мм,  $S_o=0,06$  мм/об,  $V=25,5$  м/мин,  $n=2030$  об/мин,  $S_m=121,8$  мм/мин,  $T_o=1,66$  мин.

Нарезание резьбы  $M18 \times 1,5$  6 отв:  $S_o=1,5$  мм/об,  $V=14,8$  м/мин,  $n=300$  об/мин,  $S_m=450$  мм/мин,  $T_o=0,17$  мин.

Нарезание резьбы  $M16 \times 1,5$  6 отв:  $S_o=1,5$  мм/об,  $V=12,3$  м/мин,  $n=330$  об/мин,  $S_m=495$  мм/мин,  $T_o=0,07$  мин.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Цекование  $\varnothing 30$  2отв:  $t=9$  мм,  $S_o=0,18$ мм/об,  $V=8$  м/мин,  $n=850$ об/мин,  $S_m=15,3$  мм/мин,  $T_o=1,2$  мин.

Фрезерование 12 отв: :  $l=78,5$  мм,  $S_o=0,024$  мм/зуб,  $V=43,5$  м/мин,  $n=1730$  об/мин,  $S_m=124,5$  мм/мин,  $T_o=7,6$  мин.

Общее основное время на 010 операцию:  $T_o= 14,2$  мин.

*Операция 015:*

Разрезание на две части:  $l=71$  мм,  $S_m=20$  мм/мин,  $T_o=3,55$  мин.

*Операция 020:*

Фрезерование плоскости:  $t=2,1$  мм,  $S_o=0,167$  мм/зуб,  $V=231$  м/мин,  $n=590$  об/мин,  $S_m=788$  мм/мин,  $T_o=0,4$  мин.

Фрезерование паза:  $t=4$  мм,  $S_o=0,048$  мм/зуб,  $V=56,35$  м/мин,  $n=640$  об/мин,  $S_m=122,88$  мм/мин,  $T_o=2,8$  мин.

Сверление 2 отв  $\varnothing 13,8$ :  $t=6$  мм,  $S_o=0,34$  мм/об,  $V=17$  м/мин,  $n=392$  об/мин,  $S_m=133$  мм/мин,  $T_o=0,1$  мин.

Сверление 2 отв  $\varnothing 5$ :  $t=15$  мм,  $S_o=0,13$  мм/об,  $V=23,3$  м/мин,  $n=1484$  об/мин,  $S_m=192$  мм/мин,  $T_o=0,15$  мин.

Нарезание резьбы М6 2 отв:  $S_o=1$  мм/об,  $V=7,7$  м/мин,  $n=410$  об/мин,  $S_m=410$  мм/мин,  $T_o=0,05$  мин.

Общее основное время на 020 операцию:  $T_o= 3,5$  мин.

*Определение штучного времени*

Так как проектирование технологического процесса исходит из условия автоматизации обработки детали в серийном производстве, исключается из расчета время на личные надобности. При укрупненном расчете формула расчета штучного времени выглядит следующим образом:

$$T_{шт} = T_o + T_v + (T_{об} + T_{от}),$$

$T_o$  – основное время обработки;

$T_v$  – вспомогательное время на обработку, которое рассчитывается по формуле:

$$T_v = T_{уст.} + T_{смен.ин.} + T_{хх} + T_{закр.}$$

$T_{уст.}$  – время затрачиваемое на установку, снятие детали;

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T_{\text{смен.ин.}}$  – время затрачиваемое на смену инструмента;

$T_{\text{хх}}$  – время затрачиваемое на холостые перемещения;

$T_{\text{закр.}}$  – время затрачиваемое на закрепление и раскрепление детали.

$(T_{\text{об}}+T_{\text{от}})$  – время обслуживания оборудования и время на отдых, берется в % от  $T_{\text{о}}+T_{\text{в}}$ , допускается брать в среднем 8-10%.

*Операция 000:*  $T_{\text{в}}=0,1+0+0,1+0,15=0,35$  мин.

*Операция 005:*

Установ 1:  $T_{\text{в}}=0,1+0,6+2,5+0,1=3,3$  мин.

Установ 2:  $T_{\text{в}}=0,1+0,7+3,4+0,1=4,3$  мин.

*Операция 010:*  $T_{\text{в}}=0,15+0,5+3,2+0,1=3,95$  мин.

*Операция 015:*  $T_{\text{в}}=0,1+0+0,1+0,15=0,35$  мин.

*Операция 020:*  $T_{\text{в}}=0,2+0,33+0,875+0,1=1,5$  мин.

Кроме этого, имеет смысл на 020 операцию назначить время на обработку двух деталей, так как на других операциях вся обработка велась над заготовкой, которая состояла из двух деталей.

Сводная таблица всех норм времени приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Нормы времени

№ Операции	$T_{\text{в}}$ , мин	$T_{\text{о}}$ , мин	$T_{\text{шт}}$ , мин	$T_{\text{пз}}$ , мин
000	0,35	6	6,9	30
005	1 установ	3,3	7,9	20
	2 установ	4,3	11,5	
010	3,95	14,2	19,9	15
015	0,35	3,55	4,3	20
020	3	7	11	15
Сумма времени	15,25	50,15	71,7	100

$T_{\text{пз}}$  – Подготовительно-заключительное время на всю партию деталей, так как имеем партию в 10000 шт, то  $T_{\text{пз}}$  не берется в расчет  $T_{\text{шт}}$ .

Таким образом, время на обработку двух деталей составляет:

$$T = 71,7 \text{ мин.}$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76



А время на обработку одной детали «Корпус блока клапанного»:

$$T = 35,85 \text{ мин.}$$

### 2.2.7 Выводы по разделу

В результате аналитического анализа для изготовления детали была выбрана заготовка в виде круглого проката диаметром 150 мм из стали 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72.

При выборе технологического оборудования предпочтение отдавалось многокоординатным станкам с ЧПУ, с помощью которых с необходимой точностью и высокой производительностью возможно изготовить деталь «Корпус блока клапанного», а также с возможностью встраивания их в ГПС.

Операционно-маршрутная технология была спроектирована исходя из принципов единства и совмещения баз.

После проведения размерного анализа проектного технологического процесса стало видно, что замыкающих звеньев нет, отсутствует возможность появления брака. А также был проведен расчет минимальных припусков.

В результате расчета режимов резания на все операции и переходы были укрупненно пронормированны все операции (установы) проектного варианта технологического процесса.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.

Выбор технологической оснастки начинается с анализа методов формирования типовых поверхностей деталей с целью определения наиболее эффективных способов обработки исходя из требований, заданных в конструкторской документации.

В проектном варианте технологического процесса в качестве технологической оснастки произведём подбор резцедержателя, цанг, цанговых патронов, патронов для крепления метчиков, сверл и фрез. Подбор стандартизированной оснастки производим по каталогу TaeguTec.

Для расточного резца S12M SCLCR06 применяем осевой резцедержатель E2-30x12 с наружным подводом ТЖ, который изображен на рисунке 46.

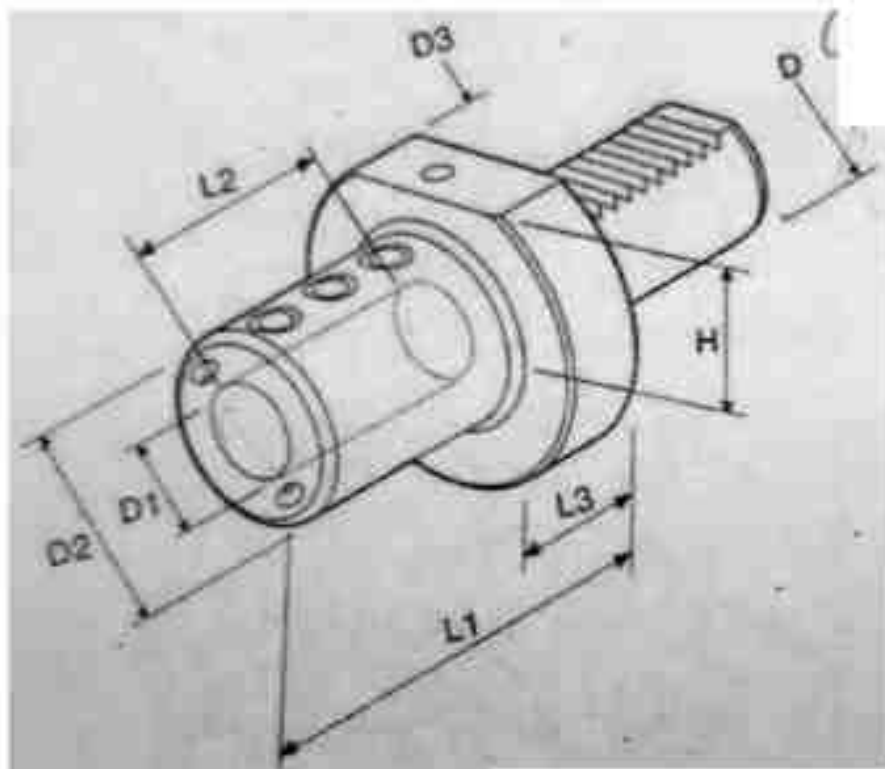


Рисунок 46 – осевой резцедержатель E2-30x12 ( $D=30$ мм,  $D1=12$  мм,  $D2=50$ мм,  $D3=68$ мм,  $H=28$ мм,  $L1=60$ мм,  $L2=51$ мм,  $L3=22$ мм)  
Остальной подбор оснастки производим по каталогу TaeguTec.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для крепления сверл с лыской: TOP 3260-25T2-08, TOP 3140-20T2-05 и TOP 3165-25T2-06 применяем патроны FITBORE DIN69871 40 EM20, FITBORE DIN69871 40 EM25, который изображен на рисунке 47. Хвостовик инструмента зажимается закручиванием винта, надежно фиксируя инструмент.

Достоинства: большая, по сравнению с цанговым патроном, жесткость, простота.

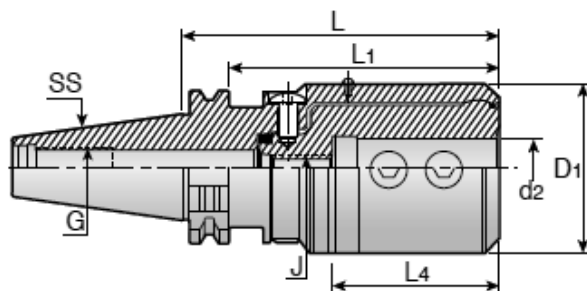


Рисунок 47 – Патрон FITBORE DIN69871 40 EM20 (SS=40мм, d2=20мм, D1=72мм, L=135.6мм, L1=116.5мм, L4=71мм, G=M16, J=M10)

Для крепления сверл с цилиндрическим хвостовиком: SHO 5030, 5040, 5045, 5049, 5110, 5138 используем цанговый патрон DIN69871 40 TSK 16-90 с цангами TSK 16-6.5,11.5,14.5, которые изображены на рисунках 48 и 49.

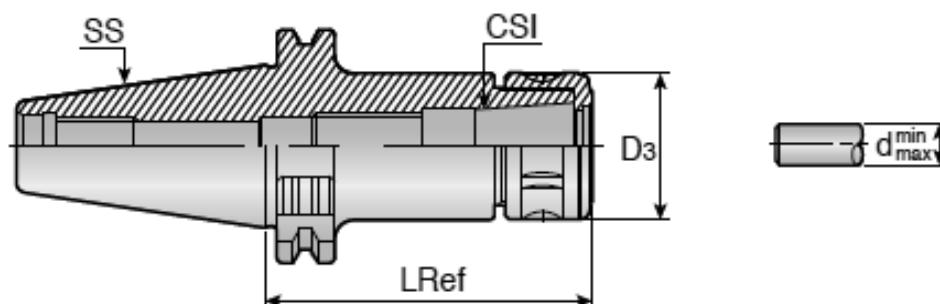


Рисунок 48 – Цанговый патрон DIN69871 40 TSK 16-90 (SS=40мм, d<sub>мин</sub>=2.5мм, d<sub>макс</sub>=16мм, D3=40мм, L=90мм, CSI=TSK16)

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

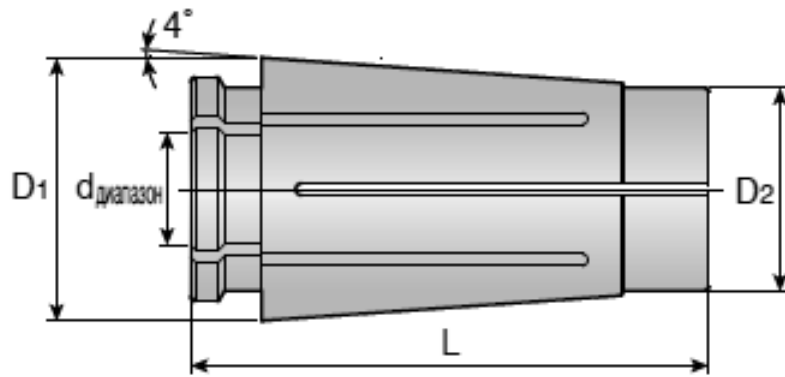


Рисунок 49 – Цанга TSK 16-6.5 ( $D_1=24.6\text{мм}$ ,  $D_2=18.8\text{мм}$ ,  $L=45\text{мм}$ )

Для крепления концевых фрез с лысками: TDM-228-W32-09, ЗРТЕ90 318-W16-06 и TERD 210-W12-05 применяем патроны Weldon для концевых фрез DIN69871 40 EM 12x50, 16x63, 32x100, которые изображены на рисунке 50.

DIN69871 форма AD

DIN6359 / DIN1835 форма B

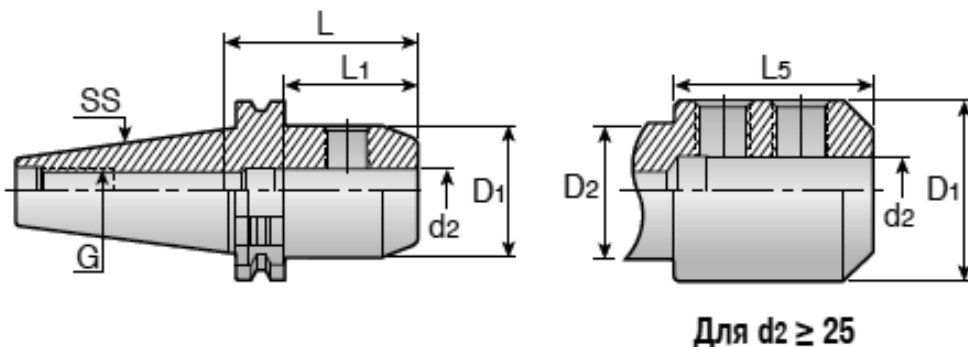


Рисунок 50 – патроны DIN69871 40 EM 12x5090 ( $SS=40\text{мм}$ ,  $d_2=12\text{мм}$ ,  $D_1=42\text{мм}$ ,  $L=50\text{мм}$ ,  $L_1=30.9\text{мм}$ ,  $G=M16$ )

Для крепления торцевой фрезы ЗР TF90-12125-40R-15 применяем патрон для торцевых и насадных фрез DIN69871 40 SEM 40x60, который изображен на рисунке 51.

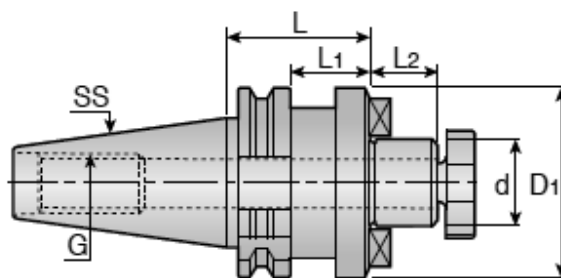


Рисунок 51 – патрон DIN69871 40 SEM 40x60 (SS=40мм, d2=20мм, D1=82мм, L=60мм, L1=40.9мм, L2=27мм, G=M16)

Для крепления метчиков ТРН454С М10х1,5, ТРН554С М16х1,5 применяем патрон для метчиков DIN69871 40ТС 22-142 с переходными втулками ТА2-М6, ТА2-М16, которые изображены на рисунках 52 и 53.

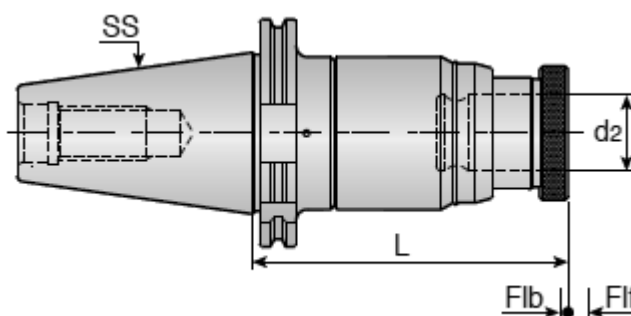


Рисунок 52 – Патрон для метчиков DIN69871 40ТС 22-142 (SS=40мм, d2=31мм, L=142мм, Flb=14.5мм, Flf=13мм)

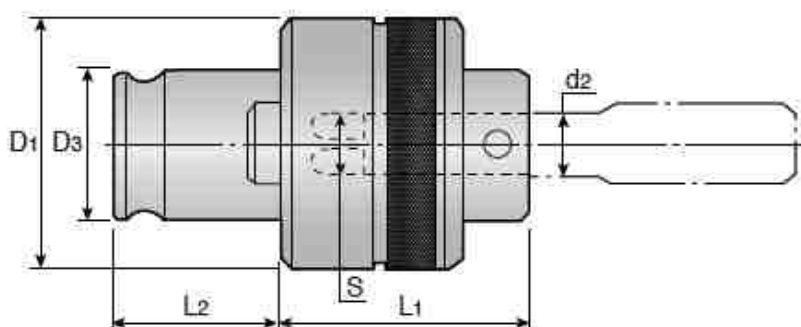


Рисунок 53 – Переходные втулки ТА2-М6, ТА2-М16(d2=6мм, D1=50мм, D3=31мм, L1=33мм, L2=35.5мм, S=4.5мм)

Вся подобранная технологическая оснастка может использоваться в проектном варианте технологического процесса, может потребоваться коррекция типоразмеров приспособлений в зависимости от технических характеристик станка.

### 3.2 Аналитический обзор и выбор стандартизированного станочного приспособления

В проектном варианте технологического процесса не предусмотрено использование специального станочного приспособления. Поэтому производится аналитический обзор тисков для фрезерных станков и выбираются одни из них для операции фрезерной обработки в проектном варианте технологического процесса.

Эскиз фрезерной операции механической обработки, для которой производится подбор станочного приспособления, представлен на рисунке 54.

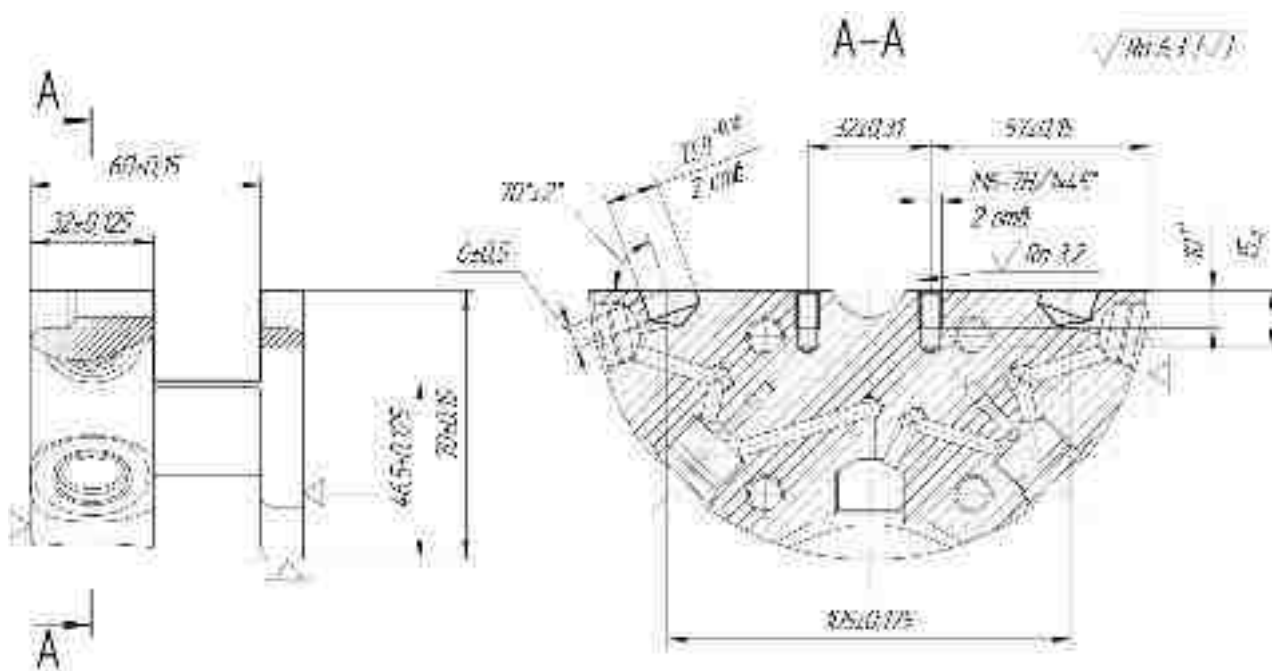


Рисунок 54 – Операционный эскиз 020 операции

Так как проектный технологический процесс построен на использовании многокоординатных станков с ЧПУ, необходимые нам тиски могут обладать только зажимными свойствами. Для автоматизации обработки необходимо выбрать автоматические тиски для ЧПУ станков.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основные критерии выбора тисков:

- габариты по основанию;
- максимальный раствор губок;
- максимальное усилие зажима;
- масса тисков.

Подходящие модели тисков представлены на рисунках 55-58.



Рисунок 55 – HOMGE HPAC-130

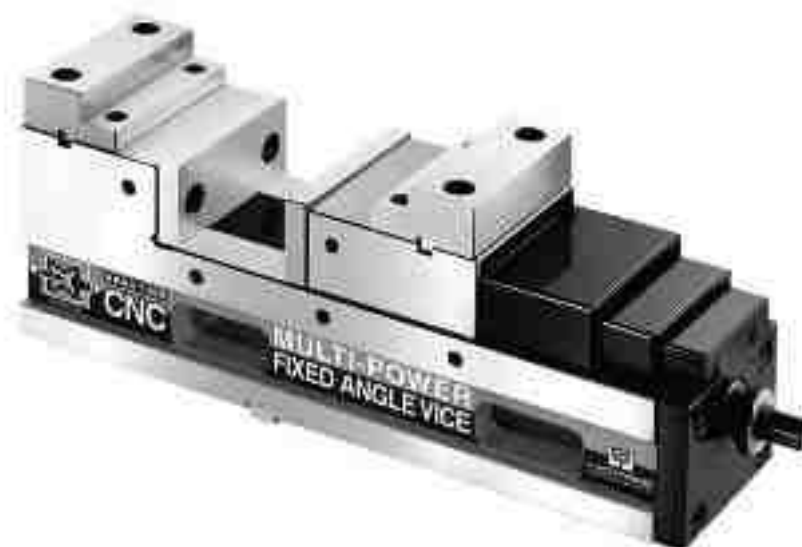


Рисунок 56 – HOMGE HPAC-100S

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83



Рисунок 57 – NOMGE HPV-III 6



Рисунок 58 – NOMGE HPV-II 5

В таблице 7 приведены характеристики четырех наиболее подходящих тисков.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84



Таблица 7 – Сравнение основных технических характеристик

Характеристика	HOMGE HPAC-130	HOMGE HPAC-100S	HOMGE HPV- III 6	HOMGE HPV-II 5
Габариты по основанию, мм	475x131x147	414x100x153	710x1610x168	456x130x158
Максимальный раствор губок, мм	190	170	265	150
Максимальное усилие зажима, мм	6000	5000	5000	5000
Масса тисков, кг	47	32	71	42

Остановим выбор на автоматических тисках высокого давления HOMGE HPAC-130. Так как они имеют сравнительно небольшие размеры и массу, при большом усилии зажима. Кроме этого эти автоматические тиски можно устанавливать как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях

Автоматические тиски для станков с ЧПУ HOMGE HPAC-130 изображены на рисунке 55.

### 3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента.

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять

высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно, это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

На рисунке 59 изображен эскиз детали «Корпус блока клапанного» с указанием всех поверхностей детали.

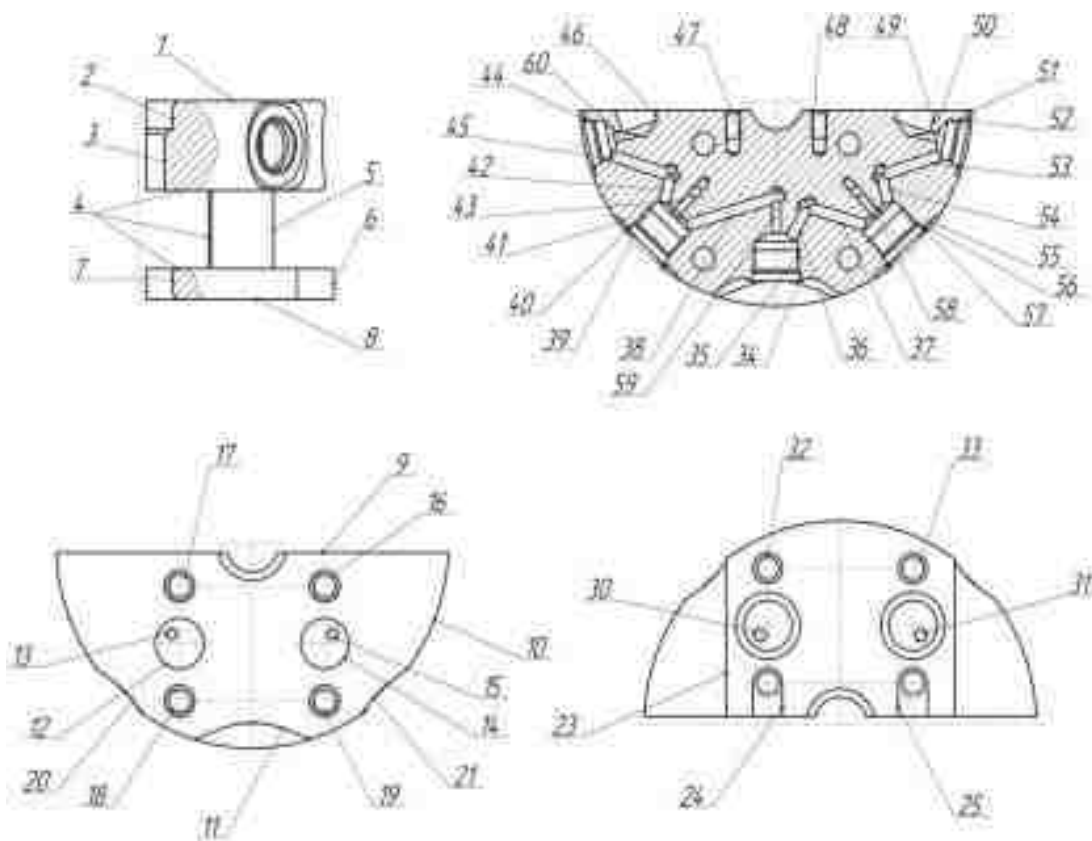


Рисунок 59 – Эскиз детали «Корпус блока клапанного»

При изготовлении детали «Корпус блока клапанного» для обработки поверхностей 16, 17, 18 и 19 разрабатываем комбинированный инструмент двухступенчатое сверло. Для остальных же операций применим современный режущий инструмент. Подбор инструмента производим по каталогу TaeguTec.

Для обработки поверхностей 1 и 8 используем токарный резец с державкой PSSNR 2020 K12 и режущей пластиной SNMG120408 материал

ТТ5100 (аналог Т15К6), которые изображены на рисунках 60 и 61. Сменные пластины позволяют не перетачивать инструмент, а менять ножи, что экономит время на переточку.

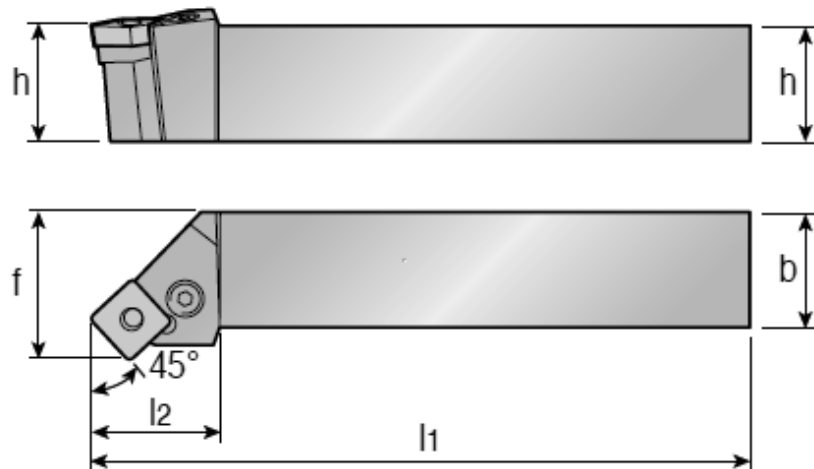


Рисунок 60 – Резец PSSNR 2020 K12 ( $h=20\text{мм}$ ,  $b=25\text{мм}$ ,  $l_1=125\text{мм}$ ,  $l_2=30\text{мм}$ ,  $f=25\text{мм}$ )

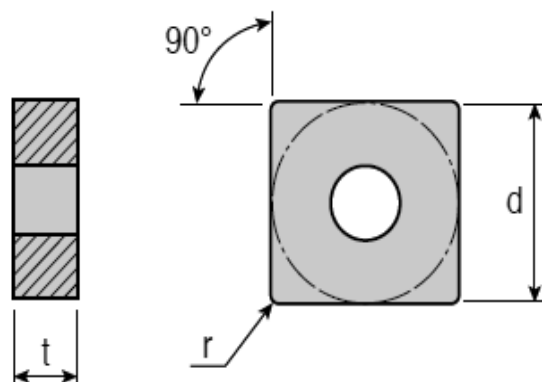


Рисунок 61 – Пластинка SNMG120408 ( $d=12.7\text{мм}$ ,  $t=4.76\text{мм}$ ,  $r=0.4-1.6\text{мм}$ )

Для обработки внутренних поверхностей 2, 7, 11, 20 и 21 пользуемся токарным резцом с державкой S12M SCLCR06 и режущей пластиной CCMT 060204 материал ТТ8020 (аналог Т15К6), которые изображены на рисунках 62 и 63.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

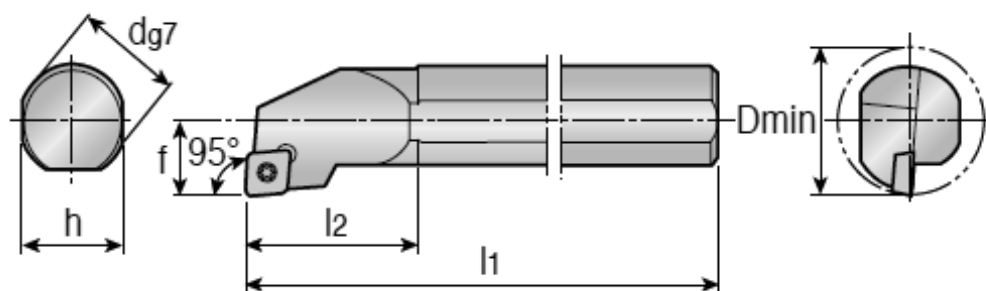


Рисунок 62 – Резец S12M SCLCR06 ( $h=11\text{мм}$ ,  $dg7=12\text{мм}$ ,  $l1=150\text{мм}$ ,  $l2=25\text{мм}$ ,  $f=9\text{мм}$ ,  $D_{\text{min}}=16\text{мм}$ )

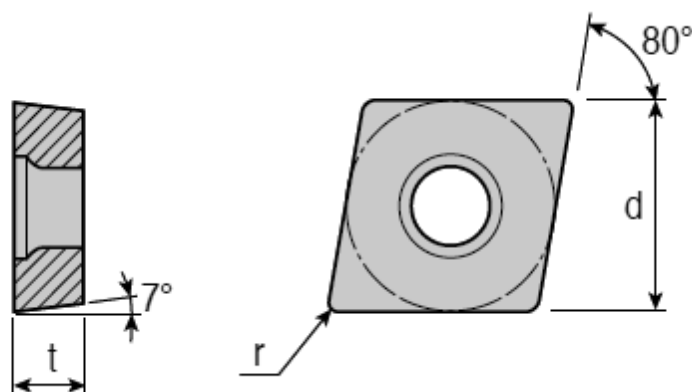


Рисунок 63 – Пластина CCMT 060204 ( $d=6.35\text{мм}$ ,  $t=2.38\text{мм}$ ,  $r=0.2-0.8\text{мм}$ )

Для обработки поверхностей 6, 10 используем державку TWLNR 2020K08 со сменной многогранной пластиной WNMG 080408 материал TT5080 (аналог T15K6), которые изображены на рисунках 64 и 65.

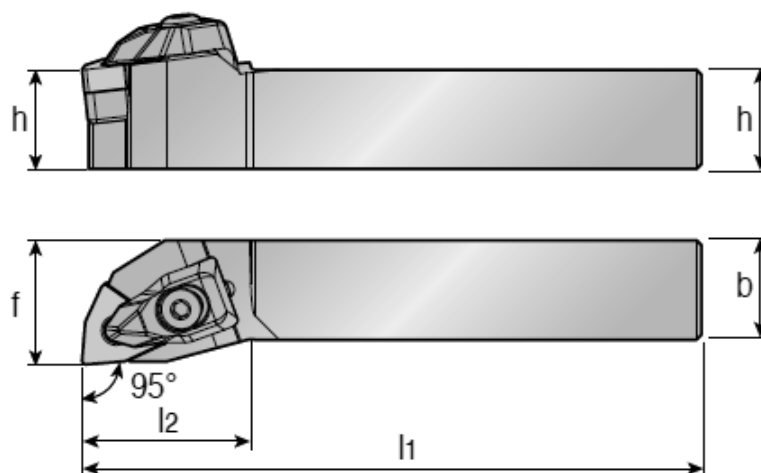


Рисунок 64 – Державка TWLNR 2020K08 ( $h=20\text{мм}$ ,  $b=20\text{мм}$ ,  $l1=125\text{мм}$ ,  $l2=34.2\text{мм}$ ,  $f=25\text{мм}$ )

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

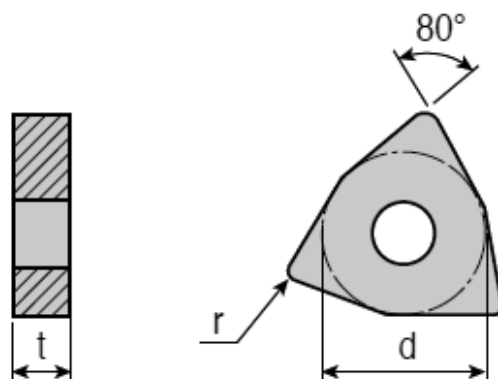


Рисунок 65 – Пластина WNMG 080408 ( $d=12.7\text{мм}$ ,  $t=4.76\text{мм}$ ,  $r=0.4-1.2\text{мм}$ )

Для обработки поверхности 5 используем державку СТСПН 2020К22 со сменной многогранной пластиной ТРМР 220408 материал ТТ5100 (аналог Т15К6), которые изображены на рисунках 66 и 67.

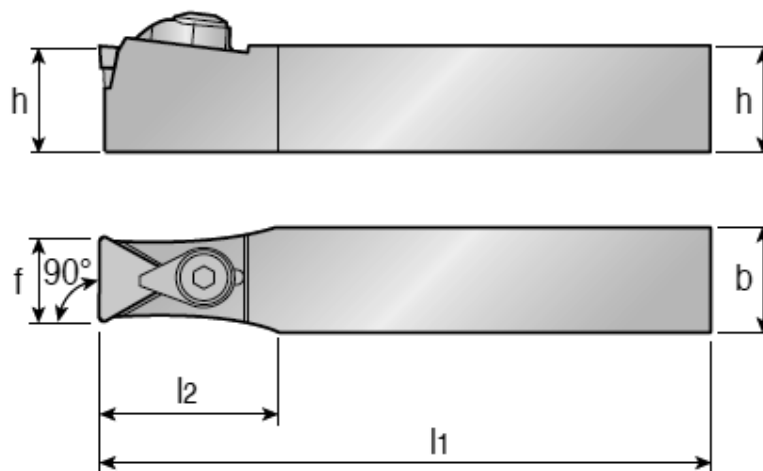


Рисунок 66 – Резец СТСПН 2020К22 ( $h=20\text{мм}$ ,  $b=20\text{мм}$ ,  $l_1=125\text{мм}$ ,  $l_2=50\text{мм}$ ,  $f=19.4\text{мм}$ )

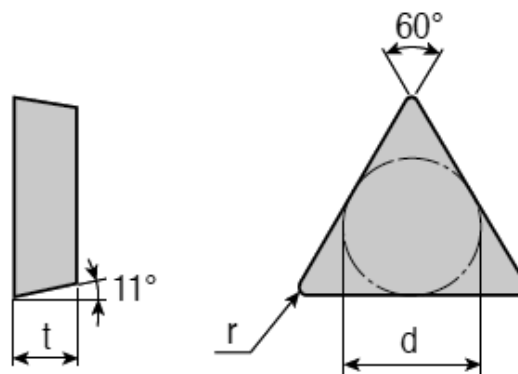


Рисунок 67 – Пластина ТРМР 220408 ( $d=12.7\text{мм}$ ,  $t=4.76\text{мм}$ ,  $r=0.4-1.6\text{мм}$ )

Просверливаем отверстие 3 сверлом TOP 3260-25T2-08 с СМП SOMT 08T306 DP материал ТТ8020 (аналог Т15К6), которые изображены на рисунках 68 и 69.

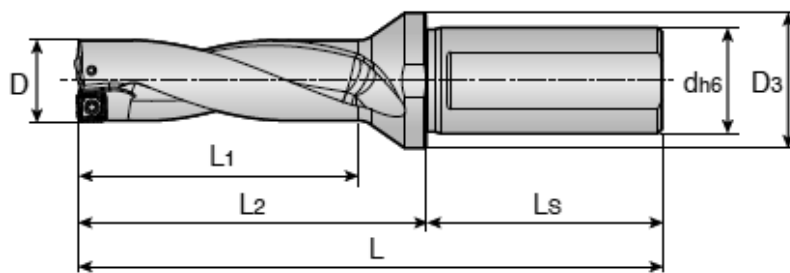


Рисунок 68 – Сверло TOP 3260-25T2-08 (D=26мм, d=25мм, D3=32мм, L=155мм, L1=78мм, L2=99мм, Ls=56мм)

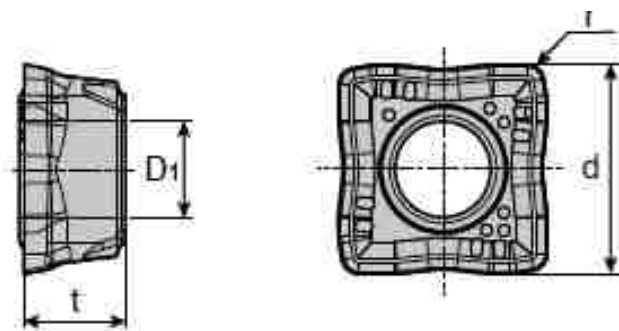


Рисунок 69 – Пластина SOMT 08T306 DP (d=7.9мм, t=3.97мм, r=0.6мм, D1=2.85мм)

Для сверления отверстий 13, 15, 36, 37, 38, 43, 53 и 54 применяем сверло Ø4 мм SHO 5040 материал ТТ9030 (аналог Р6М5).

Для сверления отверстий 43, 50, 60, 59, 58 применяем сверло Ø3 мм SHO 5030 материал ТТ9030 (аналог Р6М5).

Для сверления отверстий 30 и 31 применяем сверло Ø3,5 мм SHO 5045 материал ТТ9030 (аналог Р6М5).

Для сверления отверстий 32 и 33 применяем сверло Ø11 мм SHO 5110 материал ТТ9030 (аналог Р6М5).

Для сверления отверстий 46 и 49 применяем сверло Ø13,8 мм SHO 5138 материал ТТ9030 (аналог Р6М5).

Для сверления отверстий 47 и 48 применяем сверло Ø4,95 мм SHO 5049 материал ТТ9030 (аналог Р6М5).

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сверло с одним из типоразмеров изображено на рисунке 70.

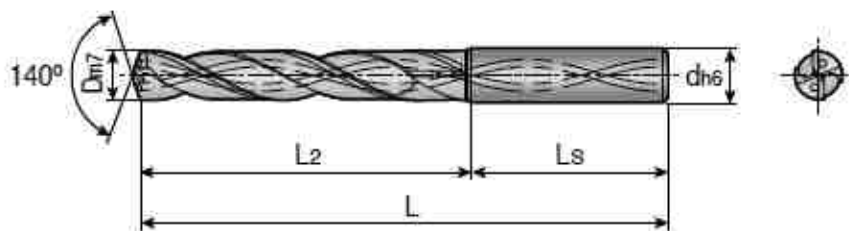


Рисунок 70 – Сверло SHO 5030 ( $D=3\text{мм}$ ,  $d=6\text{мм}$ ,  $L=66\text{мм}$ ,  $L_2=28\text{мм}$ ,  $L_s=38\text{мм}$ )

Просверливаем отверстия 34, 40, 44, 52, 57 сверлом  $\text{Ø}16,5$  мм TOP 3165-25T2-06 с СМП SOMT 060204 DP TT8020 (аналог T15K6).

Просверливаем отверстия 35, 39, 45, 51, 56 сверлом  $\text{Ø}14$  мм TOP 3140-20T2-05 с СМП SOMT 050204 DP TT8020 (аналог T15K6).

Сверло и СМП с одним из типоразмеров изображено на рисунках 71 и 72.

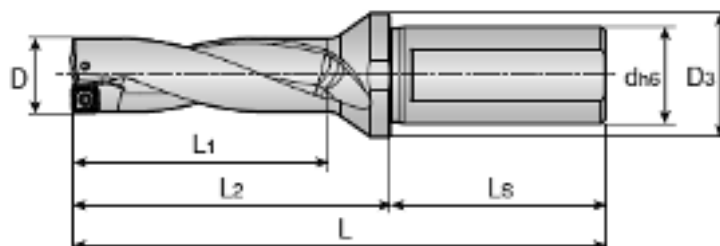


Рисунок 71 – Сверло TOP 3140-20T2-05 ( $D=14\text{мм}$ ,  $d=20\text{мм}$ ,  $D_3=25\text{мм}$ ,  $L=110\text{мм}$ ,  $L_1=42\text{мм}$ ,  $L_2=60\text{мм}$ ,  $L_s=50\text{мм}$ )

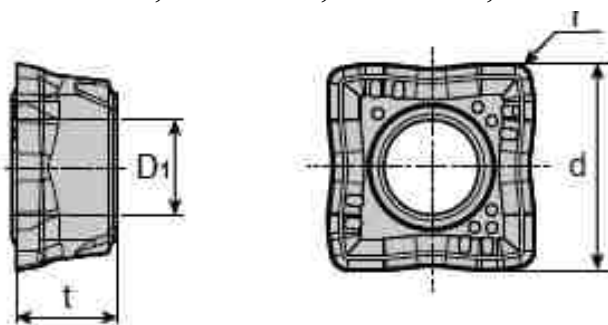


Рисунок 72 – Пластина SOMT 050204 DP ( $d=4.9\text{мм}$ ,  $t=2.38$  мм,  $r=0.4\text{мм}$ ,  $D_1=2.25\text{мм}$ )

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Применяем концевую фрезу TDM-228-W32-09 с СМП SPM6090404-EM TT8020 (аналог T15K6), которые изображены на рисунках 73 и 74, для обработки поверхности 4

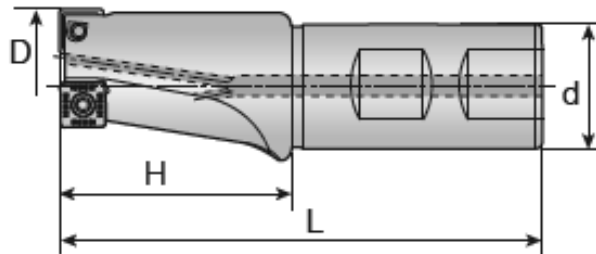


Рисунок 73 – Концевая фреза TDM-228-W32-09 ( $D=28\text{мм}$ ,  $d=32\text{мм}$ ,  $L=125\text{мм}$ ,  $H=60\text{мм}$ )

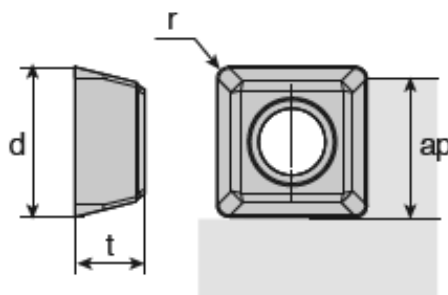


Рисунок 74 – Пластина SPMG 6090404-EM ( $d=9.8\text{мм}$ ,  $t=4.3\text{ мм}$ ,  $r=0.8\text{мм}$ ,  $ap=9\text{мм}$ )

Применяем торцовую фрезу 3Р TF90-12125-40R-15 с СМП 3РКТ 150516R-М TT9080 (аналог T15K6) , которые изображены на рисунках 75 и 76, для обработки поверхностей 9 и 23.

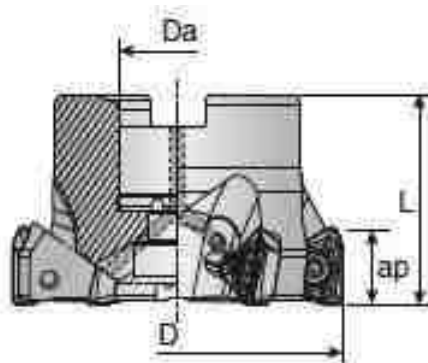


Рисунок 75 – Торцовая фреза 3Р TF90-12125-40R-15 ( $D=125\text{мм}$ ,  $Da=40\text{ мм}$ ,  $L=63\text{мм}$ ,  $ap=11\text{мм}$ )

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92



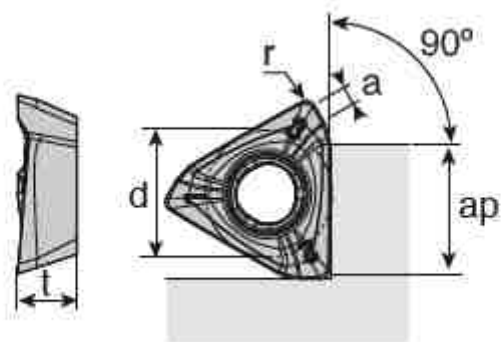


Рисунок 76 – Пластина ЗРКТ 150516R-М ( $d=10.7\text{мм}$ ,  $t=5\text{ мм}$ ,  $r=0.4\text{-}2.4\text{мм}$ ,  $ap=1\text{мм}$ ,  $a=0.5\text{-}2\text{мм}$ )

Применяем концевую фрезу ЗРТЕ90 318-W16-06 с СМП ЗРКТ 060304R-М ТТ9080 (аналог Т15К6) , которые изображены на рисунках 77 и 78, для обработки поверхностей 12 и 14.

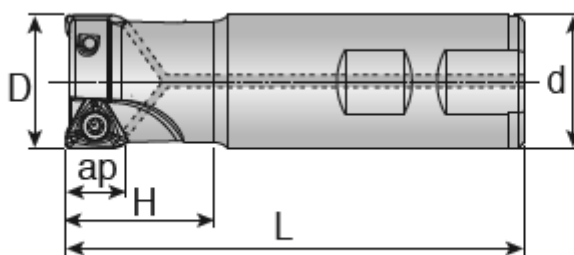


Рисунок 77 – Концевая фреза ЗРТЕ90 318-W16-06( $D=18\text{мм}$ ,  $d=16\text{мм}$ ,  $L=90\text{мм}$ ,  $H=36\text{мм}$ ,  $ap=4.7\text{мм}$ )

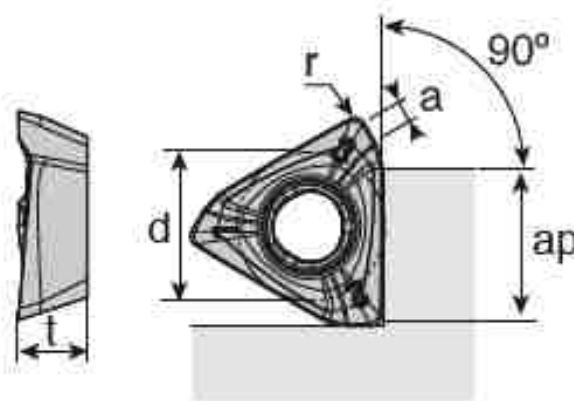


Рисунок 78 – Пластина ЗРКТ 060304R-М ( $d=5.3\text{мм}$ ,  $t=2.8\text{ мм}$ ,  $r=0.2\text{-}0.8\text{мм}$ ,  $ap=4.7\text{мм}$ ,  $a=0.6\text{-}1.2\text{мм}$ )

Применяем концевую фрезу TERD 210-W12-05 с СМП RDMX 0501-М ТТ9080 (аналог Т15К6) , которые изображены на рисунках 79 и 80, для обработки поверхностей 24 и 25.

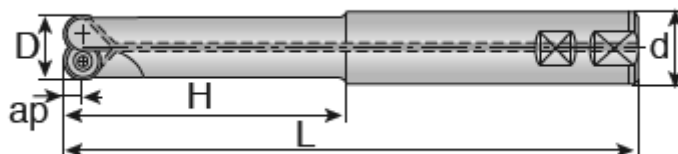


Рисунок 79 – Концевая фреза TERD 210-W12-05 ( $D=10\text{мм}$ ,  $d=12\text{мм}$ ,  $L=80\text{мм}$ ,  $H=30\text{мм}$ ,  $ap=2.5\text{мм}$ )

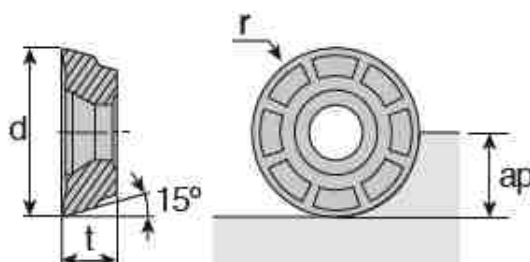


Рисунок 80 – Пластина RDMX 0501-М( $d=5\text{мм}$ ,  $t=1.5\text{ мм}$ ,  $r=2.5\text{мм}$ ,  $ap=2.5\text{мм}$ )

Для нарезания резьбы в отверстиях 16, 17, 18 и 19 используем метчик ТРН454С М10х1,5.

Для нарезания резьбы в отверстиях 35, 39, 45, 51, 56 используем метчик ТРН554С М16х1,5.

Метчик с одним из типоразмеров изображен на рисунке 81.

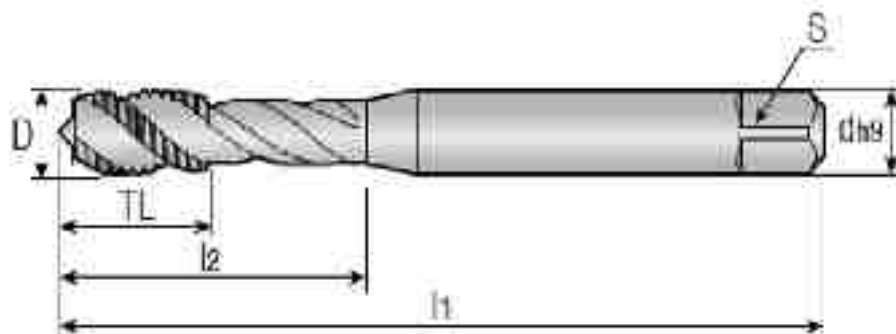


Рисунок 81 – Метчик ТРН454С М10х1,5 ( $l1=80\text{мм}$ ,  $TL=12\text{ мм}$ ,  $l2=30\text{мм}$ ,  $d=6\text{мм}$ ,  $S=4.9\text{мм}$ )

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Весь подобранный стандартизированный режущий инструмент может использоваться в проектом варианте технологического процесса, может потребоваться коррекция типоразмеров инструмента в зависимости от технических характеристик станка.

### 3.4 Проектирование и расчёт специального режущего инструмента

Проектируемый инструмент будет использоваться для обработки отверстия под резьбу  $\varnothing 8,43^{+0,3}$  и снятия фаски  $1,6 \times 45^\circ$ , обрабатываемые поверхности и требования к ним представлены на рисунке 82.

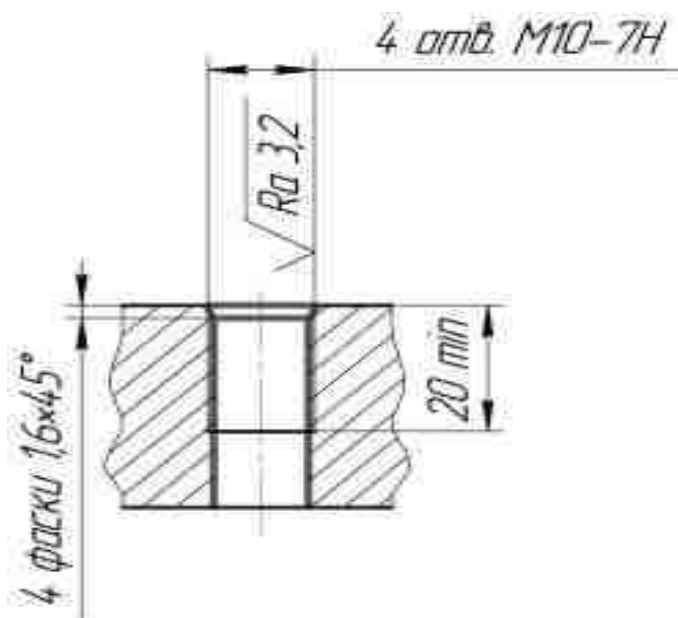


Рисунок 82 – Эскиз обработки поверхности

Для совмещения операций или переходов при обработке ступенчатых отверстий применяются всевозможные комбинированные инструменты. Наиболее распространенными инструментами для обработки отверстий являются ступенчатые сверла, зенкеры и развертки. Эти инструменты применяются на сверлильных, револьверных, агрегатных станках и полуавтоматах, обеспечивая высокую производительность и простое обслуживание.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

В данном технологическом процессе возможно применение комбинированного инструмента, что позволяет изменить режимы резания, снизить время на переходы, и сократить число переходов.

Для обработки отверстия диаметром 8,43 мм глубиной 40 мм и снятия фаски на 3 переходе операции 055 предложено применить комбинированный инструмент двухступенчатое сверло. Этот инструмент обеспечивает высокую производительность за счет уменьшения вспомогательного времени на установку переналадку инструмента. В результате применения этого инструмента сокращается время на выполнение операции. Инструмент состоит из двух частей: сверло диаметром 8,5 мм и 12 мм.

Проектирование инструмента.

а). Выбор материала

1. Выбираем материал для режущей части комбинированного инструмента для обработки легированной стали – Р6М5 по ГОСТ 19265-73, так как он обладает удовлетворительной прочностью, износостойкостью при малых и средних скоростях резания, широкий интервал закалочных температур.

2. Выбираем материал хвостовика инструмента – сталь 40Х. Хвостовик Рабочую часть сверла соединяем с хвостовиком стыковой сваркой. Это место нужно проверить на разрыв как опасное сечение.

б). Определение общей длины ступенчатого сверла.

$$L = l_c + l_3 + l_x;$$

где  $l_c$  – длина рабочей части сверла;

$l_3$  – длина рабочей части зенковки;

$l_x$  – длина хвостовика.

Определение длины сверла:

Длина сверла рассчитывается по формуле:

$$l_c = l + l_{ep} + l_{cx};$$

где  $l$  - длина обрабатываемой поверхности,  $l = 40$  мм;

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$l_{ep}$  - длина врезания,  $l_{ad} = 3$  мм;

$l_{cx}$  - длина схода инструмента,  $l_{cx} = 2$  мм;

$i$  - число рабочих ходов в данном переходе,  $i = 1$ .

$$l_c = 40 + 3 + 2 = 45 \text{ мм}$$

По ГОСТ 10903 – 77 и ГОСТ 12489 – 71 и в соответствии с длиной обрабатываемой поверхности:

$$L = l_c + l_z + l_x = 45 + 49 + 48 = 142 \text{ мм};$$

в). Геометрические параметры рабочей части первой ступени сверла

1. Выбираем размеры инструмента (рисунок) [2, с. 150].

Для обработки стали выбираем форму заточки сверла нормальную без подточек [2, с. 151, табл. 43].

Геометрические параметры при нормальной заточке сверл выбираем по таблице 44 [2, с. 151]: задний угол  $\alpha = 12^\circ$ , передний угол  $\gamma = 34^\circ$  (на периферии); поперечная кромка  $a = 1$  мм,  $l = 2$  мм;  $f_0 = 0,85$ ,  $2\varphi = 118^\circ$ ,  $\omega = 30^\circ$ ;  $\psi = 40^\circ$ ,

где  $2\varphi$  – угол при вершине;

$\omega$  – угол наклона винтовых канавок;

$\psi$  – угол наклона поперечной режущей кромки.

Диаметр спинки сверла  $q$  выбираем по зависимости  $q = (0,99 \dots 0,98)d$ .

Подставим диаметр и получим 8,4 мм.

Радиусы дуг, образующих профиль винтовой канавки сверла, принимаются равными  $R_k = (0,75 \dots 0,9)d$  и  $r_k = (0,22 \dots 0,28)d$ , а центры дуг лежат на прямой, проходящей через центр поперечного сечения сверла.

Принимаем  $R_k = 7$  мм,  $r_k = 2$  мм.

Угол стружечной канавки сверла  $\Theta$  обычно равен углу спинки или больше него на  $2 \dots 3^\circ$ .

Длина режущей части сверла  $\varnothing 8,5 - 45$  мм (по чертежу).

На рисунке 83 изображены геометрические параметры сверла.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

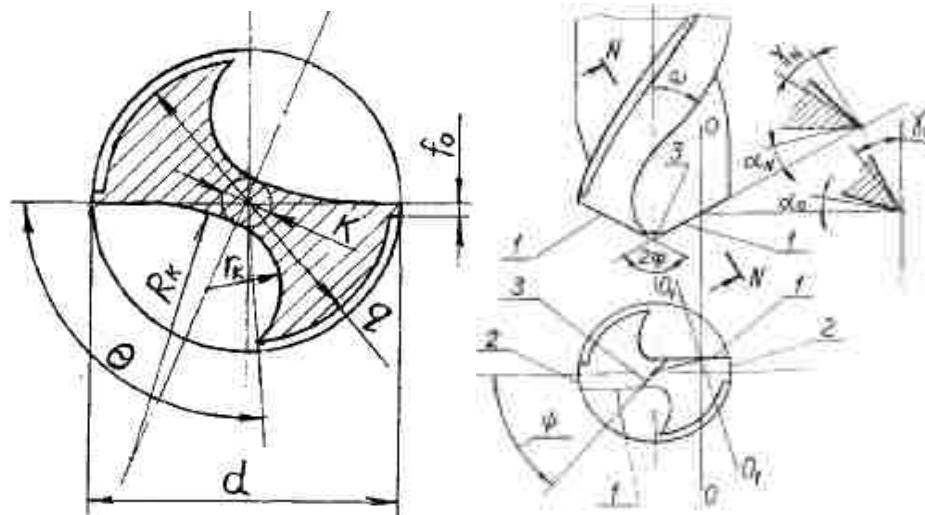


Рисунок 83 – Геометрические параметры сверла

Шаг винтовой канавки сверла рассчитываем по большому диаметру  $D=8,5\text{мм}$  (диаметру настройки):

$$H = \frac{\pi \cdot D}{\text{tg}\omega} = \frac{3,14 \cdot 8,5}{\text{tg}30^{\circ}} = 46 \text{ мм};$$

2. Выбираем из ГОСТ толщину сердцевины комбинированного инструмента: диаметр сердцевины сверла  $K$  принимается равным  $(0,125-0,145)d$ . Принимаем  $K=1,1$  мм в начале сверла.

Обратная конусность  $0,03 \dots 0,08$  на 100 мм длины.

Ширина пера  $B = 0,58 \cdot D = 0,58 \cdot 8,5 = 4,93 \text{ мм}$ .

3. Устанавливаем основные технические требования и допуски на размеры сверла (по ГОСТ 885-77).

Предельные отклонения диаметров сверла  $D = 8,5h9_{(-0,036)} \text{ мм}$ .

Допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по 14 качеству с симметричным расположением предельных

отклонений  $(\pm \frac{IT14}{2})$  по ГОСТ 25347 – 82. Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать  $0,15$  мм.

Предельные отклонения размеров подточки перемычки режущей части сверла  $+0,5$  мм.

Параметры шероховатости поверхности сверла выбираем по ГОСТ 2789-73:

- задние поверхности режущей части  $R_a 1,6$ ;
- поверхности направляющих ленточек  $R_a 0,4$ ;
- поверхности канавок сверла  $R_a 1,6$ ;
- поверхность хвостовика  $R_a 0,4$ .

г). Геометрические параметры рабочей части второй ступени сверла.

1. Выбираем размеры инструмента.

Для обработки стали выбираем форму заточки зенковки нормальную без подточек [2, с. 151, табл. 43].

Геометрические параметры при нормальной заточке сверл выбираем по таблице 44 [2, с. 151]: задний угол  $\alpha = 12^\circ$  передний угол  $\gamma = 38^\circ$  (на периферии);  $2\varphi = 90^\circ$ ,  $\omega = 30^\circ$ ;

где  $2\varphi$  – угол при вершине;

$\omega$  – угол наклона винтовых канавок;

Радиусы дуг, образующих профиль винтовой канавки сверла, принимаются равными  $R_k = (0,75 \dots 0,9)d$  и  $r_k = (0,22 \dots 0,28)d$ , а центры дуг лежат на прямой, проходящей через центр поперечного сечения сверла.

Принимаем  $R_k = 9,5$  мм,  $r_k = 3$  мм.

Угол стружечной канавки сверла  $\Theta$  обычно равен углу спинки или больше него на  $2 \dots 3^\circ$ .

2. Выбираем из ГОСТ толщину сердцевины комбинированного инструмента: диаметр сердцевины сверла  $K$  принимается равным  $(0,125 - 0,145)d$ . Принимаем  $K = 1,5$  мм в начале зенковки.

Обратная конусность  $0,03 \dots 0,08$  на 100 мм длины.

Ширина пера  $B = 0,58 \cdot D = 0,58 \cdot 11,8 = 6,8$  мм .

3. Устанавливаем основные технические требования и допуски на размеры сверла (по ГОСТ 885-77).

Предельные отклонения диаметров сверла  $D = 12h9_{(-0,043)} \text{ мм}$  . Допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

14 квалитету с симметричным расположением предельных отклонений ( $\pm \frac{IT14}{2}$ ) по ГОСТ 25347 – 82. Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0,15 мм.

Предельные отклонения размеров подточки перемычки режущей части сверла +0,5 мм.

Расчет режимов резания.

а). Исходные данные: сверление отверстия, выдерживая размер  $\varnothing 8,43^{+0,3}$ . Длина сверления  $l = 40$  мм. Инструмент – сверло  $\varnothing 8,5$  мм. Выбираем величину подачи  $S = 0,2$  мм/об [2, с.277, табл.25].

Скорость резания [2, с.276]:

$$V = C_v \cdot \frac{D^q \cdot K_v}{T^m \cdot S^y} = 7 \cdot \frac{8,5^{0,4} \cdot 0,7}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} = 18,7 \text{ м/мин.}$$

где  $C_v$  - коэффициент,  $C_v = 7$  [2, с.278, табл. 28];

$q, y, m$ - показатели степени,  $q = 0,4$ ;  $y = 0,7$ ;  $m = 0,2$  [2, с.278, табл. 28];

$T$  – период стойкости,  $T = 25$  мин [2, с.279, табл. 30];

$K_v$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{sv} \cdot K_{LV} = 0,93 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,7,$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{mv} = K_p \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b}\right)^{n_v} = 0,93 \text{ [2, с.261, табл.1] ;}$$

$$\sigma_b = 550.$$

$K_p$  - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости.

$$K_p = 0,7.$$

$n_v$  - показатель степени,  $n_v = 0,9$  [2, с.262, табл. 2];

$K_{sv}$  - коэффициент на инструментальный материал,  $K_{sv} = 1$  [2, с.263, табл. 6];

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$K_{LV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления,  $K_{LV} = 0,75$  [2, с.280, табл. 31].

б). Исходные данные: зенкование фаски, выдерживая размер  $\varnothing 11,7$ . Длина сверления  $l = 1,6$  мм. Инструмент – сверло  $\varnothing 12$  мм. Выбираем величину подачи  $S = 0,25$  мм/об [2, с.277, табл.25].

Скорость резания [2, с.276]:

$$V = C_V \cdot \frac{D^q \cdot K_v}{T^m \cdot S^y} = 9,8 \cdot \frac{12^{0,4} \cdot 0,93}{45^{0,2} \cdot 0,25^{0,7}} = 30,35 \text{ м/мин.}$$

где  $C_V$  - коэффициент,  $C_V = 9,8$  [2, с.278, табл. 28];

$q, y, m$ - показатели степени,  $q = 0,4$ ;  $y = 0,5$ ;  $m = 0,2$  [2, с.278, табл. 28];

$T$  – период стойкости,  $T = 45$  мин [2, с.279, табл. 30];

$K_v$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{sv} \cdot K_{LV} = 0,93 \cdot 1 \cdot 1 = 0,93,$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{mv} = K_p \cdot \left(\frac{750}{\sigma}\right)^{n_v} = 0,93 \text{ [2, с.261, табл.1]};$$

$n_v$  - показатель степени,  $n_v = 0,9$  [2, с.262, табл. 2];

$K_{sv}$  - коэффициент на инструментальный материал,  $K_{sv} = 1,0$  [2, с.263, табл. 6];

$K_{LV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления,  $K_{LV} = 1,0$  [2, с.280, табл. 31].

в). Частота вращения:

$$n = 1000 \cdot \frac{V}{\pi \cdot D},$$

где  $V$  – скорость резания;

$$n = 1000 \cdot \frac{18,7}{3,14 \cdot 8,5} = 700 \text{ об/мин}$$

Действительное значение частоты вращения:

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n_d = 700 \text{ об/мин.}$$

г). Действительное значение скорости резания:

$$V_o = \frac{n_o \cdot \pi \cdot D}{1000} = 18,7 \text{ м / мин.}$$

$$V_o = \frac{n_o \cdot \pi \cdot D}{1000} = 26,38 \text{ м / мин.}$$

д). Осевая сила [2, с.277]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot S^y \cdot K = 10 \cdot 68 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,83 = 183 \text{ Н}$$

где  $C_p$  - коэффициент,  $C_p = 68$  [2, с.281, табл. 32];

$q, y$  - показатели степени,  $q=1,0$ ;  $y=0,7$  [2, с.281, табл. 32].

е). Определение крутящего момента [2, с.277]:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,83 = 5,7 \text{ Нм,}$$

где  $C_M$  - коэффициент,  $C_M = 0,0345$  [2, с.281, табл. 32];

$q, y$  - показатели степени,  $q=2,0$ ;  $y=0,8$  [2, с.281, табл. 32];

$K$  - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки,

$$K = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^{n_p} = \left( \frac{550}{750} \right)^{0,6} = 0,83, \text{ [2, с.264, табл. 9],}$$

ж). Эффективная мощность резания [2, с.386]:

$$N_{рез} = M_{кр} \cdot \frac{n}{9750},$$

где  $n$  – частота вращения

где  $V$  – скорость резания;

$$N_{рез} = 5,7 \cdot \frac{700}{9750} = 0,4 \text{ кВт.}$$

$$N_{рез} \leq N_{шт} (0,4 \leq 11), \text{ т.е. обработка возможна.}$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля

Для увеличения степени автоматизации при заключительном контроле можно использовать штангенциркуль ШЦЦ I - 150-0,05 ГОСТ 166-89 с цифровым дисплеем и возможностью подключения его к компьютеру. ШЦЦ I - 150-0,05 изображен на рисунке 85.

Эскиз с размерами, которые могут быть проконтролированы этим инструментом, представлен на рисунке 84.

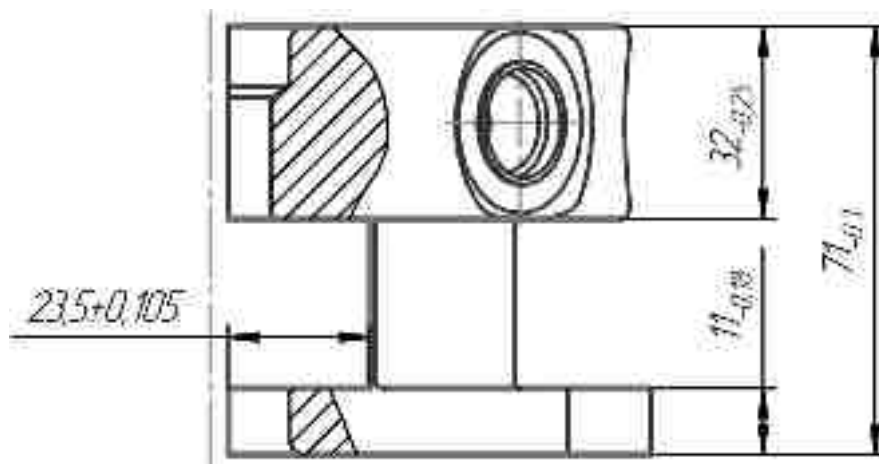


Рисунок 84 – Эскиз контроля инструментом ШЦЦ I - 150-0,05



Рисунок 85 – ШЦЦ I - 150-0,05 ГОСТ 166-89

Для контроля межцентровых расстояний рекомендуется применять электронный штангенциркуль ШЦЦМ - 300-0,1 ТУ У.33.2-30291682-001-2004, изображенный на рисунке 87.

Эскиз с размерами, которые могут быть проконтролированы этим инструментом, представлен на рисунке 86.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

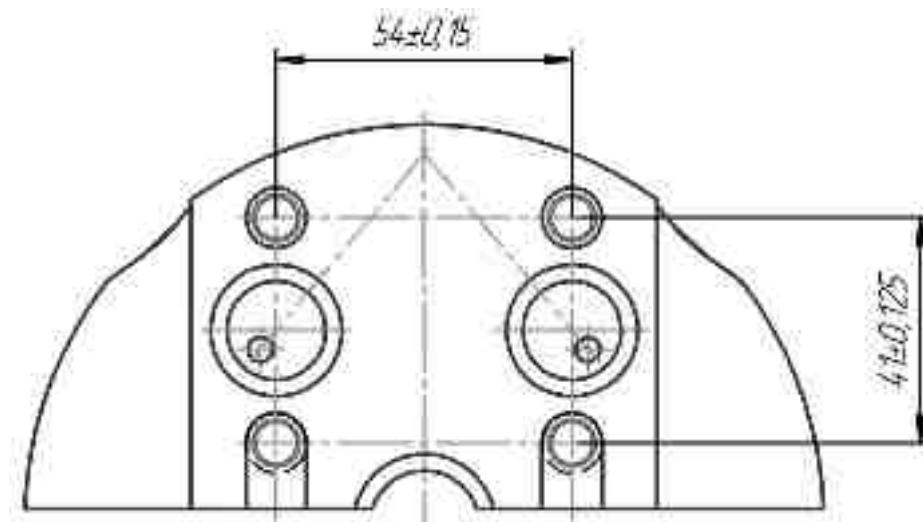


Рисунок 86 – Эскиз контроля инструментом ШЦЦМ – 300 - 0,1



Рисунок 87 – ШЦЦМ - 300-0,1 ТУ У.33.2-30291682-001-2004

Для контроля резьбы используются калибры:

- калибр-пробка М6-7Н ПР-НЕ ГОСТ 17763-72;
- калибр-пробка М18х1,5-7Н ПР-НЕ ГОСТ 17763-72;
- калибр-пробка М16х1,5-7Н ПР-НЕ ГОСТ 17763-72;
- калибр-пробка М10-7Н ПР-НЕ ГОСТ 17763-72.

Резьбовые калибры-пробки для контроля резьбы изображены на рисунке 89.

Эскиз с размерами, которые могут быть проконтролированы этим инструментом, представлен на рисунке 88.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

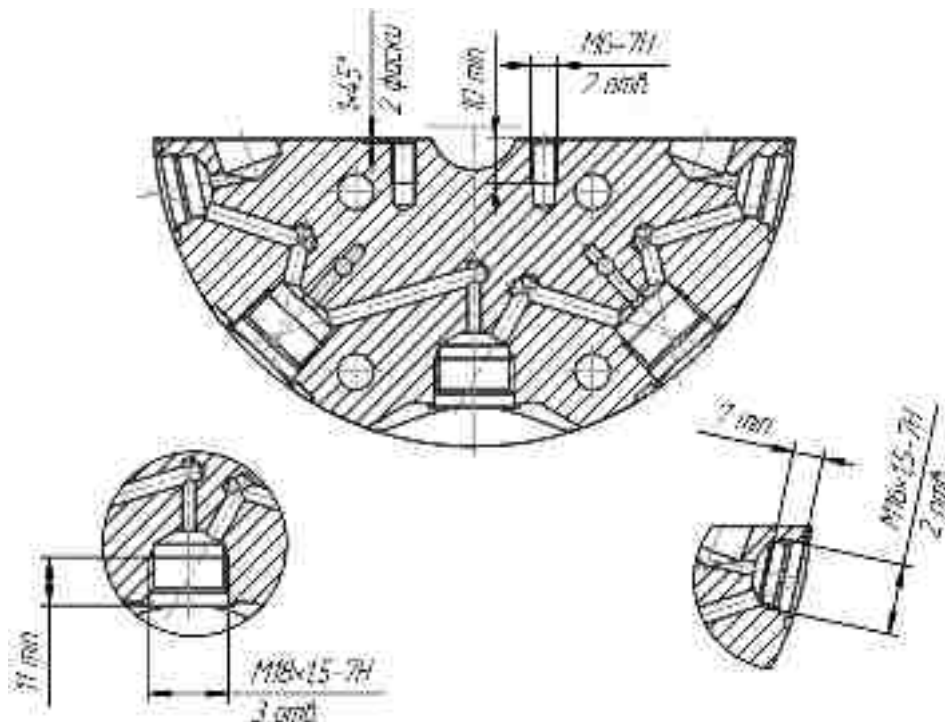


Рисунок 88 – Эскиз контроля калибрами-пробками резьбовыми ПР-НЕ



Рисунок 89 – Калибры-пробки резьбовые ПР-НЕ ГОСТ 17763-72

Для контроля шероховатости используют образцы шероховатости ГОСТ 9378-93, которые изображены на рисунке 90.

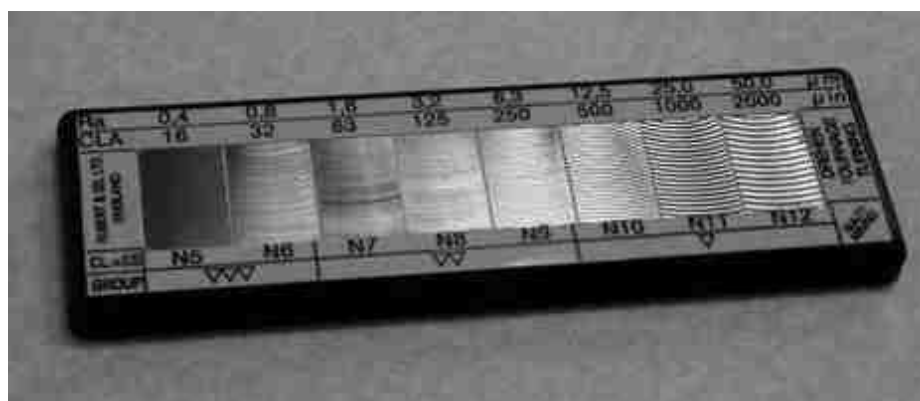


Рисунок 90 – Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Для контроля отверстий малого диаметра используются калибры:

- калибр-пробка 8133-0908 Н14 ГОСТ 14810-69 ( $\varnothing 4,5$ );
- калибр-пробка 8133-0906 Н14 ГОСТ 14810-69 ( $\varnothing 4,0$ );
- калибр-пробка 8133-0901 Н14 ГОСТ 14810-69 ( $\varnothing 3,0$ ).

Гладкий калибр-пробка для контроля отверстий малого диаметра изображена на рисунке 92.

Эскиз с размерами, которые могут быть проконтролированы этим инструментом, представлен на рисунке 91.

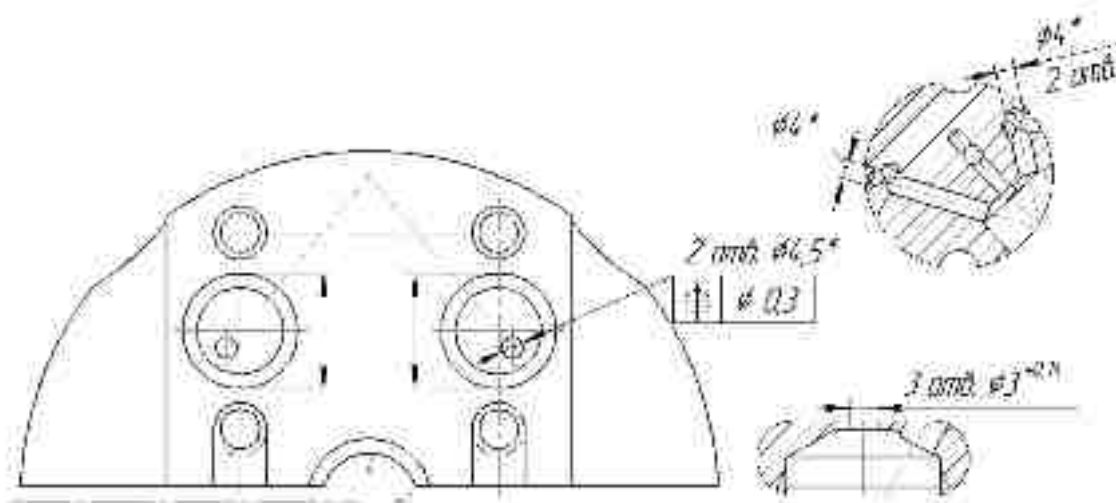


Рисунок 91 – Эскиз контроля калибрами-пробками



Рисунок 92 – Калибр-пробка ПР-НЕ ГОСТ 14810-69

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для контроля радиусов используются радиусные шаблоны:

- радиусный шаблон РШ-1 R3 ГОСТ 4126-82;
- радиусный шаблон РШ-1 R1 ГОСТ 4126-82.

Радиусный шаблон изображен на рисунке 94.

Эскиз с размерами, которые могут быть проконтролированы этим инструментом, представлен на рисунке 93.

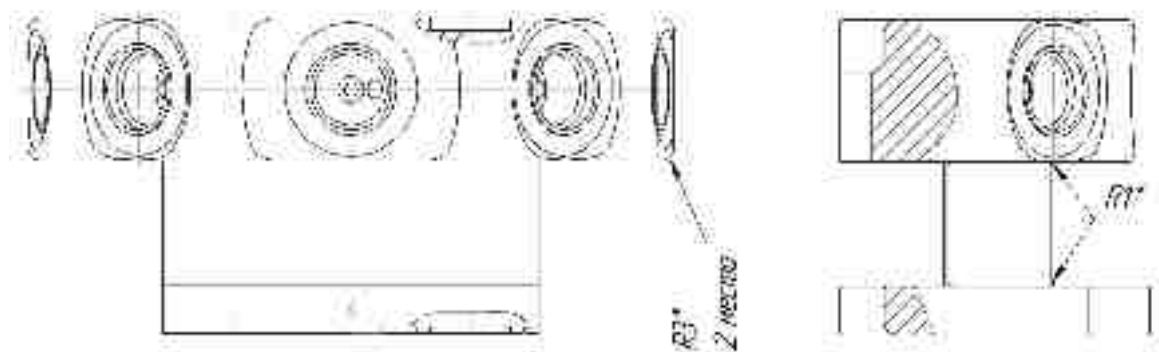


Рисунок 93 – Эскиз контроля радиусными шаблонами

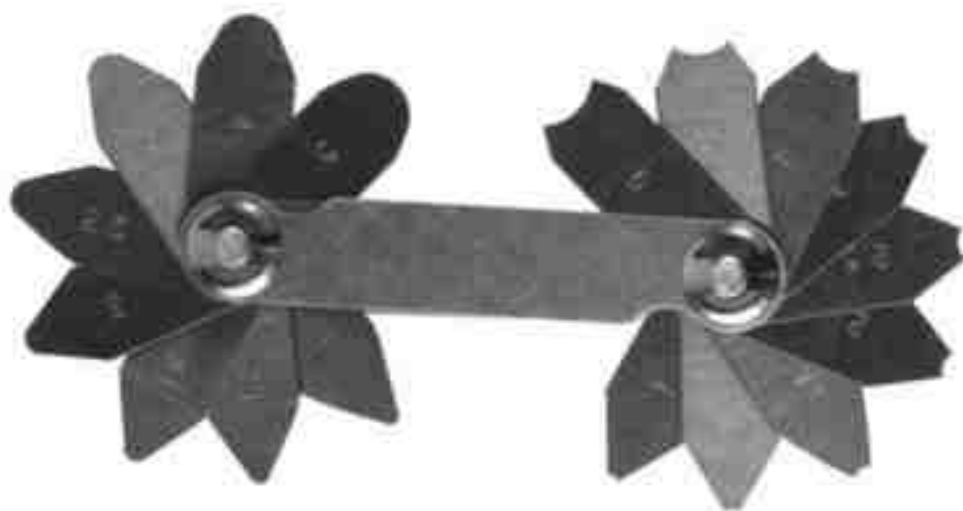


Рисунок 94 – Радиусный шаблон ГОСТ 4126-82

Весь подобранный стандартизированный измерительный инструмент может использоваться в проектом варианте технологического процесса.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали

Целью автоматизации технологического процесса является повышение производительности, качества и надежности изготавливаемых изделий. С целью получения наибольшей информации о возможности полной или частичной автоматизации проведем анализ проектного варианта технологического процесса, учитывая нижеперечисленные факторы.

4.1.1 Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

Технологический процесс детали «Корпус блока клапанного» не предусматривает специальных, универсальных и слесарных операций. Удаление заусенцев и притупление острых кромок обеспечивается в процессе механической обработки.

4.1.2 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

К выбранному в проектном варианте технологического процесса основному оборудованию возможно добавить устройства автоматического открывания-закрывания дверей станков, а также датчики для наладки и диагностики оборудования и режущего инструмента.

4.1.3 Концентрация переходов на операциях механической обработки

Технологический процесс изготовления детали состоит из пяти операций механической обработки. Концентрация переходов на двух из них очень высока, что может привести к отказу инструмента из-за сложности вывода стружки из зоны резания. Однако, концентрация переходов позволяет сократить вспомогательное время на перемещение и переустановку заготовок и улучшить точность обработки, в результате выполнения принципа совмещения баз, а также повышает степень автоматизации технологического процесса. Кроме этого подобранное оборудование предусматривает работу с высокой концентрацией переходов.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



#### 4.1.4 Габаритные размеры детали

Габаритные размеры детали: 71 мм x 146 мм x 70 мм; вес – 2,34 кг.  
Габаритные размеры детали и ее вес позволяют устанавливать деталь рабочим или роботом.

#### 4.1.5 Наличие поверхностей для захвата промышленным роботом

Для автоматизации процесса установки и базирования детали на станке, для перемещения на/со склад/накопитель можно использовать промышленного робота со схватом. До 005 операции механической обработки для захвата роботом может служить цилиндрическая поверхность 1, изображенная на рисунке 91. Для последующих захватов, перемещений и базирований используются плоскости 2 и 3, которые изображены на рисунке 92.

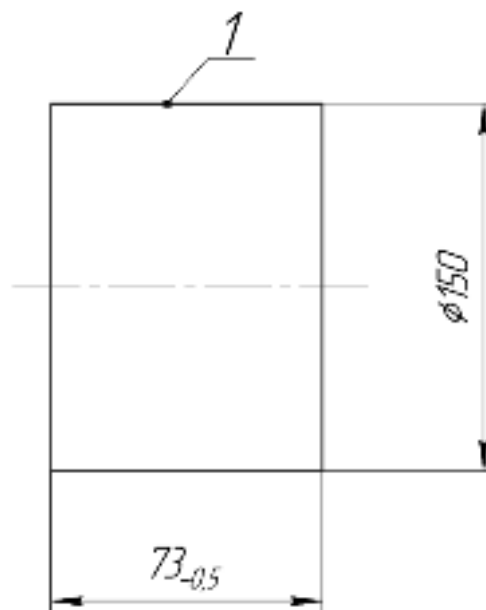


Рисунок 95 –Плоскости для захвата промышленным роботом

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

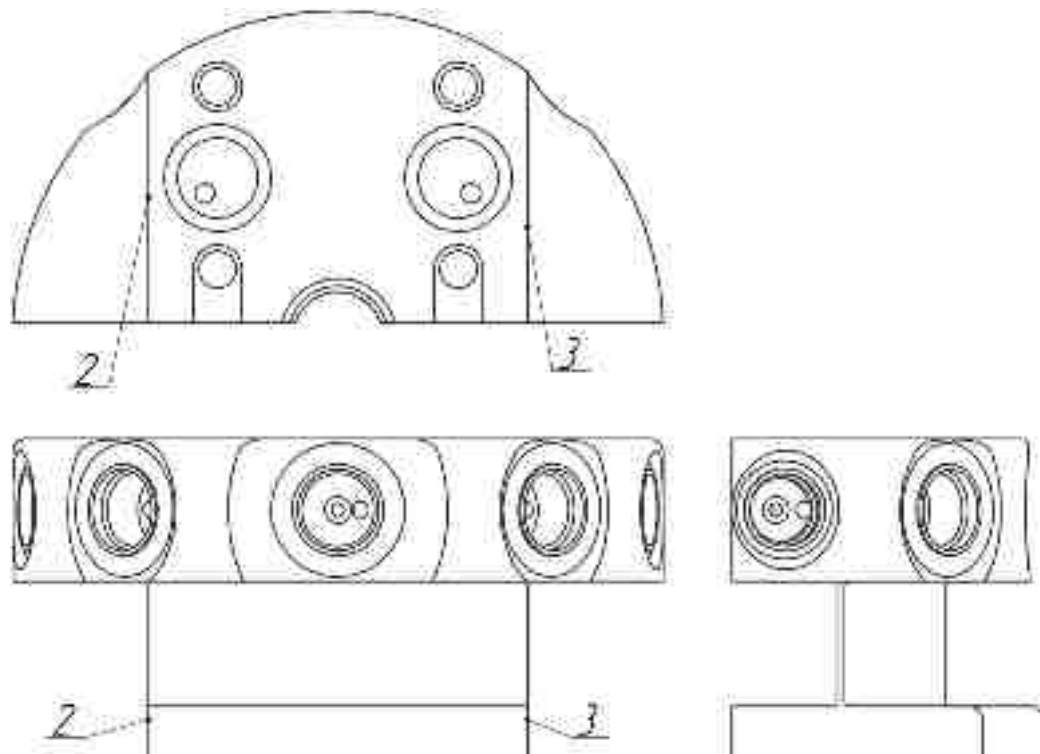


Рисунок 96 –Плоскости для захвата промышленным роботом

Выводы по разделу

Проведенный анализ возможности автоматизации показал, что проектный вариант технологического процесса обработки детали «Корпус блока клапанного» возможно автоматизировать. Присутствие человека необходимо только на операциях контроля, а также на участке подготовке производства.

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

4.2.1 Определение состава и числа оборудования станочного комплекса ГПС

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:

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

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

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

где  $\Phi_o$  – годовой фонд времени оборудования, ч ( $\Phi_o = 4025$  ч);  $K_{\text{исп}}$  – коэффициент использования оборудования по машинному времени ( $K_{\text{исп}} = 0,85$ );  $N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$T_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{12000} = 17,1$$

При укрупнённом расчете примем, что средняя станкоемкость на операцию, равна штучному времени на эту операцию.

$$C_{\text{ср}} = T_{\text{шт}}$$

Результаты определения количества оборудования на каждую операцию технологического процесса сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Количество оборудования на операции ТП

Наименование операции	Средняя станкоемкость, мин	Расчетное количество оборудования, шт	Принятое количество оборудования, шт
000 Заготовительная	6,9	0,2	1
005 Комплексная операция на обрабатывающем центре с ЧПУ	29,6	0,87	1
010 Фрезерная с ЧПУ	19,9	0,58	1
015 Ленточно-отрезная	4,3	0,13	1
020 Фрезерная с ЧПУ	5,5	0,32	1

#### 4.2.2 Определение структуры и состава автоматизированной транспортно-складской системы ГПС

Автоматическая транспортно-складская система (АТСС) в ГПС предназначена выполнять следующие функции: хранить в накопителях большой вместимости (складе) межоперационные заделы деталей и автоматически транспортировать их в заданный адрес по командам от ЭВМ; транспортировать детали от станка к станку, а также на позиции разгрузки и загрузки; оперативно пополнять накопители небольшой вместимости (приемно-передающие агрегаты, тактовые столы и др.), установленные около каждого станка; транспортировать обработанные детали на позиции контроля и возвращать их для продолжения дальнейшей обработки или на позиции загрузки-разгрузки.

##### 4.2.2.1 Определение характеристик стеллажа-накопителя

Максимальное число деталиустановок различных наименований (число серий), которые могут быть обработаны на комплексе в течение месяца, определим по формуле:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot \Phi_{\text{ст}} \cdot n_{\text{ст}}}{t_{\text{об}} \cdot N},$$

где  $\Phi_{\text{ст}}$  – месячный фонд отдачи станка, ч ( $\Phi_{\text{ст}} = 305$  ч);  $n_{\text{ст}}$  – число станков, входящих в ГПС;  $t_{\text{об}}$  – средняя трудоемкость обработки одной деталиустановки, мин;  $N$  – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования.

Подставляя, получим:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot 305 \cdot 3}{10 \cdot 1000} = 5,49.$$

Полученное число деталиустановок определяет число ячеек в стеллаже. Для обеспечения нормальной работы ГПС необходим запас ячеек в накопителе, равный примерно 10 % от  $K_{\text{наим}}$ , поэтому принимаем  $K_{\text{наим}} = 1$ .

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4.2.2.2 Расчет числа позиций загрузки и разгрузки

Расчет необходимого числа позиций загрузки и разгрузки производят по формуле:

$$n_{\text{поз}} = \frac{t \cdot K_{\text{дет}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60'}$$

где  $t$  - средняя трудоемкость операций на позиции, мин;  $K_{\text{дет}}$  - число деталиеустановок, проходящих через позицию в течение месяца, шт.;  $\Phi_{\text{поз}}$  - месячный фонд времени работы позиции, ч;  $\Phi_{\text{поз}} = \Phi_{\text{ст}} = 305$  ч.

$$K_{\text{дет}} = K_{\text{наим}} \cdot N,$$

где  $N$  - средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования  $K_{\text{наим}}$ , шт.

Подставляя получим:

$$K_{\text{дет}} = 5,49 \cdot 1000 = 5490 \text{ шт.}$$

Для расчетов можно использовать следующие значения трудоемкостей операций по загрузке ( $t_z$ ) и разгрузке ( $t_p$ ) деталей:  $t_z = 5$  мин;  $t_p = 3$  мин.

Подставляя получим:

$$n_{\text{поз}} = \frac{10 \cdot 5490}{305 \cdot 60} = 3.$$

#### 4.2.2.3 Расчет числа позиций контроля

Необходимое число позиций контроля  $n_{\text{поз.к}}$  в ГПС рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{t_{\text{к}} \cdot K_{\text{дет.к}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60'}$$

где  $t_{\text{к}}$  - суммарное время контроля одной деталиеустановки, мин;  $K_{\text{дет.к}}$  - число деталиеустановок, проходящих контроль за месяц, шт.;  $\Phi_{\text{поз}}$  - месячный фонд времени работы позиции контроля, ч.

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{K_{\text{дет}}}{n},$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						113
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $K_{дет}$  – число деталиустановок, обрабатываемых на комплексе за месяц, шт.;  $n$  – число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль, шт.:

$$n = \frac{n_1}{k_1 \cdot k_2},$$

где  $n_1$  – плановое число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль по требованию технолога, шт.;  $n_1=5$ ;  $k_1$  и  $k_2$  – поправочные коэффициенты, связанные с выводом деталей на контроль по требованию наладчика соответственно для первой деталиустановки в начале смены ( $k_1$ ) и сразу же после установки нового инструмента ( $k_2$ );  $k_1 = 1,15$ ;  $k_2 = 1,05$ .

Подставляя получим:

$$n = \frac{3}{1,15 \cdot 1,05} = 2,5 \approx 3;$$

$$K_{дет.к} = \frac{5490}{3} = 1830.$$

Время контроля одной деталиустановки:

$$t_k = t_{k_1} + t_{k_2} + \dots + t_{k_i},$$

где  $t_{k_1}$ ,  $t_{k_2}$ , ...,  $t_{k_i}$  – соответственно время контроля поверхностей детали после обработки на 1, 2 и т.д.  $i$ -м станках комплекса.

Для расчетов время каждого промежуточного контроля (после неполной обработки поверхностей на станках комплекса) можно принимать равным:

$$t_{п} = 5 \text{ мин};$$

время окончательного контроля всех поверхностей детали (после обработки на последнем станке комплекса):

$$t_{к.ок} = 30 \text{ мин.}$$

Подставляя получим:

$$t_k = 3 * 3 + 30 = 39 \text{ мин};$$

$$n_{поз.к} = \frac{39 \cdot 1830}{305 \cdot 60} = 3,9 \approx 4$$

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4.2.2.4 Проектирование предварительной компоновки ГПС

Для дальнейшего определения числа подвижных транспортных механизмов АТСС, расчета времени перемещения заготовок, а так же определения более рационального размещения оборудования необходимо узнать примерный маршрут движения заготовок при обработке на станках ГПС. Для этого осуществим планировку станочной и складской систем комплекса.

В первом варианте станки будут сгруппированы по типовой компоновочной схеме расположения оборудования. Первый вариант ГПС представлен на рисунке 93.

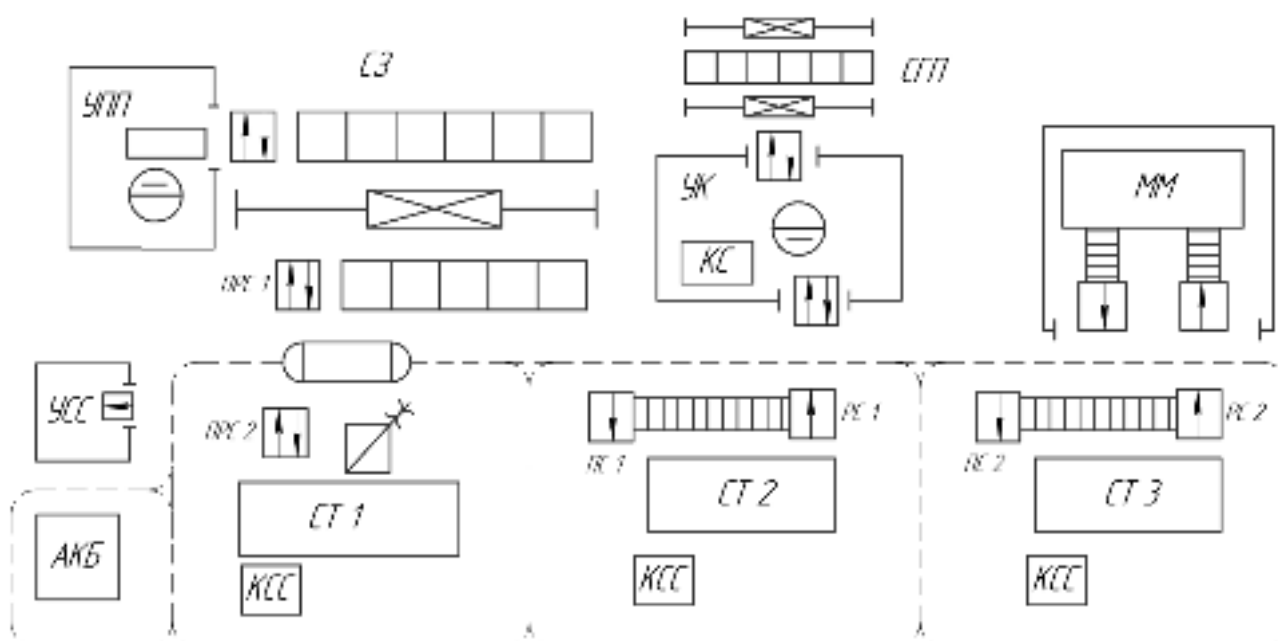


Рисунок 97– Схема ГПС

На данной схеме показано перемещение заготовок со склада заготовок (СЗ) роботом-штабелером на участок подготовки производства (УПП), а от него на приемно-раздаточный стол (ПРС 1). После поступления заготовки на ПРС 1, робокар перемещает заготовку на ПРС 2, которая затем при помощи промышленного робота помещается в станок (СТ1), а после обработки, обратно на ПРС 2. После этого заготовка при помощи робокара перемещается на участок контроля (УК), а от туда следует на приемный стол (ПС 1), откуда по конвейеру поступает в СТ 2, а после обработки на

раздаточный стол (РС 1). Затем робокар перемещает заготовку на УК, а после контроля доставляет на ПРС 1 и на склад, для перевозки заготовки в другой цех на ленточнопильный станок. После заготовка возвращается на склад, а с него на ПРС 1, а далее на РС 2, откуда по конвейеру заготовка загружается в СТЗ, а после обработки деталь поступает на РС 2. Робокар переносит деталь в моечную машину (ММ), а после перемещает ее на УК. После УК годные детали перемещаются на склад готовой продукции (СГП) при помощи робота-штабелера.

Также в этой системе присутствует участок сбора стружки (УСС), на который робокар отвозит контейнеры сбора стружки (КСС).

Для своевременной подзарядки аккумуляторной батареи робокара, в ГПС имеется участок подзарядки (АКБ).

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 9).

Таблица 9 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

Оборудование, к которому движется транспортное средство	Оборудование, от которого движется транспортное средство													
	СЗ	УПТ	ПРС 1	ПРС 2	СТ1	УК	РС 1	СТ2	РС 1	РС 2	СТ3	РС 2	ММ	СГП
Расстояние, пройденное транспортным средством														
СЗ		5	5											
УПТ	5		3											
ПРС 1	5	3				15								
ПРС 2			4		2									
СТ1				2										
УК				15					4				8	
РС 1						5								
СТ2							2							
РС 1								1						
РС 2			20											
СТ3										2				
РС 2											1			
ММ												5		
СГП						5								

Ориентировочные графы перемещений подвижных механизмов строятся на основе матриц перемещения и позволяют наглядно изобразить перемещения детали по ГПС. Граф перемещений представлен на рисунке 94.



Суммарное перемещение при такой компоновке ГПС равно 109 м.

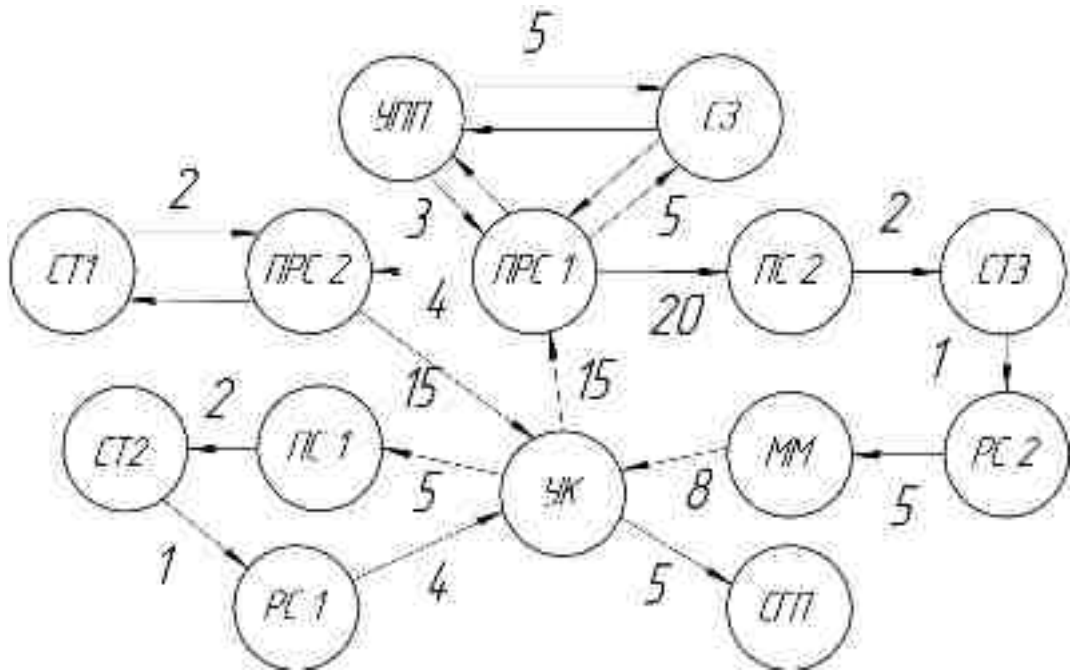


Рисунок 98– Граф перемещений транспортного механизма

Во втором варианте станки будут сгруппированы ходу выполнения технологического процесса изготовления детали «корпус блока клапанного». Второй вариант ГПС представлен на рисунке 95.

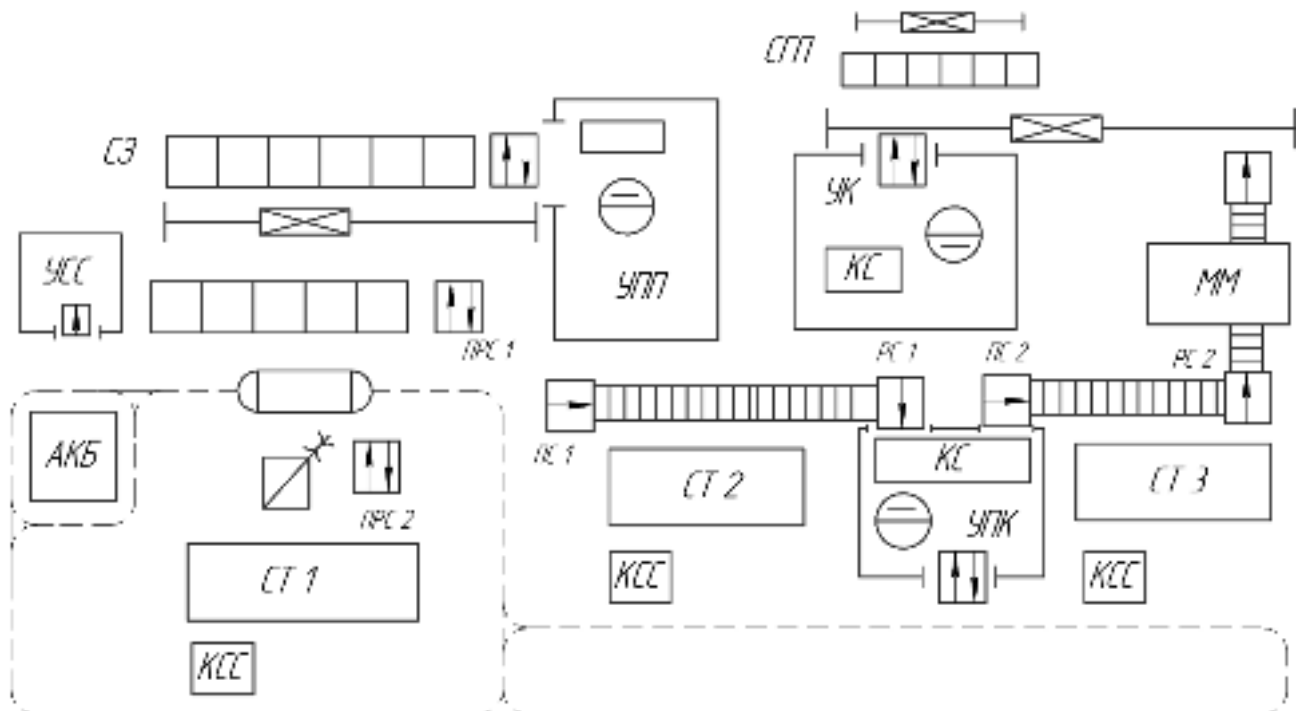


Рисунок 99– Схема ГПС

На данной схеме показано перемещение заготовок со склада заготовок (СЗ) роботом-штабелером на участок подготовки производства (УПП), а от него на приемо-раздаточный стол (ПРС 1). После поступления заготовки на ПРС 1, робокар перемещает заготовку на ПРС 2, которая затем при помощи промышленного робота помещается в станок (СТ1), а после обработки, обратно на ПРС 2. После этого заготовка при помощи робокара перемещается на участок промежуточного контроля (УПК), а от туда следует на приемный стол (ПС 1), откуда по конвейеру поступает в СТ 2, а после обработки на раздаточный стол (РС 1). Затем с РС 1 заготовка помещается на УПК, а после контроля переходит на ПРС 1 и на склад, для перевозки заготовки в другой цех на ленточнопильный станок. После заготовка возвращается на склад, а с него на ПРС 1, а далее на УПК и на ПС 2, откуда по конвейеру заготовка загружается в СТ3, а после обработки деталь поступает на РС 2. По конвейеру деталь переносится в моечную машину (ММ), а после перемещается роботом-штабелером на УК. После УК годные детали перемещаются на склад готовой продукции (СГП) при помощи робота-штабелера.

Также в этой системе присутствует участок сбора стружки (УСС), на который робокар отвозит контейнеры сбора стружки (КСС).

Для своевременной подзарядки аккумуляторной батареи робокара, в ГПС имеется участок подзарядки (АКБ).

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 10).

Ориентировочные графы перемещений подвижных механизмов строятся на основе матриц перемещения и позволяют наглядно изобразить перемещения детали по ГПС. Граф перемещений представлен на рисунке 96.

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПС равно 128 м.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						118
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Исходя из условий минимальных перемещений и гибкости автоматизированной системы, выбирается первый вариант расположения ГПС. Дальнейшие расчеты приводятся для этого варианта.

Таблица 10 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

Оборудование, к которому относится транспортное средство	Оборудование, от которого движется транспортное средство															
	СЗ	УПН	ПРС 1	ПРС 2	СТ1	УПК	ПС 1	С12	РС 1	ПС 2	С13	РС 2	ММ	УК	СТП	
СЗ		5	5													
УПН	5		3													
ПРС 1	5	3				20										
ПРС 2			4		2											
СТ1					7											
УПК			20	20					1							
ПС 1						20										
С12							2									
РС 1								1								
РС 2						1										
С13										2						
РС 2											1					
ММ												2				
УК													10			
СТП															5	

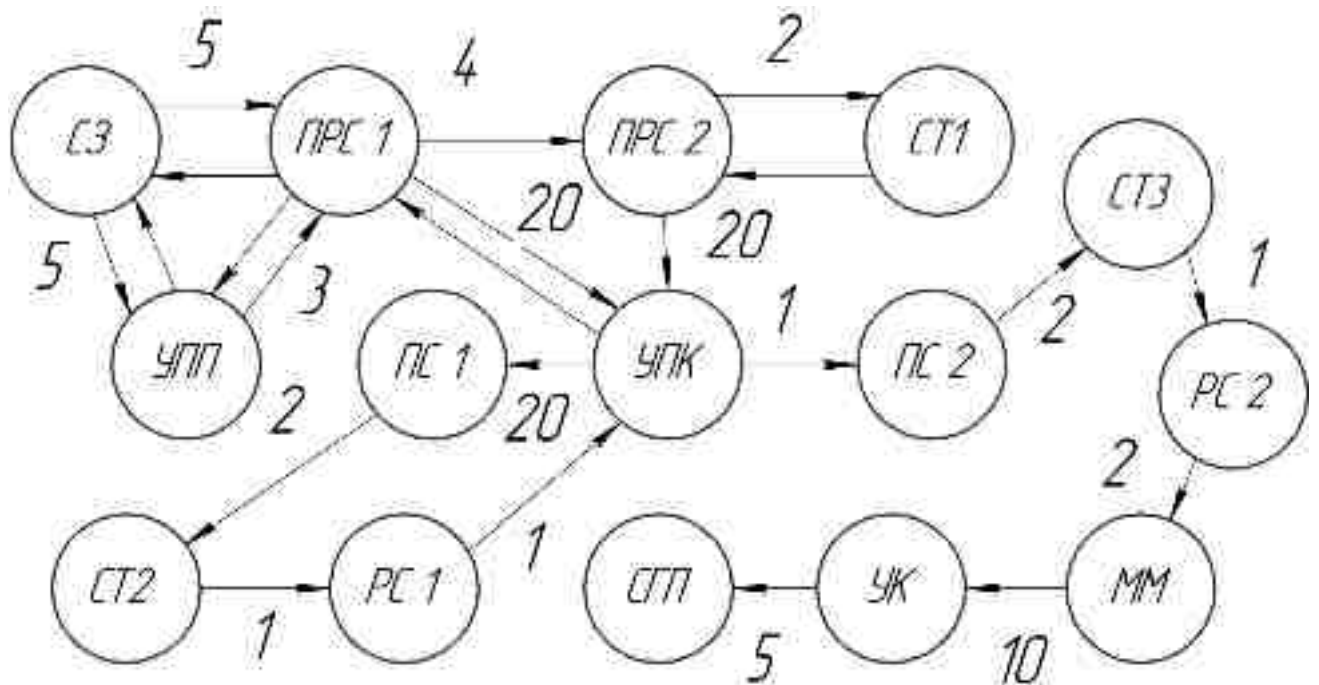


Рисунок 100– Граф перемещений транспортного механизма

#### 4.2.2.5 Определение числа подвижных транспортных механизмов

##### АТСС

Роботы должны передавать заготовки со стеллажа на станок, со станка на станок и со станка на стеллаж.

Рассчитаем суммарное время  $T_{\text{обсл}}$  работы робота со стороны станков:

$$T_{\text{обсл}} = \frac{K_{\text{стел-ст}} \cdot t_{\text{стел-ст}} + K_{\text{ст-ст}} \cdot t_{\text{ст-ст}}}{60},$$

где  $K_{\text{стел-ст}}$  – число перемещений между стеллажом и станками;  $K_{\text{ст-ст}}$  – число перемещений между станками;  $t_{\text{стел-ст}}$  – среднее время, затрачиваемое на передачу заготовки со стеллажа на станок и обратно, мин;  $t_{\text{ст-ст}}$  – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со станка на станок, мин.

Время выполнения штабелером одной передачи спутника равно:

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = t_1 + t_2,$$

где  $t_1$  – время отработки кадра "Подойти и взять ящик", мин;  $t_2$  – время отработки кадра "Подойти и поставить ящик", мин.

$$t_1 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{в.с}},$$

$$t_2 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{п.с}},$$

где  $t_k$  – время расчета и передачи кадра команды от ЭВМ в устройство ЧПУ робокара, мин;  $t_{\text{под}}$  – время подхода робокара к заданной точке, мин;  $t_{\text{в.с}}$  – время работы цикловой автоматики по выполнению команды "Взять ящик", мин;  $t_{\text{п.с}}$  – то же "Поставить ящик", мин.

Время  $t_k$  колеблется в пределах  $t_k = 1,5 \dots 10$  с; время  $t_{\text{в.с}} = t_{\text{п.с}} = 0,15 \dots 0,25$  мин. Время подхода робокара к заданной точке:

$$t_{\text{под}} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y},$$

где  $L_x$  и  $L_y$  – соответственно длина перемещения штабелера по осям  $x$  и  $y$ , м;  $V_x$  и  $V_y$  – соответственно скорость перемещения штабелера по осям  $x$  и  $y$ ,

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

м/мин. Для расчетов принимаем:  $V_x = 40$  м/мин;  $V_y = 5$  м/мин;  $L_x = 1$  м;  $L_y = 1$  м.

Подставляя получим:

$$t_{\text{под}} = \frac{4}{40} + \frac{2}{5} = 0,5 \text{ мин};$$

$$t_1 = t_2 = 0,17 + 0,5 + 0,2 = 0,87 \text{ мин};$$

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = 0,87 + 0,87 = 1,74 \text{ мин};$$

$$T_{\text{обсл}} = 2 \cdot 1,74 + 1 \cdot 0,87 = 4,35 \text{ мин.}$$

Рассчитав суммарное время обслуживания станков, определим число роботов для выполнения этой работы:

$$K_{\text{шт1}} = \frac{T_{\text{обсл}}}{\Phi_{\text{ш}} \cdot 60},$$

где  $\Phi_{\text{ш}}$  – фонд работы робота, ч.

Подставляя получим:

$$K_{\text{шт1}} = \frac{4,35}{305 \cdot 60} = 2,37 \cdot 10^{-4} \approx 1.$$

Для выполнения работы по перемещению заготовок и готовых деталей требуется один робот штабелер.

#### 4.2.3 Определение вспомогательных систем и участков, необходимых для функционирования ГПС

Для обеспечения функционирования гибкой производственной системы в автоматизированном режиме предусмотрена вспомогательная автоматизированная система уборки отходов (АСУО). Система представляет собой установленный в поддоне станка конвейер, который перемещает стружку из поддона в контейнер сбора стружки. Заполненный стружкой контейнер меняется на пустой с помощью робокара. Заполненный контейнер отвозится на участок сбора стружки.

АСУО сокращает количество контактов персонала с отходами и поднимает культуру производства на более высокий уровень.

Для установки, базирования и закрепления детали на станочном приспособлении служит участок подготовки производства (УПП). Участок

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						121
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

включает в себя склад приспособлений, устройства выверки детали при установке на спутник, позиции загрузки и разгрузки, обеспечивающие транспортную связь УПП с ГПС.

На основе анализа минимальных перемещений и степени гибкости ГПС, была выбрана первая компоновка, так как она более гибкая и меньше суммарное перемещение (109м). Выбранная компоновка представлена на рисунке 93.

#### 4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы

В качестве вспомогательного оборудования применим промышленного робота. Промышленный робот — манипуляционный робот, т.е. автоматическое устройство, состоящее из манипулятора и перепрограммируемого устройства управления, которое формирует управляющие воздействия, задающие требуемые движения исполнительных органов манипулятора. Применяется для перемещения предметов производства и выполнения различных технологических операций.

Для установки и базирования заготовки на станке был выбран робот Fanuc 120iC (рисунок 97), так как робот способен поднимать перемещать детали массой до 20 кг, и способен работать в зоне действия 2-х метров, а также имеет хорошую точность позиционирования, что удовлетворяет технологическому процессу изготовления детали типа «Корпус блока клапанного». Характеристики промышленного робота представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристики промышленного робота FANUK M710IC/20L

Параметры	Значения параметров
Контролируемые оси	6
Максимальная грузоподъемность, кг	20
Точность позиционирования (мм)	0,08
Масса робота (кг)	250
Радиус действия (мм)	1811



Рисунок 101 – Промышленный робот FANUC 120iC

Особенности и преимущества промышленных роботов:

- высокие угловые скорости осей;
- высокая производительность при перемещении заготовок;
- лучшие в своём классе инерционные показатели;
- интегрированные кабели и компактное полое запястье;
- внутренний кабельный пакет делает робота чрезвычайно простым в эксплуатации и обслуживании;
- отсутствие риска контакта кабелей с внутренними частями обслуживаемого станка.

Схема возможных перемещений рабочих органов робота представлена на рисунке 98.

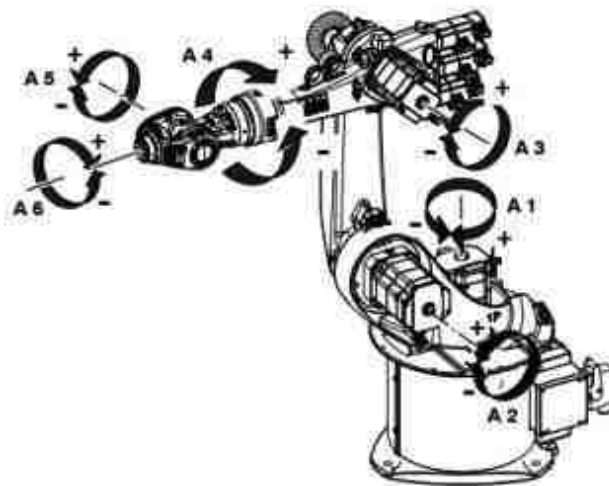


Рисунок 102 - Схема возможных перемещений рабочих органов робота

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						123
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Для захвата детали Корпус блока клапанного» необходим рабочий орган – схват промышленного робота. Поверхностями для захвата и базирования на детали являются 3 поверхности: цилиндрическая поверхность на 005 операции и 2 плоскости на 010 и 015 операциях.

Эскизы поверхностей представлены на рисунке 99.

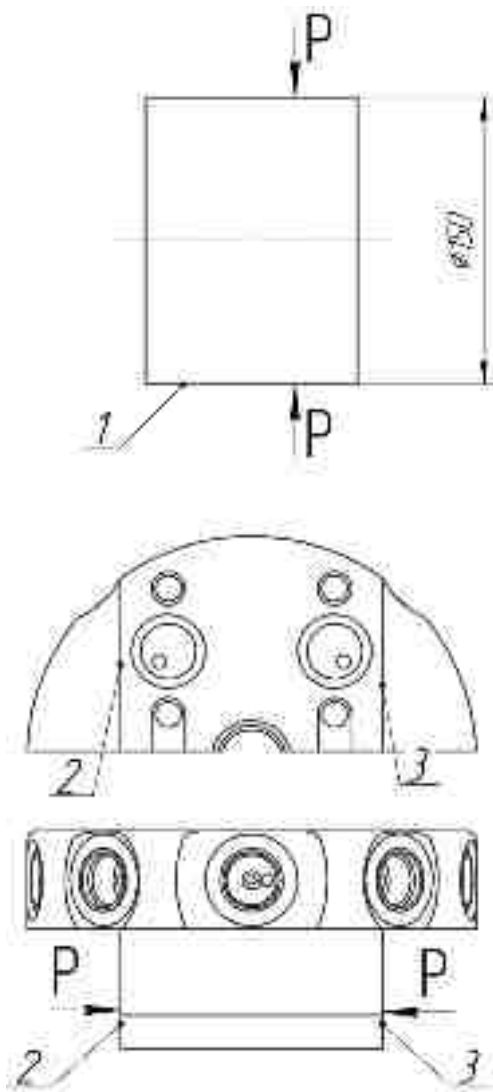


Рисунок 103 – Поверхности детали для захвата



## 5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

На основе структурной схемы ГПС разрабатывается планировка участка механической обработки, встроенного в основной цех, на основе спроектированного выше технологического процесса.

Заготовки со склада заготовок (СЗ) переносятся роботом-штабелером на участок подготовки производства (УПП), а от него на приемо-раздаточный стол (ПРС 1). После поступления заготовки на ПРС 1, робокар перемещает заготовку на ПРС 2, которая затем при помощи промышленного робота помещается в станок (СТ1), а после обработки, обратно на ПРС 2. После этого заготовка при помощи робокара перемещается на участок контроля (УК), а от туда следует на приемный стол (ПС 1), откуда по конвейеру поступает в СТ 2, а после обработки на раздаточный стол (РС 1). Затем робокар перемещает заготовку на УК, а после контроля доставляет на ПРС 1 и на склад, для перевозки заготовки в другой цех на ленточнопильный станок. После заготовка возвращается на склад, а с него на ПРС 1, а далее на ПС 2, откуда по конвейеру заготовка загружается в СТ3, а после обработки деталь поступает на РС 2. Робокар переносит деталь в моечную машину (ММ), а после перемещает ее на УК. После УК годные детали перемещаются на склад готовой продукции (СГП) при помощи робота-штабелера.

Также в этой системе присутствует участок сбора стружки (УСС), на который робокар отвозит контейнеры сбора стружки (КСС), кроме этого имеются пожарный кран и пожарный щит, ящик с песком, несколько огнетушителей, аптечка, подводы сжатого воздуха и средств охлаждения, а также автомат воды.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						125
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

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

Организация охраны труда на предприятиях является одной из важнейших задач и обязанностей администрации. Администрация предприятий, учреждений, организаций обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам по охране труда.

Проведение мероприятий по технике безопасности, а также создание и применение технических средств техники безопасности осуществляются на основе, утвержденной в установленном порядке нормативно-технической документации.

На заводе проводятся несколько мероприятий по технике безопасности:

- инструктажи по технике безопасности;
- плановые учения;
- периодический контроль и освидетельствование технического состояния оборудования.

Инструктаж по технике безопасности проводит инженер по технике безопасности. На предприятие проводятся следующие инструктажи:

- вводный инструктаж проходят все лица, впервые поступающие на работу, а также учащиеся, направленные на предприятия для прохождения производственной практики;
- инструктаж на рабочем месте проходят лица, поступающие на предприятие, учащиеся, направляемые для прохождения производственной практики, а также работники, переводимые с одной работы на другую или с обслуживания одного вида оборудования на другой, даже если этот перевод является временным;
- периодический (повторный) инструктаж проводится для проверки знаний работниками безопасных приемов работы, а также правил и

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						126
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

инструкций по технике безопасности. Работники общественного питания проходят его не реже одного раза в три месяца;

- внеплановый инструктаж проводится при изменении технологического процесса, при установке нового оборудования, а также после имевших место несчастных случаев;

- текущий инструктаж проводится при нарушении работниками правил техники безопасности, при неправильных приемах работы. Осуществляется он начальником цеха или представителем администрации на рабочем месте работников.

Все инструктажи, кроме текущего, регистрируются в специальном журнале.

Периодический контроль и освидетельствование технического состояния оборудования проводятся с целью предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций, чтобы оборудование не вышло из строя.

6.1.1 Технические средства и организационные мероприятия по защите от подвижных частей оборудования и разлетающейся в процессе резания стружки

Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие виды защиты:

- ограничивающие, закрывающие доступ к опасным частям оборудования. Для этого используются кожухи, щиты, решетки, сетки. Ограждения должны быть достаточно прочными, надежно крепиться к фундаменту или частям машины;

- предохранительные, автоматически отключающие оборудование при выходе какого-либо параметра за пределы допустимого;

- сигнализирующие, окраска опасных частей оборудования в красный цвет.

Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие мероприятия и системы защиты:

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						127
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- для защиты от разлетающейся стружки используются очки, щитки, экраны;
- станки должны быть оборудованы специальными сборниками и экранами защиты оператора;
- рабочие должны использовать дерматологические кремы и пасты, необходимо проводить санитарный инструктаж.

Мероприятия, проводимые при использовании СОЖ:

- на состав применяемой СОЖ необходимо разрешение санитарного надзора;
- состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 121.3.025-80 ССБТ. обработка металлов резанием. Общие требования безопасности;
- приготовление и подача СОЖ к станкам должна быть централизованной;
- периодичность и промывка систем для подачи её должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев.

6.1.2 Нормируемые параметры микроклимата и способы создания их оптимальных величин:

К нормируемым параметрам микроклимата относятся:

- температура воздуха;
- влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Помещение оборудуется обще обменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. Общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м<sup>3</sup>/час на один станок.

Нормируемые параметры микроклимата не должны выходить за пределы нормативных величин, приведенных в таблице 12.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						128
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 12 - Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Категория работ по энергозатратам	t воздуха	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, Дм/с
Холодный и переходный	1	21-24 (25-28)	60-40 (до75)	0,1 (0,1-0,3)
	2	18-20 (16-17)		0,2 (0,2-0,5)
	3	16-18 (15-26)		0,3 (0,3-0,6)
Теплый	1	22-25	60-40 (75-55)	0,2-0,5
	2	20-23		0,2-0,5
	3	18-21		0,3-0,7

Выполнение этих норм осуществляется путем проведения следующих мероприятий:

- в теплое время за счет вентиляции;
- в холодное время за счет вентиляции, отопления;

## 6.2 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность - система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного действия электрического тока.

К работе на электроустановках должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действие, вызывая местные и общие травмы. Характер действия электрического тока на организм человека в зависимости от его величины приведен ниже в таблице 13.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						129
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 13 - Действие электрического тока на организм человека

Действующий ток	Величина тока, А		Характер действия
	Переменный, 50 Гц	Постоянный	
Пороговый ощутимый	0,6- 1,5	6-7	Вызывает ощущение раздражения
Пороговый неощутимый	10- 15	50-70	Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть

Согласно правилам устройства электроустановок помещение участка механической обработки относится к особо опасному с точки зрения электрической безопасности. Основные причины несчастных случаев на участке:

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

Основные технические мероприятия и средства защиты от поражения электрическим током:

- изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;

- применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;
- зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания;
- заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;
- использование изолирующего трапа.

Проводятся также следующие организационные мероприятия:

- периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;
- обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления, наличия трапа у станка;
- запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;
- привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж;
- применение предупредительных надписей и указательных знаков.

### 6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

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

Причина возникновения пожара для данной категории:

- неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса;
- неисправность или перегрузка электрооборудования, что может привести к задымлению или возгоранию электродвигателей и других электрических приборов;

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						131
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- неправильное хранение смазывающих веществ, эмульсий, а так же промасляной ветоши;
- самовозгорание горючих веществ.

К первичным средствам пожаротушения относят: огнетушители, гидropомпы, вёдра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, ломы, войлок и т. д. Для различных объектов и помещений существуют нормы первичных средств пожаротушения.

Пожары на участке возможны по следующим причинам:

- металлообработка связана с применением масел, масло используется для смазки станков и в гидроприводах;
- недостатки в эксплуатации технологического оборудования, системы электроснабжения, освещения, вентиляции, отопления главным образом из-за нарушения графиков их обслуживания и ремонта, это может привести к перегрузке оборудования и короткому замыканию в сетях электроэнергии;
- возможные нарушения требований пожарной безопасности на участке, связанные с курением в не установленных местах, проведением сварочных и других работ без предварительной подготовки, неудовлетворительное
- состояние промасленной ветоши, несвоевременной уборкой пролитого масла.

Организационные мероприятия по пожарной безопасности на участке и рабочих местах включают в себя:

- разработку инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действии людей при возникновении пожара (запрещение курения в не отведенных местах, порядок хранения и использования промасляной ветоши, СОЖ, обязательная уборка промышленной и других горючих жидкостей).

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						132
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



- организацию обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности (вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте).
- оформление наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.
- оформление стенда пожарной безопасности, на котором размещены: цеховая инструкция по пожарной безопасности; плакаты с устройствами и правилами пользования огнетушителями; план эвакуации из цеха в случае пожара; номера телефонов пожарной части.

В результате соблюдения всех норм, правил и мероприятий достигается полная безопасность технологического цикла изделия «Корпус блока клапанного».

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						133
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был проведен анализ действующего технологического процесса для детали «Корпус блока клапанного». В результате анализа были выявлены следующие недостатки:

- технологическая документация оформлена с ошибками;
- возникновение брака при обработке;
- в ТП применяется слишком много слесарных операций;
- в ТП используется большое число специального режущего

инструмента и специальной инструментальной оснастки, что приводит к трудностям переналадки и возникновению дополнительных погрешностей.

Кроме того, был разработан проектный вариант технологического процесса с применением современного оборудования, металлорежущего инструмента, технологической оснастки и измерительных средств, что приводит к быстрой переналадке оборудования для производства деталей другой номенклатуры. Все это позволило свести к минимуму численность рабочего персонала, автоматизировать производственный процесс, сократить время изготовления детали.

Также была спроектирована схема гибкого производственного участка для изготовления детали типа «Корпус блока клапанного». Для автоматизации участка определены составы станочного и вспомогательного оборудования, а также разработана структура АТСС и АСУО.

Были указаны меры и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда, мероприятия по электробезопасности, а так же мероприятия по пожарной безопасности.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						134
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков. – Челябинск.: Машиностроение, 2010. – 480 с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. в 2 т. / под общ. ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерикова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. –Т.2. – 542 с.
3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением – М.: Экономика, 1990.
4. Шамин В.Ю. Технология машиностроения. Электронные методические указания по выполнению курсовой работы. Челябинск.: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 445 Кб.
5. Каширин, Н.А. Оформление технологических карт в курсовых и дипломных проектах / Н.А. Каширин, В.А. Батуев, И.М. Морозов. – Челябинск.: Издательство ЮУрГУ, 2006. – 77 с.
6. Кулыгин В.Л. Технология машиностроения / В.Л. Кулыгин, В.И. Гузеев, И.А. Кулыгина. – М.: Издательский Дом «БАСТЕТ», 2011. – 184 с.
7. Григорьев С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.
8. Пилипчук В. А. Организация и планирование производства. Методические указания. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003 г. – 43 с.
9. Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению. Составители: Н. В. Сырейщиков, В. И. Гузеев, И. В. Сурков, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005 г. – 49 с.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						135
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Гришин, Р.Г. Нормирование станочных работ. Определение вспомогательного времени при механической обработке деталей: учебное пособие / Р.Г. Гришин, Н.В. Лысенко, Н.В. Носов.– Самара 2008. – 143 с.

11. Орлов, П.Н. Краткий справочник металлиста / П.Н. Орлов, Е.А. Скороходов. –М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.

12. Тихонов, А.П. Технология машиностроения / А.П. Тихонов, М.А. Заславский. – М.: МАШГИЗ, 1962.

13. Боровик, С.И. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие с элементами самостоятельной работы студентов / С.И. Боровик, Л.М. Киселева, А.В. Кудряшов и др; под ред. А.И. Сидорова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – Ч. I. – 247 с.

14. Кирсанов, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учебное пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» /О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой, В.А. Гречишников. Под общ.ред. Г.Н. Кирсанова – М.: Машиностроение, 1986. – 228 с.

					ЮУрГУ.15.03.05.2017.452.ПЗ ВКР	Лист
						136
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		