

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Механико-технологический факультет  
Кафедра техники и технологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/А.В. Прохоров

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Проектирование участка механической обработки детали  
«Корпус влагопоглотителя» с разработкой  
конструкторско-технологического оснащения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 150305.2017.008.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты:

доцент

\_\_\_\_\_/ В.В. Ахлюстина

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

доцент

\_\_\_\_\_/ Д.В. Ардашев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_/ А.В. Акинцева

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Руководитель работы

доцент

\_\_\_\_\_/ В.В. Ахлюстина

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Автор работы

студент группы ДО – 492

\_\_\_\_\_/ Лаврентьева Н.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Нормоконтролер

доцент

\_\_\_\_\_/ В.В. Ахлюстина

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Озерск 2017

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## ВВЕДЕНИЕ

Целью дипломного проекта является:

1) Полный анализ действующего технологического процесса, документации, применяемого оборудования, инструмента и оснастки.

2) Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус», зажимного и контрольного приспособления, для операций контроля. Расчет промежуточных операционных размеров, а также размеров заготовки, основываясь на размерных цепях. Выбор метода её получения, и расчет режимов резания на операции механической обработки. Проектирование специального участка механической обработки.

Машиностроение является одной из ведущих отраслей промышленности России. Оно имеет многоотраслевой динамичный характер, отражая в своей структуре изменения потребностей хозяйства страны. Машиностроению присуща глубокая специализация и широкое кооперирование производства.

Машиностроение и металлообработка - одна из старейших отраслей промышленности России. Еще в царской России она развивалась преимущественно в Центральном Петербургском и Уральском районах. Во время индустриализации машиностроительные производства переместились в восточные районы - Сибирь, Дальний Восток, а научно-технический прогресс существенно изменил отраслевую структуру, повысил роль среднего и точного машиностроения.

Тяжелое машиностроение тяготеет к металлургическим базам, поэтому в основном концентрируется на Урале (Екатеринбург, Орск), в Сибири (Красноярск, Иркутск), в Центральной России (Белгород), где производят оборудование для горной и целлюлозно-бумажной промышленности, энергетики. Историческим центром энергетического машиностроения является Санкт-Петербург.

Транспортное машиностроение, в частности производство локомотивов, вагонов сосредоточенную в Центральной России (Коломна, Брянск, Тверь), на Северном Кавказе (Новочеркасск), Урале (Нижний Тагил). Судостроение

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

тяготеет к морским (Санкт-Петербургом, Астрахань, Мурманск, Владивосток) и речных портов (Нижний Новгород, Волгоград, Тобольск).

Сельскохозяйственное машиностроение ориентируется на потребителя. Производство зерновых (Ростов-на-Дону, Таганрог, Красноярск), льно-и картофелеуборочных (Центральный район) комбайнов.

Для отраслей среднего машиностроения характерно широкое кооперирование и технологическая специализация. Автомобилестроение, ориентируясь в размещении на трудовые ресурсы, начинало развиваться в центре европейской части России (Москва, Брянск), впоследствии переместилась на восток и сейчас его основным районом является Поволжье. Здесь выпускают большегрузные (Набережные Челны), средне грузные (Нижний Новгород, Ульяновск) и легковые автомобили (Тольятти, Нижний Новгород), автобусы. Производство тракторов размещено в Поволжье (Волгоград, Чебоксары), в Центральной России (Владимир, Липецк, Санкт-Петербург), на Урале (Челябинск) и в Сибири (Рубцовск). Станкостроение исторически сложилось в Центральной России (Москва, Санкт-Петербург), а сейчас развито повсеместно, часто определяя специализацию экономической района, узла, центра.

К среднему машиностроения относится и военно-промышленный комплекс (ВПК), деятельность которого и размещения предприятий до недавнего времени считались государственной тайной. Основные районы сосредоточения ВПК - Урал (20%), Центральная Россия (17%), Волго-Вятский район (13%), северо-западные районы России (10%). В Москве треть предприятий и почти половина научных установ связана с военным производством. Сейчас ВПК подвергся значительной перестройке в связи с конверсией, которая открыла возможности использования большого научно-технического потенциала для нужд экономики страны.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле

Деталь «Корпус влагопоглотителя» относится к осушителю воздуха для транспортных средств и, в особенности, к картриджу или патрону с влагопоглотителем предназначенный для удаления влаги из воздуха, проходящего через патрон для осушителя воздуха.

Применение аппарата для осушения воздуха, именуемого далее осушителем воздуха, в воздушных системах автомобиля хорошо известно. Как правило, аппарат для осушения воздуха располагается между источником воздуха, например, компрессором, и резервуаром. Осушитель воздуха содержит вещество, поглощающее влагу, например, силикагель, которое удаляет влагу из воздуха, поступающего из компрессора, чтобы воспрепятствовать проникновению указанной влаги дальше, в воздушную систему автомобиля, где она может со временем вывести из строя компоненты воздушной системы. Чтобы удалить влагу, скопившуюся во влагопоглотителе, осушитель воздуха периодически продувается в атмосферу сухим воздухом из резервуара. Продувка влагопоглотителя, как правило, производится в такое время, когда компрессор не работает, и резервуар не нуждается в значительном поступлении сухого воздуха. Влагопоглощающее вещество обычно содержится в портативном контейнере, именуемом далее картриджем или патроном, который в качестве сменного элемента устанавливается в осушителе воздуха. Патрон периодически нужно заменять вследствие снижения эффективности влагопоглощающего вещества течением времени.

Корпус имеет входное отверстие, соединяемое с источником сжатого воздуха, выходное отверстие, соединяемое с резервуаром, и влагопоглотитель, расположенный между входным и выходным отверстиями, предназначенный для удаления влаги из воздуха, проходящего через патрон для осушителя воздуха. (Рисунок 1.1, Рисунок 1.2, Рисунок 1.3).

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

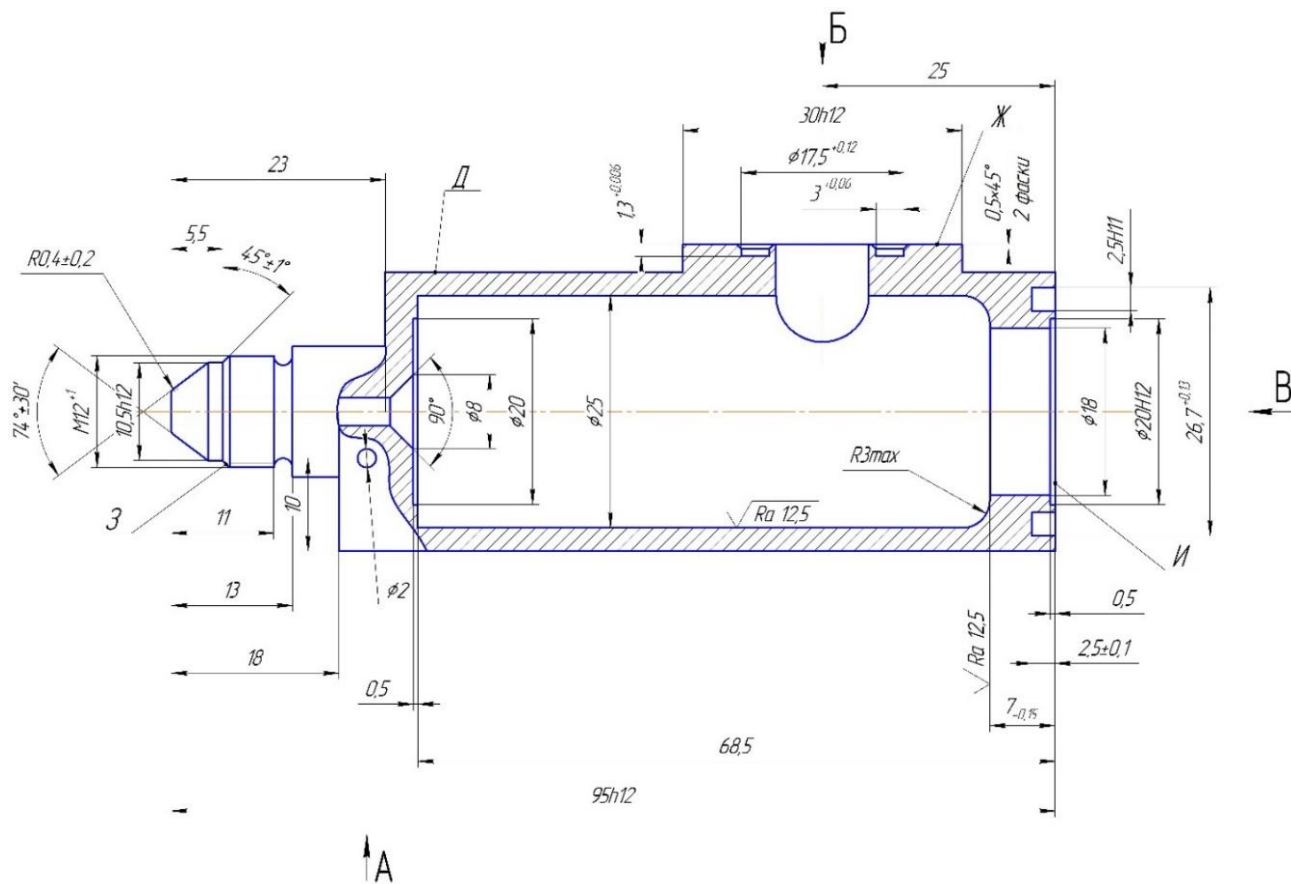


Рисунок 1.1 – Деталь «Корпус влагопоглатителя»

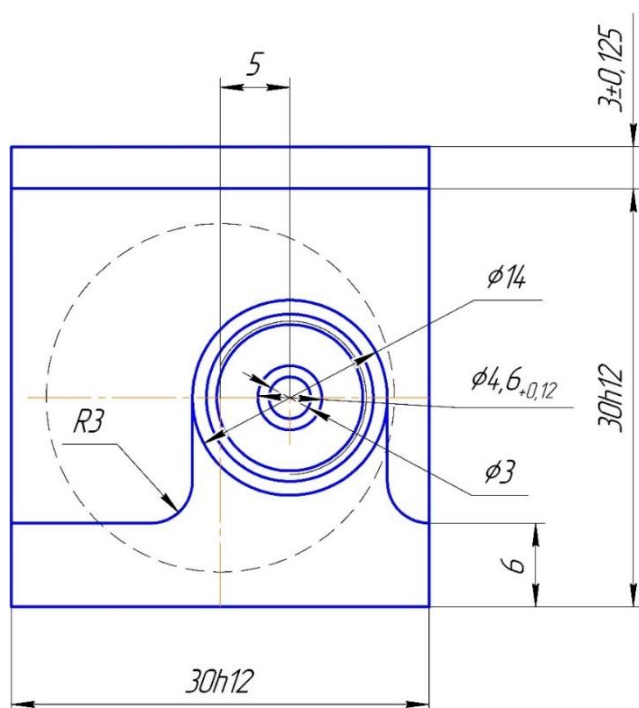


Рисунок 1.2 – Деталь «Корпус влагопоглатителя»

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

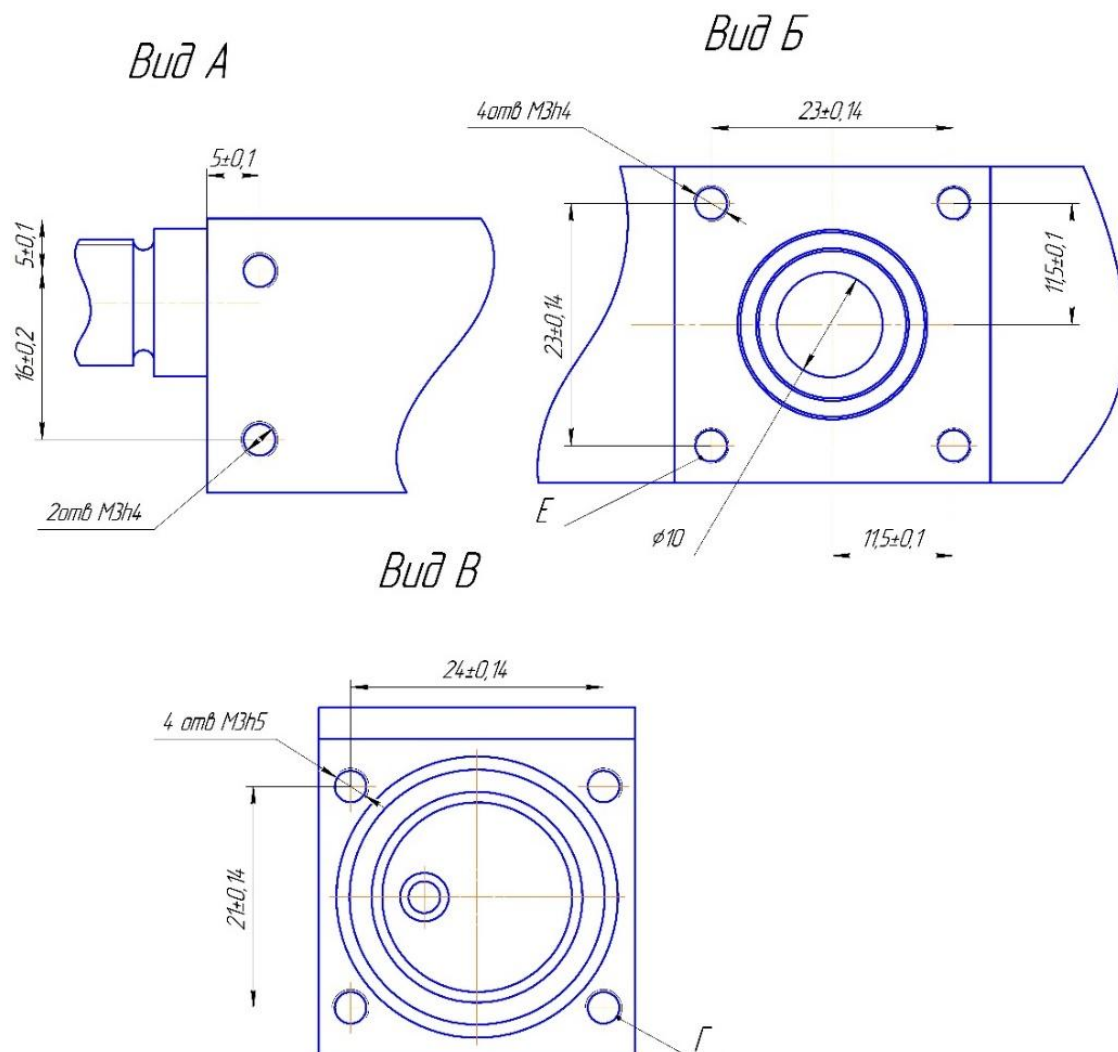


Рисунок 1.3 – Деталь «Корпус влагопоглатителя»

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Корпусные детали – базовые детали машин, служат для размещения в них различных механизмов. Особенности:

- наличие систем точно обработанных отверстий, скоординированных между собой и относительно базовых плоскостей;
- корпуса часто разъемные;
- много резьбовых крепежных отверстий.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



### Рисунок 1.4 – 3D модель детали

Деталь – корпус, заготовкой служит, отливка из сплава В124. Сплав марки В124 обладает хорошими литейными свойствами, достаточно высокой герметичностью и не склонен к образованию горячих трещин. Сплав марки В124 хорошо обрабатывается резанием, удовлетворительно сваривается аргонодуговой сваркой. Максимальная рабочая температура — 250 °С. Механические свойства сплава в термически обработанном состоянии по ГОСТ 1583–93. Временное сопротивление ( $\sigma_B$ ) — не менее 392 Мпа. Относительное удлинение ( $\delta$ ) — не менее 7. Исходя из всех характеристик материала, для механической обработки следует применять специальные режущие инструменты и режимы резания.

Таблица 1 – Химический состав в % материала В124

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	B	Mg	Примесей
до 0.3	8–11	0.1–0.3	0.1–0.3	83.65–88.64	3–4	0.01 – 0.1	0.15–0.35	всего 0.3

В связи с объемом партии, целесообразные виды механической обработки – наружное точение, растачивание отверстий, подрезание торцов, сверление, нарезания резьбы, фрезерование.

Технические требования:

1. Предельное отклонение размера по диагонали между осями двух любым отверстия Г и Е не более  $\pm 0,2$  мм
2. Надпись гравировать шрифт 5 по НО.010.007
3. Покрытие: 1) Ан.Окс.НКР; 2) наружной поверхности эмаль МЛ-165 серая Ш.В2 кроме поверхностей З, Ж. И и канавок во фланце ГОСТ 12034-17 материал- заменитель ЭП-140 серая Ш В2 ГОСТ 24709-81; 3) гравировки эмаль ЭП-51, чёрная В2 ГОСТ 9640-85
4. Остальные технические требования по ОСТ ЧГО.070.014

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ технологичности детали

Деталь «корпус влагопоглотителя» изготавливается отливкой по выплавляемым моделям по форме, приближённой к готовой детали из материала В124 и массой  $m=0,26$ (Кг). С точки зрения механической обработки деталь имеет следующие недостатки в отношении технологичности. Расположение влагоотвода смещено относительно основной оси детали. Остальные обрабатываемые поверхности с точки зрения точности и чистоты не представляют значительных технологических трудностей, позволяют вести обработку на проход и допускают применение высокопроизводительных режимов обработки.

Обработка поверхностей производится различными инструментами: резцы, фрезы, сверла, метчики всё это многообразие инструментов указывает на не технологичность детали.

На некоторых поверхностях проставлены различные квалитеты, требования, которые надо выполнять, при их несоблюдении деталь будет считаться

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

браком. Также по причине не многократной переустановки детали во время обработки, и использования различных инструментов при обработке, процесс изготовления детали, в целом является технологичным.

Для повышения точности, и максимально приближенной форме детали, методом получения заготовки был выбран – литье по выплавляемым моделям. Литье по выплавляемым моделям (ЛВМ) – способ получения отливок в многослойных оболочковых неразъемных керамических формах, изготавливаемых с использованием выплавляемых, выжигаемых или растворяемых моделей однократного использования.

Сущность способа получения отливок по выплавляемым моделям состоит в том, что модель отливки и модель литниковой системы изготавливают из легкоплавких материалов путем запрессовки их или заливки их в пресс-формы. Затвердевшую модель извлекают из пресс-формы, припаивают к литниковой системе, образуя модельный блок. На поверхность модельного блока наносят несколько слоев суспензии и обсыпки, которые после сушки создают на блоке высокоогнеупорную керамическую оболочку. Выплавив из оболочки модельный состав, получают тонкостенную оболочку литейной формы отливки. Полученную оболочку формуют в специальных неразъемных опоках, прокалывают и заливают расплавом.

Способ получения отливок по выплавляемым моделям дает возможность:

- получать отливки, максимально приближенные по форме и размерам с высокой чистотой поверхности;
- получать отливки с минимальным припуском на обработку из любых сплавов, в том числе не поддающихся ковке и штамповке и трудно обрабатываемых механической обработкой;
- объединять отдельные детали в компактные цельнолитые узлы;
- создавать конструкции (например, лопатки ГТД со сложными лабиринтными полостями газового тракта), невыполнимые какими-либо другими методами обработки.

Все вышеперечисленные преимущества способа литья по выплавляемым

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

моделям в полной мере могут быть реализованы только при условии, что детали сконструированы с учетом особенностей этого способа, т.е. они технологичны для литья по выплавляемым моделям. Литье по выплавляемым моделям можно использовать в условиях единичного (опытного), серийного и массового производства. Наиболее целесообразно изготовлять этим способом мелкие, но сложные по конфигурации отливки, а также крупные отливки, к которым предъявляются высокие требования по точности размеров и чистоте литой поверхности, отливки из труднообрабатываемых сплавов.

## 2.2 Анализ действующего технологического процесса

### 2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

Анализ конструкторской документации:

В ходе изучения чертежа детали были выведены следующие недостатки:

Чертеж содержит все необходимые сведения о качестве обрабатываемых поверхностей. Параметры шероховатости на чертеже проставлены согласно ГОСТ 2789–73. Поправки в стандарт введены в 2006 г., где предложено новое обозначение параметров шероховатости поверхностей.

Рисунок 2.1- Шероховатость по ГОСТ 2789–73



Рисунок 2.2- Неуказанная шероховатость по ГОСТ 2789–73

Изменения стандарта 2006 года рекомендуют следующее обозначение:

Рисунок 2.3. Шероховатость

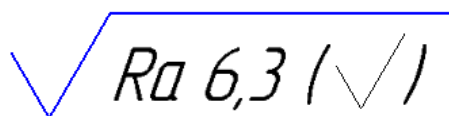


Рисунок 2.4 – Неуказанная шероховатость

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

В процессе технологического контроля чертежа, был сделан вывод, что на чертеже достаточно видов, разрезов, сечений, дающих полное представление о конструкции детали, простановка размеров – рациональная.

Анализ технологической документации:

Действующий техпроцесс представлен маршрутными картами. На маршрутных картах присутствуют номера операций и их название. Порядок операций не нарушен. В операциях указано применяемое оборудование (Рис.11), оснастка и приспособление с указанием ГОСТов (Рис.12).

### Рисунок 2.5– Программная операция № 1

Рисунок 2.6– Оснастка и приспособление для программной операции

Маршрутные карты обладают недостаточной информацией по способу получения детали. Они позволяют определить только последовательность операций, но не порядок обработки и время их выполнения.

Операционные карты и карты эскизов отсутствуют и, следовательно, отсутствует информация о переходах на операциях, затраченном времени на них, параметрах обрабатываемых поверхностей, их шероховатостей и точности взаимного расположения поверхностей.

#### 2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента и оснастки

Обработка детали производится на различном оборудовании. Это приводит к необходимости применения дополнительных приспособлений для закрепления и позиционирования заготовок. На некоторых операциях используется специальная технологическая оснастка, применяемая только для этой детали. На других операциях используются стандартная оснастка, что является эффективным. Приспособления не автоматизированы, что увеличивает время на установку и закрепление детали. Ни на одном приспособлении не применяются гидравлические и пневматические приводы, что является недостатком данного технологического процесса. Это всё также увеличивает

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

затраты и время на изготовление детали.

В процессе обработки деталь обрабатывается на ленточнопильном станке, токарно–винторезном, фрезерном с ЧПУ, координатном – расточном и вертикально сверлильном станке – это оборудование достаточно эффективно. В процессе обработки происходит множество переустановок детали, что приводит к возникновению погрешностей установки и базирования. Это сказывается на качестве изготовления детали, возникает необходимость промежуточного контроля выполнения размеров на операции, что приводит к увеличению времени обработки и, соответственно, к повышению затрат на изготовление детали.

Рассмотрим применяемое оборудование и технологическую оснастку для каждой операции в отдельности.

#### 005 Отрезная

На данной операции применяется ленточнопильный станок Ergonomic STG 250GH. Производитель Чехия.

Полуавтоматический ленточнопильный станок Ergonomic STG 250GH оснащен пильной рамой, которая имеет диапазон вращения  $45^{\circ} - 90^{\circ} - 60^{\circ}$ . На поворотной консоли станка расположен режущий узел с мерной линейкой угла упора. Пильная рама поворачивается вручную, с позиции оператора. Ленточное полотно движется со скоростью 40/80 м/мин и имеет ступенчатое переключение. Регулировка возвращения пильной рамы в исходную точку, скорость движения и скорость опускания ленточного полотна регулируется с контрольной панели оператора.

Рисунок 2.7- Ленточнопильный станок Ergonomic STG 250GH

Таблица 4. Технические характеристики ленточнопильного станка Ergonomic STG 250GH

Технические характеристики	
Максимальный размер заготовки при резке под углом 90, мм	320×250
Размер ленточного полотна, мм	2910×27×0,9

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Скорость движения ленточного полотна, м/мин	40/80
Угол поворота пильной рамы, град	0–45–60
Мин. Остаток заготовки, мм	40
Мощность, кВт	1,1/1,5
Габаритные размеры, мм	900×1500×1250
Масса, кг	
Мин. Диаметр заготовки, мм	5
Мин. Остаток заготовки, мм	40
Мощность, кВт	1,1/1,5
Габаритные размеры, мм	900×1500×1250
Масса, кг	385

Дополнительная комплектация:

- Бесступенчатая регулировка скорости движения ленточного полотна
- Устройство пакетной резки заготовок
- Лазерная подсветка линии реза
- Устройство микрораспыления СОЖ
- Подсветка рабочего места оператора
- Регулировка давления зажимных тисков
- Пистолет для смыва стружки
- Тензомат
- Индикация натяжения ленточнопильного полотна

#### 010 Токарная

На данной операции применяется токарно–винторезный универсальный станок ИЖ–250. Производитель: Ижевский станкостроительный завод Иж-маш Станко.

Станки токарно–винторезные моделей ИЖ–250 (ИЖ–250итп, ИЖ–250итв) предназначены для токарной обработки в центрах, патроне или цанге, а также для нарезания резьб метрической, модульной и дюймовой для эксплуатации на крупных и малых предприятиях.

Станки могут применяться в инструментальном и приборостроительном

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

производстве, связанном с точной обработкой небольших по размерам деталей.

С целью длительного сохранения точности обработки станки необходимо использовать только для финишных или получистовых операций. Станок модели ИЖ–250ИТВФ1 оснащен системой цифровой индикации (в дальнейшем УЦИ), позволяющей повысить производительность труда за счет сокращения вспомогательного времени на пробные проходы, на измерение деталей. Применение УЦИ облегчает работу токаря за счет исключения расчетов и необходимости запоминания оборотов лимба.

Рисунок 2.8- Токарно–винторезный универсальный станок ИЖ–250.

Таблица 5. Технические характеристики токарно–винторезного станка ИЖ–250

Характеристика	Показатели
Максимальная длина обрабатываемого изделия, мм	500
Максимальный диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
– над станиной	240
– над суппортом	168
Максимальный диаметр прутка, обрабатываемого в патроне, мм	24
Максимальное сечение резца, мм	16x16

Окончание таблицы 5

Конец шпинделя по ГОСТ 12593–93	4
Размер внутреннего конуса шпинделя	Морзе 4
Размер внутреннего конуса пиноли задней бабки	Морзе 3



Перемещение пиноли, мм	85
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	50–2500
Продольная подача, мм/об	0,001–1,8
Поперечная подача, мм/об	0,005–0,9
Мощность привода главного движения, кВт	3
Масса 250ИТВМ.01, кг, не более	1180
Шаг нарезаемой резьбы – метрической, мм – модульной, модули – дюймовый, ниток на 1'	0,2–48 0,2–12 24–0,5
Класс точности по ГОСТ 8–82	В/высокий
Шероховатость образца изделия, мкм	0,63
Габаритные размеры, мм, не более – длина – ширина – высота	1790 810 1400

#### 015 Координатно–расточная

На данной операции используется Координатно–расточный станок КР–450.

Координатно–расточный станок КР–450 предназначен для обработки отверстий в кондукторах, приспособлениях и деталях с точным расположением осей и для легких фрезерных работ. Наличие точных измерительных приборов дает возможность использовать станок в качестве измерительной машины.

Для обработки наклонных отверстий и отверстий, заданных в полярной системе координат, к станку прилагаются поворотные столы.

Станок одноколонного типа, имеет прямоугольный стол с продольным и поперечным перемещением. Предусмотрено установочное перемещение шпиндельной бабки.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Рабочее и ускоренное перемещение стола в продольном и поперечном направлениях осуществляется электрическими приводами с широким диапазоном регулирования.

Точная установка стола на заданную координату производится вручную, маховичком. Станок снабжен точными оптическими измерительными приборами, дающими возможность оператору производить отсчет на экранах с растровой сеткой с точностью до 0,001 мм в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Имеющиеся на станке оптические коррекционные устройства разрешают повысить гарантируемую точность станка.

Рисунок 2.9- Координатно–расточный станок КР–450.

Таблица 6. Технические характеристики координатно–расточного станка КР–450:

Наименование параметра, размерность	Величина
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм	
– наибольшее	750
– наименьшее	250
Расстояние от оси шпинделя до стойки (вылет), мм	710
Наибольший диаметр сверления, мм	30
Наибольший диаметр расточки, мм	250
Наибольший диаметр фрезы, мм	110
Наибольший вес обрабатываемого изделия, кг	600
Точность установки координат, мм	0,004
Рабочая поверхность стола, мм	630x1100
Наибольшее перемещение стола, мм	
– продольное	1000
– поперечное	630

Диаметр универсального поворотного стола, мм	440
Диаметр горизонтального поворотного стола, мм	600
Конус отверстия шпинделя	Специальный
Наибольший конус инструмента Морзе	№4
Наибольшее перемещение шпинделя, мм	250
Наибольшее перемещение шпиндельной коробки (от руки), мм	250
Пределы числа оборотов шпинделя в минуту	50–2000
Пределы подач шпинделя, мм/об	0,03–0,16
Скорость перемещения, стола, мм/мин	
– рабочая (при фрезеровании)	30–200
– (бесступенчатое регулирование) ускоренная	1200
Общая мощность электродвигателей переменного тока, кВт	1,98
Напряжение, В	220/380

#### 025 Фрезерная

На данной операции применяется Универсально– фрезерный станок 679П.

Фрезерный станок 675П– инструментальный широкоуниверсальный фрезерный станок, предназначенный как для горизонтального фрезерования изделий цилиндрическими, дисковыми, фасонными и другими фрезами, так и вертикального фрезерования торцевыми, концевыми, шпоночными и другими фрезами.

Рисунок 2.10 Универсально– фрезерный станок 679П

Таблица 7. Технические характеристики универсально– фрезерный станка 679П

Технические характеристики	Параметры
Размеры поверхности углового горизонтального стола, мм	500 x 200
Число т–образных пазов	2

Ширина т-образных пазов, мм	14
Расстояние между т-образными пазами, мм	50
Размеры поверхности вертикального стола, мм	630 x 200
Класс точности по ГОСТ 8–71 и 70–11	П
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до стола, мм	80 – 380
Расстояние от торца вертикального шпинделя до стола, мм	0 – 380
Расстояние от торца станины до оси вертикального шпинделя, мм	130 – 330
Расстояние от торца горизонтального шпинделя до торца серьги, мм	210
Перемещение суппорта, продольное / вертикальное, мм	320 / 300
Цена одного деления лимба, мм	0,05
Перемещение на один оборот лимба, продольное/вертикальное, мм	0,5 / 2,5
Наибольшее перемещение шпинделя, мм	200
Цена одного деления лимба шпинделя, мм	0,05
Перемещение на один оборот лимба, мм	5
Внутренний конус	Морзе 4
Наибольший угол поворота вертикальной головки, градусов	90
Наибольшее перемещение вертикальной головки, мм	60
Внутренний конус вертикальной головки	Морзе 4
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	1110 x 1170 x 1650
Масса станка с электрооборудованием, кг	770

045 Слесарная

На данной операции применяется станок сверлильный 2К52– L.

Станок радиально–сверлильный 2К522–03 (2К522) является переносным и обеспечивает обработку отверстий в мелких, средних и крупногабаритных деталях.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Возможности:

- 1) поворачивать сверлильную головку и рукав вокруг своих осей на 360\*;
- 2) производить обработку отверстий в любой пространственной ориентации станка 2К522–03;
- 3) вести обработку отверстий, расположенных ниже уровня "пола";
- 4) производить обработку отверстий в ограниченном пространстве.

На радиально сверлильном станке 2К522 предусмотрена возможность выставки станка относительно обрабатываемой поверхности при помощи винтовых опор. Для переноса станка к месту обработки имеется рым–болт.

Рисунок 2.11- Станок сверлильный 2К52– L.

Таблица 8. Технические характеристики радиально–сверлильного станка

Характеристика	Значение
Максимальный диаметр сверления, мм.	32 (в стали 45) точность после развертывания Н9
Диапазон нарезаемой резьбы	до М16 (в стали 45) точность 7Н по ГОСТ 16093
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм.	300 – 800
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм.	960 / – 220 (ниже плоскости плиты)
Радиус сверления, мм.	430 – 900
Угол поворота рукава вокруг колонны, град.	360
Зажим рукава на колонне	ручной
Угол поворота вертикальной фрезерной головки в продольной плоскости, град.	360
Ход шпинделя, мм.	250
Количество скоростей вращения шпинделя	12
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	120

Количество подач шпинделя	4
Наибольшее усилие подачи, Н	7000
Размер рабочей поверхности плиты, мм.	800 x 630 x 180
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образного паза	18 (ГОСТ 1574-75)
Расстояние между осями Т-образных пазов, мм.	160
Мощность привода главного движения, кВт	1,5
Класс точности	Н
Габаритные размеры (LxВxН), мм.	1480 (1720 с СОЖ) x 940 x 1990
Масса, кг.	950 (1160 брутто)

Применяемые станки на каждой из операции, хорошо подходят для обработки детали, а также для соблюдения всех параметров: шероховатости поверхностей, точности изготовления размеров, и соблюдения их предельных отклонений.

Для обработки детали по данному техпроцессу используется следующий инструмент:

1) Резец 2100– 0556 ГОСТ 18869– 73. Резцы токарные проходные прямые (с углом в плане  $45^\circ$ ) из быстрорежущей стали (р6м5, р18).

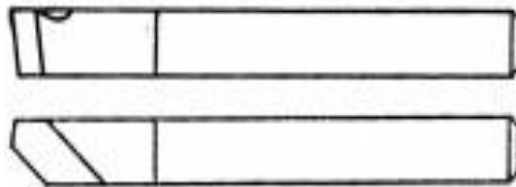


Рисунок 2.12- Резец 2100– 0556 ГОСТ 18869– 73.

Таблица 9. Размеры резца

Наименование резцов, обозначения в ГОСТ, размеры (мм)
Резцы проходные прямые 2100–0556 8x8x50 левые

2) Резец 2140– 0523 ГОСТ 18872– 73. Резцы расточные для обработки сквозных отверстий (тип 2 – виброустойчивые). Из быстрорежущей стали (р6м5, р18)

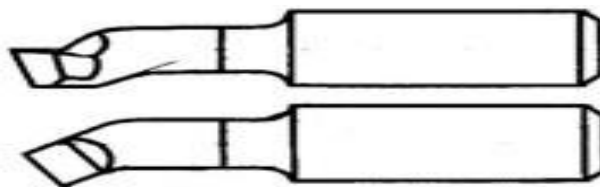


Рисунок 2.13- Резец 2140– 0523 ГОСТ 18872– 73

Таблица 10. Размер резца.

Наименование резцов, обозначения в ГОСТ, размеры (мм)
Резцы расточные для скв.отв. (усиленные). 2140–0523 16x16x140, l=35

3) Резец 2101– 0567 ГОСТ 18870– 73. Резцы токарные проходные упорные (тип 1) из быстрорежущей стали (р6м5, р18).

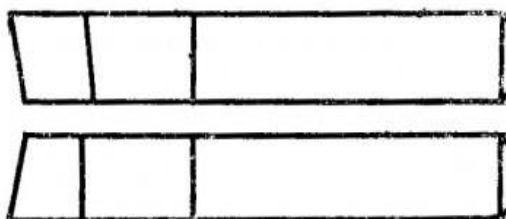


Рисунок 2.14- Резец 2101– 0567 ГОСТ 18870– 73.

Таблица 11. Размер резца.

Наименование резцов, обозначения в ГОСТ, размеры (мм)
Резцы проходные упорные. Тип 1. 2101–0567 25x16x120

4) Резец 2142– 0554 ГОСТ 18873– 73. Резцы расточные державочные. Из быстрорежущей стали (р6м5, р18).

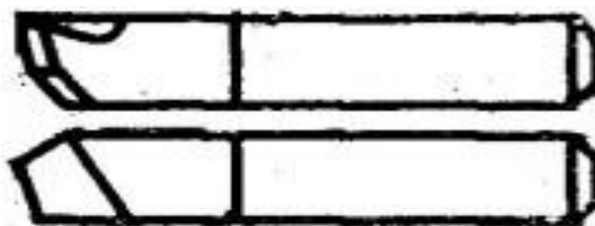


Рисунок 2.15- Резец 2142– 0554 ГОСТ 18873– 73.

Таблица 11. Размер резца.

Наименование резцов, обозначения в ГОСТ, размеры (мм)
Резцы расточные державочные. 2142–0554 6x6x32

5) Сверло 2317– 0103 ГОСТ 14952– 75. Сверла для центровочных отверстий 60° без предохранительного конуса.

Тип А

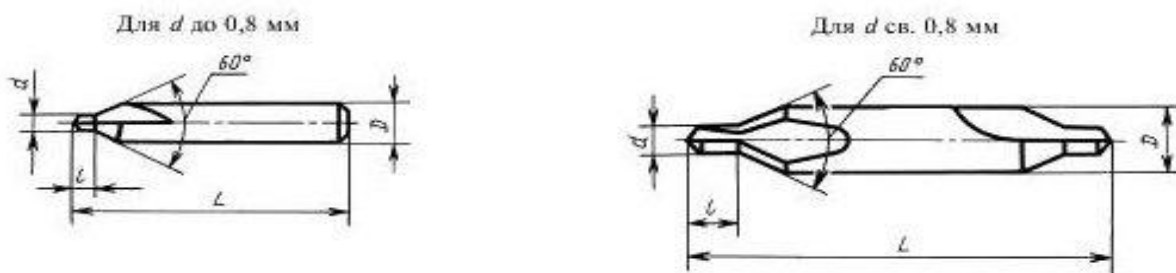


Рисунок 2.16- Сверло 2317– 0103 ГОСТ 14952– 75.

Таблица 12. Размер сверла.

Обозначение	d	D	l	L
2317– 0103	1,6	4,0	2,8	-0,8

6) Сверло 2300– 7515 ГОСТ 10902– 77. Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком.

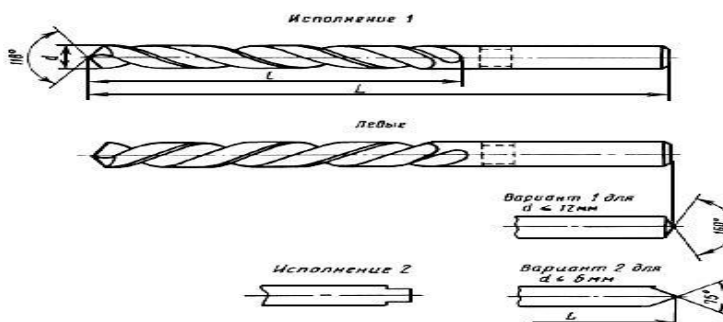


Рисунок 2.17- Сверло 2300– 7515 ГОСТ 10902– 77.

Таблица 13. Размер сверла

Обозначение	D	l	L
2300– 7515	3	61	33

7) Фреза 2223– 0052 ГОСТ 17026– 71. Быстрорежущая сталь по ГОСТ



19265–73 с нормальным зубом заточенные на остро. Назначение: для фрезерования глубоких пазов, высоких уступов и широких плоскостей в деталях из различных марок цветных металлов, их сплавов и сталей.

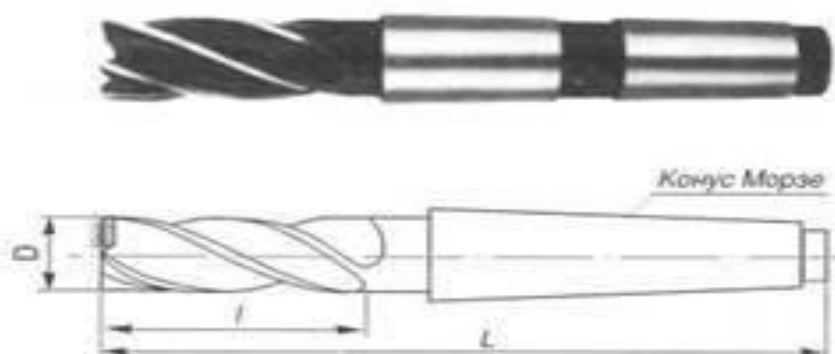


Рисунок 2.18- Фреза 2223– 0052 ГОСТ 17026– 71.

Таблица 14. Размер фрезы.

Обозначение по ГОСТ		d	I	L	Число зубьев		конус
Исполнение А	Исполнение В	мм	мм	мм	Тип 1	Тип 2	Морзе
2223–0013	2223–0052	28,00	45	170	5	3	4

8) Фреза 2220– 0037 ГОСТ 17025– 71. Быстрорежущая сталь по ГОСТ 19265–73, с нормальным зубом заточенные на остро.

Рисунок 2.19 Фреза 2220– 0037 ГОСТ 17025– 71

Таблица 15. Размер фрезы.

Обозначение по ГОСТ		d	I	L	Число зубьев	
Исполнение А	Исполнение В	мм	мм	мм	Тип 1	Тип 2
2220–0007	2220–0037	6,00	13	57	4	3

9) Метчик 2620– 1061 ГОСТ 3266– 81. Метчики машинно–ручные для нарезания метрической резьбы с усиленным хвостовиком с шейкой (диаметр от 3.0 до 10.0мм).

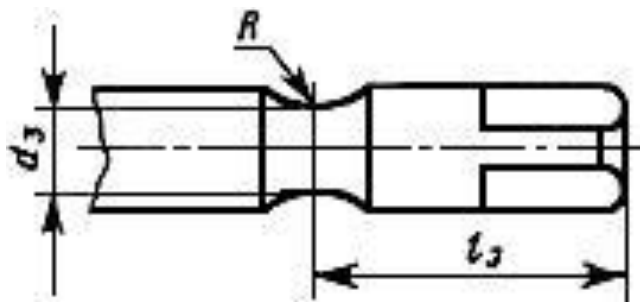


Рисунок 2.20- Метчик 2620– 1061 ГОСТ 3266– 81

Таблица 16. Размер метчика

Обозначение	Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	L	L
2620–1061	3	0,5	48	11

10) Для измерений используются: Штангенциркуль ШЦ–125–0,1 ГОСТ 166–89, Микрометр МК 50 ГОСТ 6507–78, Образцы шероховатости ГОСТ 9378–93, Нутромер индикаторный НИ 18, НИ 50М ГОСТ 868–82, Нутромер 103 3–6 ГОСТ 9244–75, Пробка 8221–3017, 8221–3019, 8221–3013, 8221–3056 ГОСТ 17758–72. Применяемый в процессе обработки инструмент является стандартным и во всех операциях подобран правильно, однако в современном машиностроении большее применения находят инструменты с сменными многогранными пластинами (СМП), что позволяет сократить количество заточного оборудования, уменьшить расходы абразивных материалов, уменьшает трудоемкость изготовления инструмента, устранение пайки и т.д.

Для закрепления детали на слесарной операции используются тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045–75. Зажим детали осуществляется вручную для обработки заусенцев и притупления кромок напильником, что увеличивает время на установку и снятие детали, и как следствие на весь цикл изготовления детали.

Рисунок 2.21 – Тиски ГОСТ 4045–75

Также в процессе изготовления, в качестве оснастки, при установке детали в токарный станок используется 3-х кулачковый патрон, который предназначен для закрепления обрабатываемых штучных заготовок и пруткового материала на токарных станках.

Рисунок 2.22 – Патрон 3-х кулачковый

Таким образом, данной оснастки в полнее достаточно, и ее использование является целесообразным, чтобы установить деталь для обработки на конкретной операции и на конкретный станок, и при этом обеспечить точность и надежность закрепления.

### 2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса

Из построения расчетной цепи (рисунок 28) видно, что все чертежные размеры непосредственно выдерживаются в техпроцессе. Для анализа необходимо рассчитать замыкающие звенья:

$$\Delta_1 = 22_{-0,21} - 6_{-0,12} = 16_{-0,21}^{0,12}$$

$$T_{\Delta} = 0,33$$

Таблица 17 – Технологические и чертежные размеры

Чертёж		Технологический	
Н	IT	Н	IT
16	0,18	16	0,33

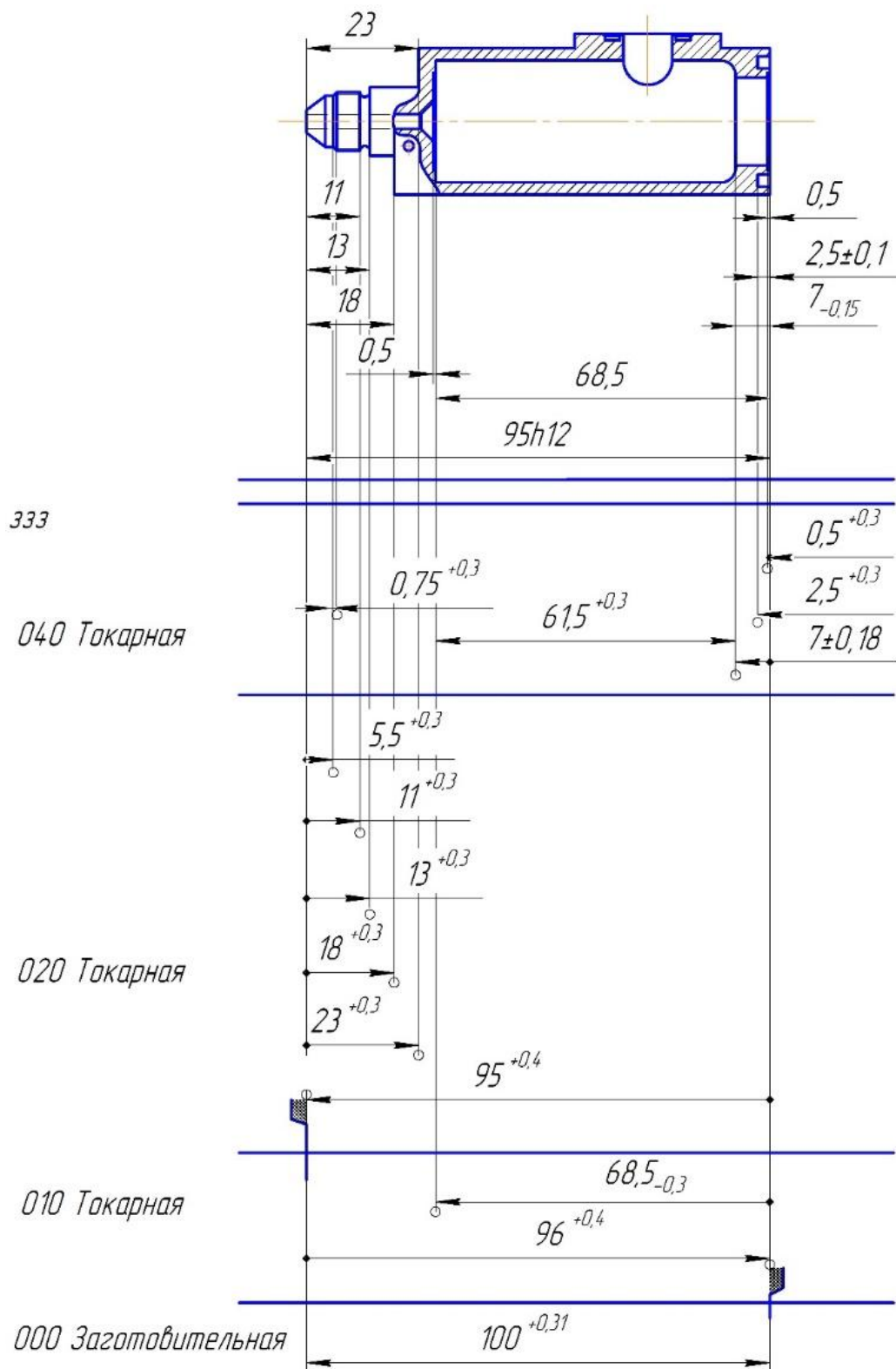


Рисунок 2.22- – Размерная цепь действующего техпроцесса

Технологические допуски превышают чертежные.

Для анализа припусков необходимо рассчитать их значения:

$$Z_{\min \phi 1} = 22,31_{-0,2} + 22_{-0,21} = 0,31_{-0,2}^{0,21} \Rightarrow 0,11;$$

$$Z_{\min \phi 2} = 24_{-0,6}^{+0,6} - 22,31_{-0,21} = 1,69_{-0,6}^{0,81} \Rightarrow 1,09.$$

Для сопоставления с min припусками необходимо рассчитать их значения:

$$Z_{\min 1}^T = 0,08 + 0,02 = 0,1;$$

$$Z_{\min 2}^T = 0,08 + 0,1 = 0,18.$$

$$Z_{\min \phi 1} \geq Z_{\min 1}^T - \text{припуск достаточен};$$

$$Z_{\min \phi 2} \geq Z_{\min 2}^T - \text{припуск достаточен, но завышен в 6 раз.}$$

Из расчётов видно, что припуски  $Z_{\min \phi 1}$  и  $Z_{\min \phi 2}$  больше минимального теоретического припуска необходимого для получения размера. При снятии припуска  $Z_{\min \phi 2}$  повышенная материалоемкость. Т.к. технологически допуск ниже требуемого по чертежу деталь будет изготавливаться с браком. Необходимо согласовать точностные параметры с узлом механизма в который устанавливается данная деталь.

#### 2.2.4 Размерный анализ действующего техпроцесса

Полностью проанализировав процесс изготовления детали можно сказать следующее:

- 1) технологический процесс изготовления детали сделан с рядом замечаний. Требуется разработка нового, в котором будут приняты во внимание все выявленные ошибки;
- 2) режущий инструмент, применяемый для обработки детали приемлемый, ГОСТы действующие, но является устаревшим. Резцы и фрезы нужно затачивать. Предлагается применять инструмент с СМП;
- 3) повышенная материалоемкость из-за завышенных припусков на обработку;
- 4) всё применяемое оборудование можно сократить до одного или двух обрабатывающих центров;

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

5) в технологическом процессе не рационально распределена механическая обработка детали, и, как следствие, затрачивается много времени на переустановку детали и переналадку станка. С усовершенствованием технологического процесса и введением нового оборудования время на обработку детали уменьшится;

б) требуется разработка специального приспособления для обработки детали по новому технологическому процессу на новом оборудовании.

## 2.3 Разработка проектного технологического процесса

### 2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

Маршрут изготовления детали действующего техпроцесса сведен в таблицу 18.

Таблица 18 – Маршрут проектного технологического процесса

№ Операции	Наименование / установ	Оборудование
000	Заготовительная	Литейная машина 711A08
005	Термическая	Старение при 150 °С
010	Транспортирование	Электропогрузчики Е 10
015	Токарная на станке с ЧПУ	Токарно–револьверный обрабатывающий центр Haas ST–10
020	Слесарная	Верстак
025	Контрольная	Контрольное приспособление
030	Фрезерная на станке с ЧПУ	Вертикально–фрезерный обрабатывающий центр Haas DT–1.
035	Слесарная	Верстак
040	Моечная	Ванна цеховая
045	Контрольная	Контрольное приспособление

### 2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

На операции 015 Токарная применяется токарно–револьверный обрабатывающий центр Haas ST–10 (Рисунок 5).

HAAS ST–10 занимает малую площадь, однако имеет вместительную зону обработки 355×355 мм с наибольшим диаметром устанавливаемого изделия 412 мм. Гидравлический патрон 165 мм вращается со скоростью до 6000 об/мин, а векторный привод мощностью 11,2 кВт обеспечивает максимальный крутящий момент 101 Нм. Торцев шпинделя А2–5 имеет отверстие 58 мм. Наибольший диаметр прутка 44 мм. Скорость быстрых перемещений равна 30,4 м/мин по осям X и Z, а 12–позиционная револьверная головка ВОР осуществляет смену инструментов за 0,5 сек.

Рисунок 2.24 – Haas ST–10

Стандартное оснащение ST–10 включает систему жесткого нарезания резьбы, 15–дюймовый цветной жидкокристаллический дисплей и подключение через USB–порт. Доступное высокопроизводительное оснащение включает приводные инструменты с высоким крутящим моментом и осью С, конвейер ленточного типа для удаления стружки, гидравлическую заднюю бабку, автоматическую измерительную головку для контроля состояния инструментов, автоматический приемник деталей, системы СОЖ высокого давления и многое другое.

Таблица 20 – Технические характеристики Haas ST – 10

Параметры	Ед.изм.	Величина
Максимальный диаметр точения над станиной	мм	641
Максимальный диаметр точения над суппортом	мм	413
Максимальная длина обработки наружных поверхностей	мм	336
Диаметр отверстия в шпинделе	мм	59
Диаметр отверстия в тяговой гидравлической	мм	46

трубе		
Максимальный диаметр прутка в главном шпинделе	мм	44
Максимальный диаметр обрабатываемой детали с револьвером VDI	мм	178
Величина рабочего перемещения по оси X	мм	200
Величина рабочего перемещения по оси Z	мм	356
Максимальная скорость холостый перемещений	м/мин	30,5
Максимально допустимое усилие по оси X	кН	14,68
Максимально допустимое усилие по оси Z	кН	14,68
Количество позиций в револьвере		12
Время смены инструмента	сек	0,5
Точность позиционирования суппорта	мм	±0,0050
Частота вращения шпинделя	об/мин	6000
Максимальная мощность привода вращения главного шпинделя	кВт	11,2
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В)	мм	2921x2108x1930
Масса станка	кг	2268

2) Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Naas DT-1.

Naas DT-1 — компактный, высокоскоростной сверлильно-резьбонарезной станок со всеми возможностями фрезерных станков. Станок обладает внушительным рабочим пространством с перемещением по осям 508×406×394 мм и рабочим столом 660×381 мм с T-образными пазами, при этом занимая малую площадь. Мощный шпиндель с конусом BT-30 теперь вращается со скоростью до 15 000 об/мин и позволяет нарезать резьбу на скорости до 5000 об/мин, при этом скорость обратного хода может быть выше в четыре раза. Шпиндель непосредственно связан с двигателем для обеспечения бесшумной работы и отличной термостойкости. Векторный привод мощностью 11,2 кВт обеспечивает максимальный крутящий момент 62 Нм.



Haas DT–1 обеспечивает скорость подачи при резании до 30,5 м/мин, а его боковое устройство смены инструмента на 20+1 гнездо быстро меняет инструменты, чтобы снизить время простоя. Быстрые перемещения со скоростью 61 м/мин в сочетании с большим ускорением сокращают время цикла и увеличивают производительность.

Для эффективного удаления стружки DT–1 имеет уклоны в нижней части кабины ограждения рабочей зоны. Дополнительный двухшнековый транспортер стружки перемещает стружку к выходу в задней части станка, что позволяет устанавливать несколько станков близко друг к другу. Система подачи СОЖ с баком на 170 л входит в стандартную комплектацию. Дополнительно можно установить программируемое сопло для подачи СОЖ и системы подачи СОЖ через шпиндель под высоким давлением.

Особенности конструкции:

- 1) Полностью закрытое герметичное защитное ограждение;
- 2) Серводвигатели перемещений по осям с прямой передачей момента;
- 3) Стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой;
- 4) Система автоматической смазки направляющих и ШВП.

Рисунок 2.25 – Haas DT – 1

Таблица 21 – Технические характеристики Haas DT– 1

Наименование параметров	Ед.изм.	Величины
Перемещение по оси X	мм	508
Перемещение по оси Y	мм	406
Перемещение по оси Z	мм	394
Длинна стола	мм	660
Ширина стола	мм	381
Ширина т– образных пазов	мм	16
Расстояние между центрами т–образных пазов	мм	125

Количество стандартных Т-пазов		3
Макс. Вес на столе (равномерно распределенный)	кг	113
Макс. Мощность шпинделя	кВ	11,2
Макс. Скорость шпинделя	Мм/мин	15000
Макс. Крутящий момент	Об/мин	1700
Ускоренные перемещения по x	м/мин	61
Ускоренные перемещения по y	м/мин	61

#### Окончание таблицы 21

Ускоренные перемещения по z	м/мин	61
Макс. Резка	м/мин	30,5
Макс. Нагрузка x	Н	11343
Макс. Нагрузка y	Н	11343
Макс. Нагрузка z	Н	18683
Вместимость сож	л	170

#### 2.3.3 Выбор исходной заготовки

В действующем технологическом процессе деталь «Корпус влагопоглотителя» изготавливается из прутка В95 ГОСТ 21488–76. Пруток представляет собой круглый прокат  $\text{Ø}50 \times 6000$ , который режут на плоские заготовки  $\text{Ø}50 \times 100$ , что приводило к большому и нерациональному расходу материала в стружку. В связи с этим, предлагается заменить метод получения заготовки и материал для нее. Заготовку детали «Корпус» можно получить различными методами литья.

В нашем случае наиболее оптимальным вариантом получения заготовки является литье по выплавляемым моделям. Отливка заготовки соответствует ГОСТ Р 53464– 2009 (русинок 32).

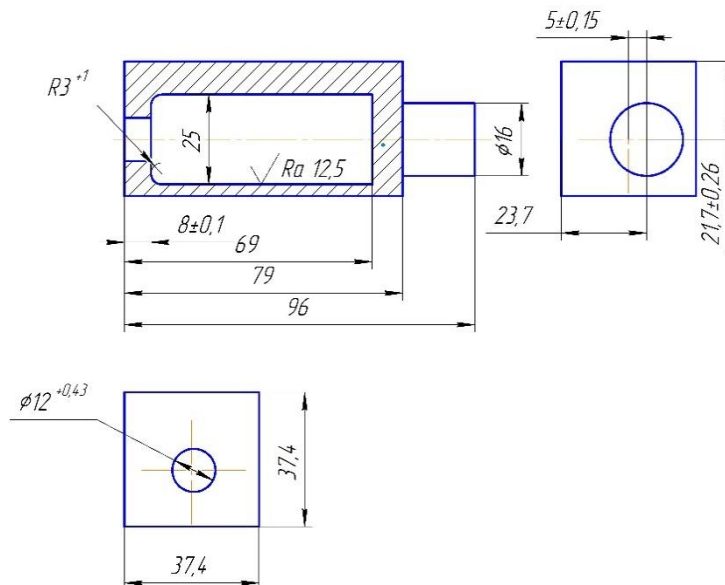


Рисунок 2.26 – Заготовка

Литье по выплавляемым моделям это процесс получения отливок из расплавленного металла в формах, рабочая полость которых образуется благодаря удалению (вытеканию) легкоплавкого материала модели при ее предварительном нагревании. Этот метод обеспечивает очень высокую степень точности до  $\pm 0,005$  мм на 25 мм длины отливки, после которого почти не требуется механической дообработки.

### 2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

Операции проектного технологического процесса, с указанием номера операции, приведенным эскизом, а также с указанным оборудованием применяемом на конкретной операции, сведены в таблицу 22.

Таблица 22 – План операций и переходов проектного техпроцесса

№	Операционный эскиз	Оборудование

000 Заготовительная		Литьё по выплавляемым моделям
015 Токарная (1 устанoв)		Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10

Окончание таблицы 22

015 Токарная (2 устанoв)		Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10
--------------------------	--	--

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

150305.2017.008.00 ПЗ ВКР

Лист

39

030 Фрезерная (1 установ)		Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1
030 Фрезерная (2 установ)		Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1
045 Контрольная		

### 2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса

Из построения расчетной цепи видно (рисунок 2.27), что все чертежные размеры непосредственно выдерживаются в техпроцессе.

Для анализа припусков необходимо рассчитать их значения:

$$Z_H = Z_{min} + W/2 - \Delta_0;$$

где  $Z_{min} = Rz_{i-1} + T_{i-1}$  – минимальный припуск;

$W$  – поле рассеяния;

$\Delta_0$  – координата середины допуска.

$$Z_{n1} = 0,19 + 0,06 + 0,06 = 0,31 ;$$

$$Z_{n2} = 0,19 + 0,03 + 0,06 = 0,28;$$

$$Z_{n3} = 0,19 + 0,03 + 0,06 = 0,28 ;$$

$$A = 95,28 ;$$

$$B \approx 96;$$

$$B \approx 17$$

Рассчитываем теоретический припуск:

$$Z_{min}^T = 0,04 + 0,15 = 0,19 ;$$

Рассчитываем фактический припуск:

$$Z_{min \phi 1} = 96 - 95,28 = 0,72;$$

$$Z_{min \phi 2} = 95,28 - 95 = 0,28 ;$$

$$Z_{min \phi 3} = 18 - 17 = 1$$

$$Z_{min \phi 1} \geq Z_{min 1,2}^T - \text{припуск достаточен};$$

$$Z_{min \phi 2} \geq Z_{min 1,2}^T - \text{припуск достаточен};$$

$$Z_{min \phi 3} \geq Z_{min 1,2}^T - \text{припуск достаточен};$$

Из расчётов видно, что припуски  $Z_{min \phi 1}$   $Z_{min \phi 2}$   $Z_{min \phi 3}$  больше минимального теоретического припуска необходимого для получения размера. Из этого следует что деталь будет изготавливаться без брака.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

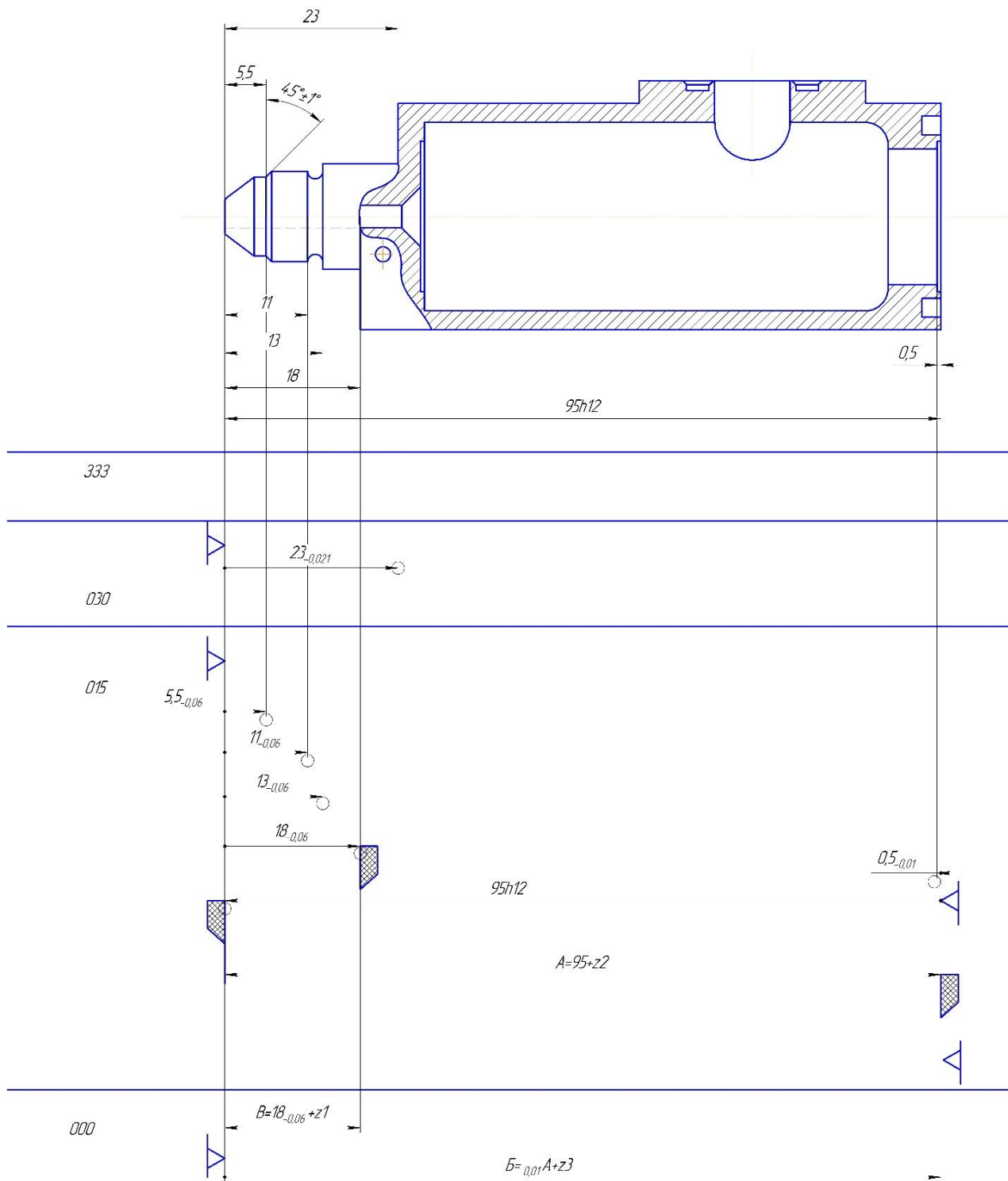


Рисунок 2.27 – Размерная цепь проектного техпроцесса

### 2.3.6 Расчет режимов резания

Для расчета режимов резания использовался онлайн калькулятор фирмы SandvikCoroGuide. Этот калькулятор был выбран, потому что весь подобран-

ный для разработанного техпроцесса инструмент является продукцией данной фирмы. В записке был приведен расчет режимов резания на один переход и вместе с остальными данными был сведен в таблицу.

Расчет режимов резания для подрезки торца. Для начала, в пункте операции, нужно выбрать вид детали: симметрично вращающаяся, либо не вращающаяся, в данном случае выбираем симметрично вращающуюся (рисунок 2.28). Затем выбираем вид обработки – наружная (рисунок 2.29). Далее в каталоге выбирается задача, в нашем случае – это обработка торца (рисунок 2.30).

Следующим шагом является выбор марки материала детали, а также типа оборудования – марка материала детали В124, тип станка выбираем подходящий по техническим характеристикам (рисунок 2.31).

После этого нужно ввести параметры обработки: обрабатываемый диаметр; ширину; значение шероховатости (рисунок 2.32).

Далее по введенным данным выводится таблица с данными в которой указано количество проходов, обрабатываемый диаметр, глубина резания, скорость резания, скорость шпинделя, обратная подача, мощность резания, момент резания, время обработки на один проход и время простоев между проходами (таблица 23).

Рисунок 2.28 – Выбор вида детали

Рисунок 2.29 – Выбор вида обработки

Рисунок 2.30 – Выбор задачи

Рисунок 2.31 – Выбор марки материала детали и типа станка

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43



Рисунок 2.32 – Параметры обработки торца

Рисунок 2.33 – Режимы резания

После расчетов всех режимов, данные о них сводятся в таблицу 23.

Таблица 23. Режимы резания

Операция/Переход	Режимы резания				
	t, мм	V, м/мин	n, об/мин	S, мм/об (мм/зуб)	To, мин
015 Токарная с ЧПУ					
1.Подрезка торца	0,28	151	3000	0,41	0,39
2. Протачивание до Ø14мм	18	377	3000	0,592	0,678

Продолжение таблицы 23

3.Точение конической поверхности Ø10мм 74°	3	284	2440	0,5	0,56
4.Нарезание наружной резьбы M12x1мм	5,5	140	2030	0,6	0,647
5.Точение внутреннего отверстия Ø3мм	13	56,5	3000	0,11	3,6
6.Точение канавки на глубину 1мм	1	1510	3000	0,08	1
7. Подрезка торца	0,72	444	3000	0,14	1,27
8.Фрезерование канавки на глубину 2,5мм	2,5	608	3000	0,385	1,06
9.Растачивание внутреннего отверстия Ø18мм	2,5	236	3000	0,31	2,06
10.Растачивание внутреннего ус-	0,5	226	3000	0,18	1,48

тупа Ø20мм					
11. Сверление отверстия Ø2,5мм, 4 отверстия	6	50	6370	0,103	2,424
12. Нарезание внутренней резьбы М3х0,5мм, 4 отверстия	6	411	3000	0,131	2,976
030 Фрезерная с ЧПУ					
1. Растачивание внутреннего конуса Ø8	6	411	27300	0,131	2,976
2.Фрезерование поверхности 77х37,4мм	1	811	3280	0,302	2,6
3. Сверление отверстия Ø10мм	8,5	300	9550	1	0,46
4.Фрезерование уступа 37х37,4х3 мм	3	900	5730	0,15	1,04
5.Фрезерование уступа 10х37,4х3 мм	3	972	12400	0,1	0,312

Окончание таблицы 23

6. Фрезерование канавки 2,5х1,3 мм	1,3	141	1800	0,0287	10
7. Сверление отверстия Ø2,5, 4 отверстия	6	50	6370	0,103	2,424
8. Нарезание внутренней резьбы М3х1	6	411	27300	0,131	2,97
9.Фрезерование поверхности 77х34,7, 3 поверхности	1,4	811	3280	0,302	7,8
10.Сверление отверстия Ø2,5, 2 отверстия	7	50	6370	0,103	1,212
11.Нарезание резьбы М3х1, 2отверстия	7	411	27300	0,131	1,48
12.Фрезерование уступа 24х32х5	5	950	9450	0,1	0,365

Нормы времени приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Нормы времени

Операция	T <sub>О</sub> , мин	T <sub>ВСП</sub> ,мин	T <sub>Об</sub> , мин	T <sub>Ол</sub> ,мин	T <sub>ПЗ</sub> , мин
015 Токарная с ЧПУ	0,18	1,338	0,0185	0,0247	35,3
030 Фрезерная с ЧПУ	0,64	1,486	0,0368	0,049	46,3

Время, затраченное на изготовление одной детали рассчитаем по формуле:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{олн} \quad (2.1)$$

$$T_{шт} = 0,82 + 2,824 + 0,0553 + 0,0737 = 3,773, \text{ мин}$$

### 2.3.7 Расчет необходимого количества оборудования

предделение необходимого (расчетного) количества станков  $C$  для механических участков осуществляется по трудоемкости годового выпуска изделий  $T_{и}$ , действительному фонду времени работы станка при работе в одну смену  $F_{д}$  и режима работы цеха (количества рабочих смен в сутки)  $m$  [5], т.к. количество смен уже было учтено при расчете действительного фонда времени работы станка, получаем:

$$C = \frac{T_{и}}{F_{д}} \quad (2.2)$$

$$C = \frac{3075}{1710,7} = 1,798 \text{ шт}$$

Необходимое количество станков равно 2.

### 2.4 Описание планировки участка

Общая площадь спроектированного участка механической обработки составляет 352 м<sup>2</sup>, на данном участке устанавливаются станки один токарно-винторезный с ЧПУ Haas ST-10 с габаритными размерами 2921x2108x1930

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

мм×мм×мм и второй вертикально– фрезерный с ЧПУ Haas DT–10 с габаритами 3150x1727x2646 мм×мм×мм.

Оборудование располагается по ходу технологического процесса.

Электропогрузчик, как средство автоматизации имеется в цеху, он обслуживает станки, подвозит и отвозит тары с заготовками и готовыми деталями.

На участок литые заготовки поступают из литейного цеха партиями на электропогрузчике в таре по 100 шт. Имеется возможность разгрузить тару с заготовками кран–балкой на участок к первому станку из линии.

Стол контролёра находится на участке ОТК в цеху, контроль производится на контрольном столе с применением специального приспособления. Готовые, годные детали с участка ОТК перемещают на склад готовых деталей, а затем перевозятся на сборочный участок.

Слесарный участок, участок инструментообеспечения, бытовые помещения находятся в том же цеху.

Участок соответствует нормам промышленной санитарии, электробезопасности и пожаробезопасности (ящики с песком, пожарные щиты).

На участке имеются средства пожаротушения, такие как: ящики с песком, пожарные щиты, углекислотные ОУ–5 и воздушно–пенные огнетушители ОВП–5, пожарные краны, все они расположены равномерно по территории участка вдоль стены, так же имеются стенды с агитацией по обеспечению пожарной безопасности. Аптечка располагается на территории ОТК.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Зажимные устройства служат для создания надёжной фиксации заготовки на неподвижных установочных опорах и сохранение этого положения в процессе обработки.

Усилие зажима создается силовым приводом – пневматическим цилиндром, который служит для создания исходной силы тяги на ведущем звене и для преобразования усилия силового привода в силу зажима заготовки. Контактным элементом зажимного устройства являются призмы, служащие для непосредственного воздействия на заготовку, которые получают энергию зажима. На основании устанавливаются все важные элементы конструкции и их составляющие, поэтому данный тип детали должен удовлетворять требованиям по точности и прочности.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Приспособление (рисунок 3.1) устанавливается на стол вертикально-фрезерного станка с ЧПУ.

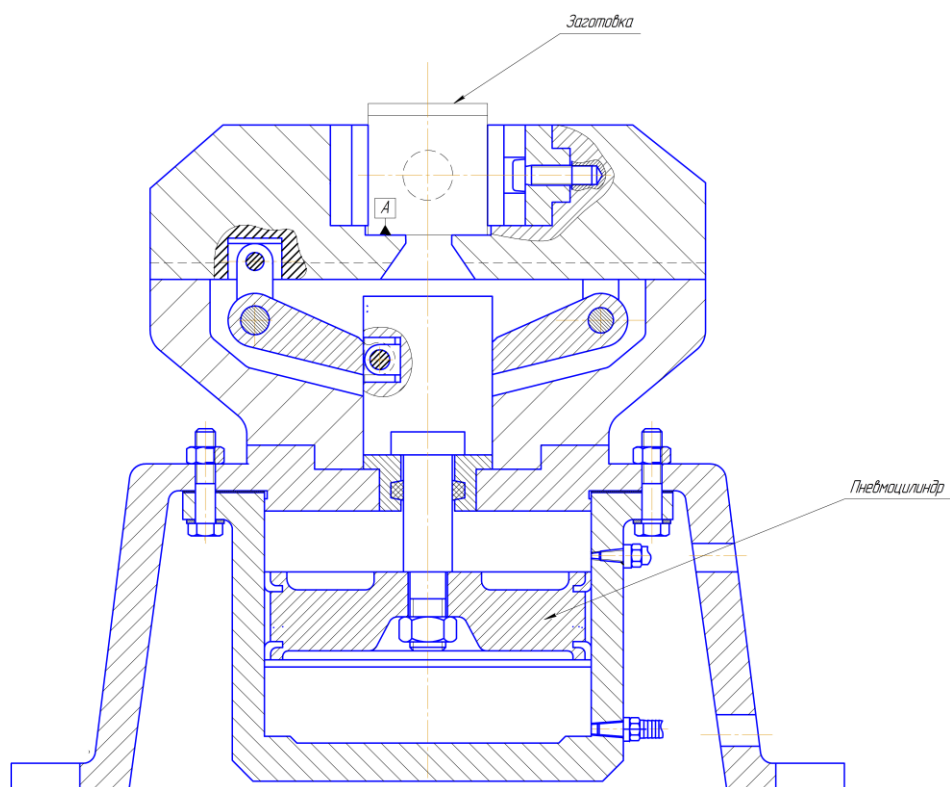


Рисунок 3.1 – Приспособление зажимное на операции 030

Так как при обработке резанием создаются значительные усилия возникает риск самораскрепления заготовок. Поэтому расчет усилия зажима производится на переход, где при обработке на заготовку действуют максимальные силы резания. В данном случае это фрезерование уступа.

Операция – фрезерование.

Материал – В124.

- 1) Припуск  $t = 3$  мм.
- 2) Подача:  $S = 0,15$  мм/об.
- 3) Скорость резания:  $V = 900$ /мин.
- 4) Расчет силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (3.1)$$

где:  $K_p$  – произведение ряда коэффициентов:

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (3.2)$$

где:

$$K_{MP} = 1,0$$

$$K_{\varphi P} = 0,89$$

$$K_{\gamma P} = 1,0$$

$$K_{\lambda P} = 1,0$$

$$K_{rP} = 0,87$$

$$K_P = 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,7743$$

$C_P, x, y, n$  – коэффициент и показатели степени табличные

$$C_P = 40$$

$$y = 0,75$$

$$x = 1$$

$$n = 0$$

$$P_Z = 10 \cdot 40 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 900^0 \cdot 0,7743 = 1020 \text{ Н}$$

### 3.1.1 Расчет усилия зажима

Закрепление заготовки осуществляется силой  $W$ .

В результате изложенных рассуждений разработана расчётная схема при следующих допущениях:

в соответствии с расчётной схемой условие равновесия заготовки при обработке записывается уравнением:

$$\Sigma M_{уд} = k \cdot \Sigma M_{сдв} \quad (3.3)$$

где  $k$  – коэффициент запаса надёжности закрепления.

Величину сил закрепления можно определить, решая задачу статики на равновесие твёрдого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов. К силам, действующим на деталь в процессе обработки, будут относиться:

а) силы резания,

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- б) вес детали,
- в) силы крепления и реакции опор,
- г) при определенных условиях центробежные и инерционные силы.

Величину сил резания определяют из условий и режимов обработки по формулам теории резания или по нормативам. А так как в процессе обработки эти силы могут изменяться, то для обеспечения надежности при расчете необходимых сил закрепления их увеличивают на коэффициент запаса К. Коэффициент запаса К может быть определен по формуле:

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 \quad (3.4)$$

где  $k_0=1,5$ – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев обработки;

$k_1=1,1$ – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на заготовке;

$k_2=1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента в зависимости от метода обработки и материала заготовки;

$k_3 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистой обработке;

$k_4=1,0$ – коэффициент, учитывающий изменения зажимного усилия. Для гидравлических приводов;

$k_5=1,0$ – коэффициент, зависящий от удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах в данном расчете не учитывается, т.к. приспособление не требует приложения физических сил рабочего;

$k_6=1,0$ – коэффициент, учитывающий неопределенность мест контакта плоских базовых поверхностей с плоскими поверхностями;

$$k = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,98.$$

В данном случае сила зажима W и сила резания Pz действуют на установленную деталь в приспособлении во взаимно перпендикулярных направлениях. Уравнение сил, обеспечивающее неизменность положения детали, будет иметь следующий вид:

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51



$$W = \frac{k \cdot Pz}{f_1 + f_2} \quad (3.5)$$

Подставив полученную величину силы резания  $Pz$ , в формулу для расчёта силы закрепления,  $W$  имеет окончательный результат:

$$W = \frac{1,98 \cdot 1020}{0,35 + 0,35} = 2885, \text{ Н.}$$

Тяговое усилие, создаваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W}{\eta} \quad (3.6)$$

Коэффициент полезного действия, учитывающий потери на трении во всех структурных элементах зажимного устройства,  $\eta = 0,85$ .

$$Q = \frac{2885}{0,85} = 3394, \text{ Н.}$$

Определение диаметра пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p}} \quad (3.7)$$

где  $p$  – давление пневматической среды от насоса (принимаем  $q=4\text{атм} \approx 0,45\text{МПа}$ ).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3394}{3,14 \cdot 0,45}} = 101 \approx 100, \text{ мм.}$$

### 3.1.2 Расчет точности обработки

Несмотря на то, что приспособления позволяют получить статически определённую и достаточно точную установку обрабатываемой поверхности детали относительно режущего инструмента и тем значительно повысить точность изготовления, обеспечить выполнение размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей без погрешности нельзя. Основным видами возникающих в процессе изготовления деталей погрешностей будут являться:

$\Delta_c$  – погрешность, обусловленная геометрическими неточностями стан-

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

ка,  $\Delta_C = 0,001$ ;

$\Delta_{II} = 0,005$  – погрешность изготовления режущего инструмента и его износа;

$\Delta_{ИЗМ} = 30\% \cdot 0,021 = 0,0063$  – погрешность измерения, определяется в зависимости от точности проверяемого параметра.

$\Delta_{П.Б} = 0$  – погрешность базирования, появляется в следствии отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого;

$\Delta_{П.З} = 0,01$  – погрешность закрепления в СП, определяется величиной отклонения расположения базы заготовки от её положения, достигнутого при базировании..

$\Delta_{П.И}$  – погрешность изготовления и износа установочных элементов СП.

Погрешности  $\Delta_{П.Б}$ ,  $\Delta_{П.З}$ ,  $\Delta_{П.И}$  являются составляющими погрешности установки  $\Delta_{П.У}$ , которая равна  $\Delta_{П.У} = 0,022$  мм.

$\Delta_{П.Н}$  – погрешность пространственного расположения (настройки) инструмента относительно установочных поверхностей СП, в нашем случае  $\Delta_{П.Н} = 0$ ;

$\Delta_{П.Р}$  – погрешность пространственного расположения установочных поверхностей СП по отношению к посадочным (на станок) поверхностям.

Определяем суммарную погрешность по предельны значениям:

$$\Delta_{\Sigma} = (k_1 \cdot \Delta_{М.О})^2 + \Delta_C^2 + \Delta_{ИЗМ}^2 + \Delta_{II}^2 + \Delta_{П.У}^2 + \Delta_{П.Н}^2 + \Delta_{П.Р}^2 = 0,016$$

$$0,016 < 0,021;$$

Анализ результатов показывает, что при расчёте вероятностным методом условие точности выполняется  $\Delta_{\Sigma} < T$ .

### 3.1.3 Принцип работы приспособления

При обработке на 030 операции в приспособлении деталь устанавливается на выступы подвижных губок (поз.5). Губки фиксируются и перемещаются в

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

приспособлении с помощью Т-образных пазов (Вид А). Базирование заготовки в приспособлении осуществляется с помощью зажима пневмопризм. После чего деталь зажимается призмами (поз.6) под действием рычагов (поз.4).

Разжим детали после обработки осуществляется подачей давления  $P=0,45\text{МПа}$  в цилиндр (поз.1). Рычаги раздвигают губки, после чего возможно удаление обработанной детали.

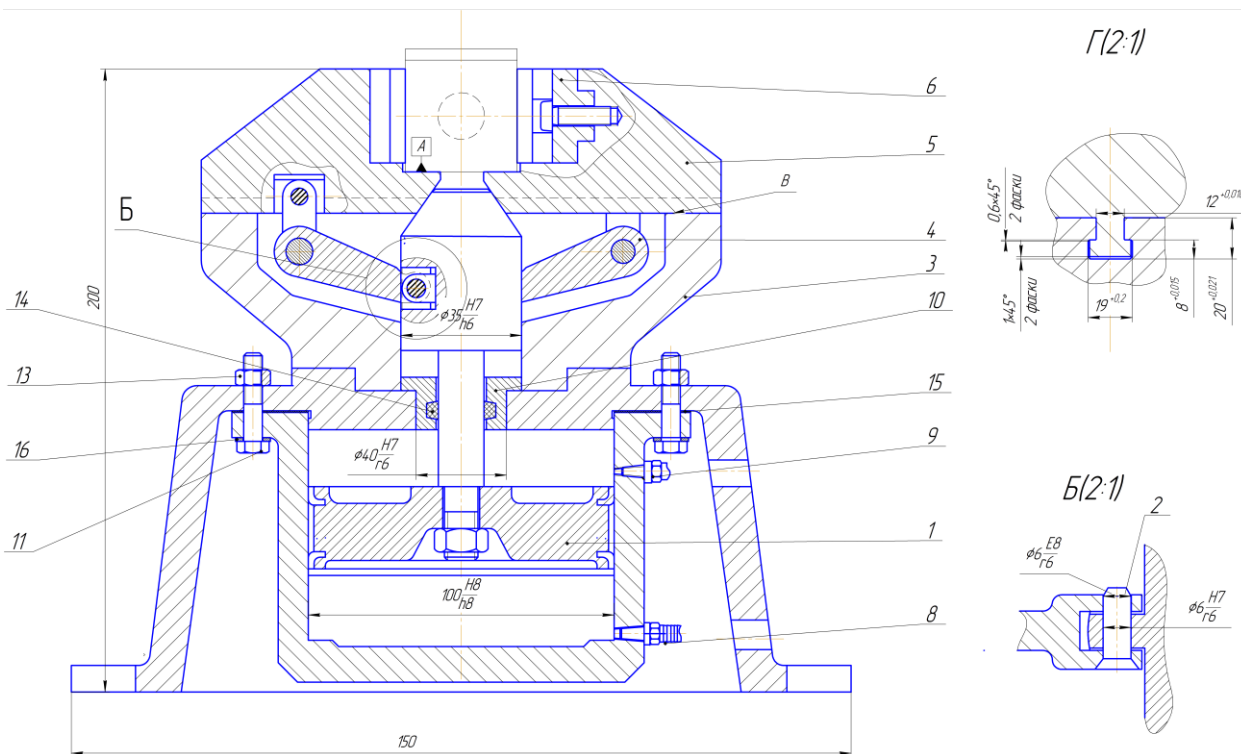


Рисунок 3.2 – Приспособление зажимное на операции 030

Рисунок 3.3 – Приспособление зажимное на операции 030

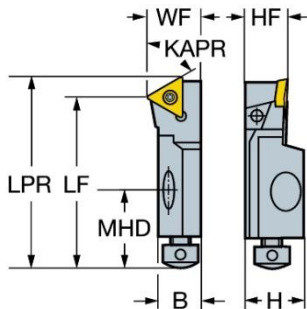
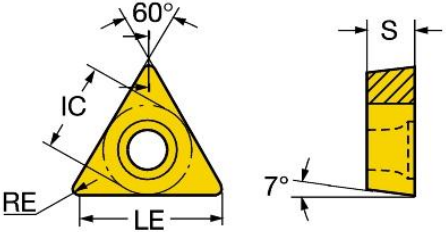
Описание схемы:

В данном приспособлении используются 2 подвижные губки с закреплёнными в них призмами для зажатия детали с противоположных сторон. Шток с цилиндром совершают прямолинейные поступательные движения, раздвигая или сдвигая рычаги тем самым зажимая или разжимая деталь (рисунок 3.4, рисунок 3.5).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

### 3.2 Проектирование (выбор) режущего инструмента

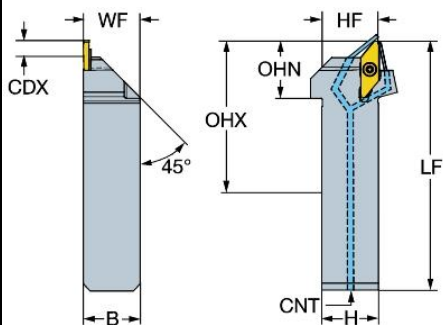
Таблица 24 – Режущий инструмент

Обр.	Применяемый инструмент	
Обработка торца	<p>STWCL 10CA-11-B1</p> <p>Резцовая вставка CoroTurn® 107 для точения</p>  <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Главный угол в плане (KAPR)= 60°</li> <li>-Min диаметр отверстия (DMIN1) = 40 мм</li> <li>Мах вылет (OHX) = 44 мм</li> <li>Исполнение (HAND) - L</li> <li>Ширина хвостовика (B) = 11 мм</li> <li>Высота хвостовика (H) = 15 мм</li> <li>Присоединительные размеры (MHD) = 20 мм</li> <li>Функциональная длина (LF2) = 49 мм</li> <li>Функциональная ширина (WF1) = 14 мм</li> <li>Функциональная ширина (WF2) = 5,3 мм</li> <li>Функциональная высота (HF)=10 мм</li> </ul>	<p>TСMT 11 03 04-PM 4335</p> <p>Режущая пластина CoroTurn® 107 для точения</p>  <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Диаметр вписанной окружности (IC) = 6,35 мм</li> <li>- Форма пластины (SC) - T</li> <li>- Эффективная длина режущей кромки (LE) = 10,34 мм</li> <li>- Радиус при вершине (RE) = 0,397 мм</li> <li>- Исполнение (HAND) - N</li> <li>- Толщина пластины (S) = 3,175 мм</li> <li>- Задний угол главный (AN) = 7°</li> </ul>

Продолжение таблица 24

QS-SMALR123XHP

Державка CoroCut® XS QS для точения резьбы

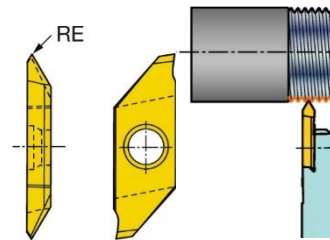


Размеры:

- Макс глубина резания (CDX) = 7,254 мм
- Мин вылет (OHN) = 25 мм
- Макс вылет (OHX) = 44,05 мм
- Исполнение (HAND) – R
- Давление СОЖ (CP) = 150 бар
- Ширина хвостовика (B) = 19,05 мм
- Высота хвостовика (H) = 19,05 мм
- Функциональная длина (LF) = 94,1 мм
- Функциональная ширина (WF) = 19,05 мм
- Функциональная высота (HF) = 19,05 мм
- Основание головки, длина смещения (HBL) = 25,1 мм

MATR 3-MM01F-100-A 1105

Режущая пластина CoroCut® XS для точения резьбы



Размеры:

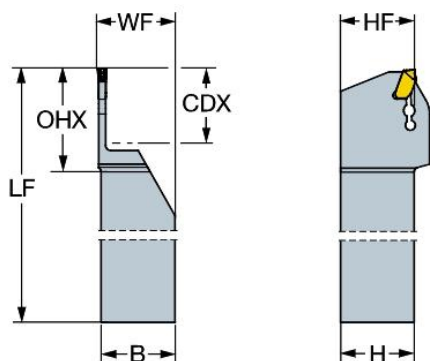
- Профиль резьбы (THFT) – M60
- Шаг резьбы (TP) = 1 мм
- Тип профиля резьбы (TPT) – F
- Класс точности резьбы (TCTR) – 6
- Теоретическая высота резьбы (HA) = 0,72 мм
- Разность высоты резьбы (HB) = 0,11 мм
- Длина профиля ex (PDX) = 0,38 мм
- Длина профиля ey (PDY) = 0 мм
- Радиус при вершине (RE) = 0,12 мм
- Исполнение (HAND) – R
- Толщина пластины (S) = 3,175 мм

Продолжение таблица 24

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

QD-RFE20-2525A

Державка CoroCut® QD для отрезки  
и обработки канавок

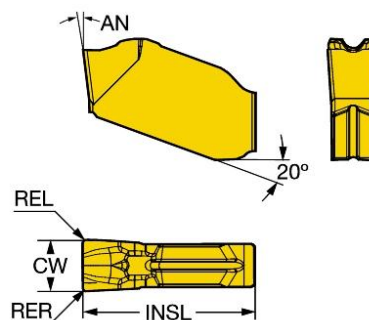


Размеры:

- Макс глубина резания (CDX)= 20 мм
- Макс вылет (OHX)= 30 мм
- Исполнение (HAND)– R
- Ширина хвостовика (B)= 25 мм
- Высота хвостовика (H)= 25 мм
- Функциональная длина (LF)= 150 мм
- Функциональная ширина (WF)= 25,25 мм
- Функциональная высота (HF)= 25 мм

QD-NE-0200-0002-CM 1125

Режущая пластина CoroCut®  
QD для отрезки



Размеры:

- Ширина резания (CW)= 1 мм
- Нижнее отклонение ширины резания (CWTOLL)= -0,05 мм
- Верхнее отклонение ширины резания (CWTOLU)= 0,05 мм
- Радиус при вершине слева (REL)= 0,2 мм
- Радиус при вершине справа (RER)= 0,2 мм
- Нижнее отклонение радиуса при вершине (RETOLL)= -0,05 мм
- Верхнее отклонение радиуса при вершине (RETOLU)= 0,05 мм
- Задний угол главный (AN)= 7 deg

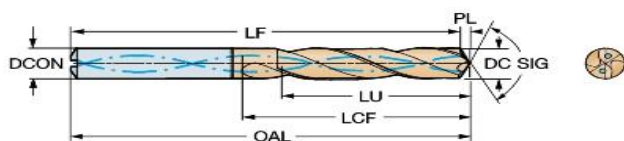
Продолжение таблицы 24

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

Сверление отверстия

860.1-1000-030A1-ММ 2214

Твердосплавное сверло CoroDrill® 860



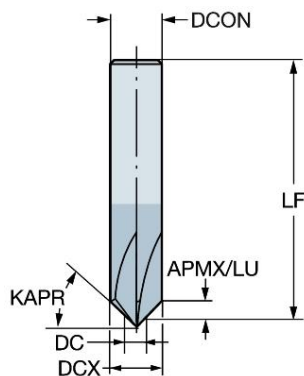
Размеры:

- Диаметр резания (DC) = 10 мм
- Точность отверстия (ТСНА) – Н8
- Рабочая длина (LU) = 31,6 мм
- Диаметр соединения (DCON) = 10 мм
- Угол при вершине (SIG) = 140°
- Высота режущей части (PL) = 1,6 мм
- Функциональная длина (LF) = 87,4 мм
- Длина стружечной канавки (LCF) = 47 мм

Фрезерование фаски, конической поверхности

1C050-0300-045-ХА 1620

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки фасок



Размеры:

- Диаметр резания (DC) = 3 мм
- Мах диаметр резания (DCX) = 12 мм
- Мах глубина резания (APMX) = 4,5 мм
- Диаметр соединения (DCON) = 12 мм
- Функциональная длина (LF) = 81,5 мм
- Мах частота вращения (RPMX) = 80000 r/min

Продолжение таблицы 24

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

150305.2017.008.00 ПЗ ВКР

Лист

58

Подрезка торца	15.03.05.2017.008.011СБ	SNMG 12 04 08–ММ 1125
	<p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Угол в плане <math>\varphi = 45^\circ</math></li> <li>– Вспомогательный угол в плане <math>\varphi_1 = 45</math></li> <li>– Длина резца <math>l_1 = 126</math> мм</li> <li>– Габариты хвостовика – 99x19,88x19,88 мм×мм×мм</li> </ul> <p>Данный инструмент рассчитан ниже и применяется для чистовой обработки торца выдерживая размер 95h12</p>	<p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Диаметр вписанной окружности (IC) = 12,7 мм</li> <li>– Форма пластины (SC) – S</li> <li>– Эффективная длина режущей кромки (LE) = 11,9 мм</li> <li>– Радиус при вершине (RE) = 0,794 мм</li> <li>– Толщина пластины (S) = 4,763 мм</li> <li>– Задний угол главный (AN) = 0 deg</li> </ul>

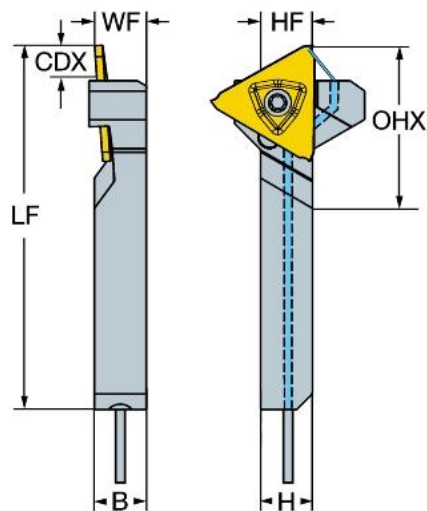
Продолжение таблицы 24

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59



QS-LF123U06-1010BHP

Державка CoroCut® 3 QS для отрезки и обработки канавок

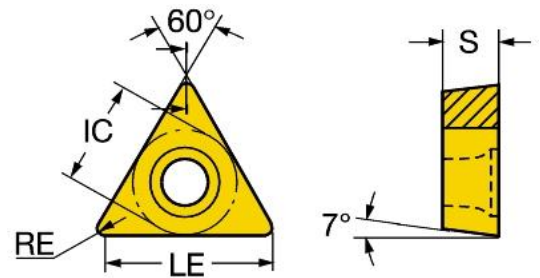


Размеры:

- Макс глубина резания (CDX) = 6,4 мм
- Макс вылет (OHX) = 23 мм
- Исполнение (HAND) – L
- Давление СОЖ (CP) = 80 бар
- Ширина хвостовика (B) = 10 мм
- Высота хвостовика (H) = 10 мм
- Функциональная длина (LF) = 70 мм
- Функциональная ширина (WF) = 10 мм
- Функциональная высота (HF) – 10 мм

N123U3-0250-0000-GS 1125

Режущая пластина CoroCut® 3 для обработки канавок



Размеры:

- Ширина резания (CW) = 2,5 мм
- Нижнее отклонение ширины резания (CWTOLL) = -0,02 мм
- Верхнее отклонение ширины резания (CWTOLU) = 0,02 мм
- Радиус при вершине слева (REL) = 0 мм
- Радиус при вершине справа (RER) = 0 мм
- Нижнее отклонение радиуса при вершине (RETOLL) = 0 мм
- Верхнее отклонение радиуса при вершине (RETOLU) = 0,05 мм
- Макс глубина резания (CDX) = 5 мм
- Исполнение (HAND) – N
- Задний угол главный (AN) = 7°

Продолжение таблицы 24

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

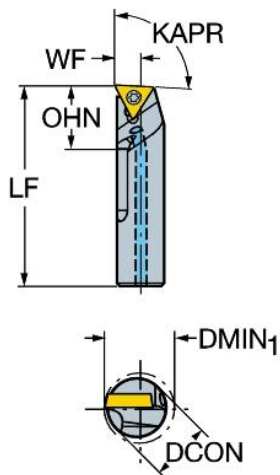
150305.2017.008.00 ПЗ ВКР

Лист

60

E10M-STUCL 06-GR

Твердосплавная расточная оправка  
CoroTurn® 107

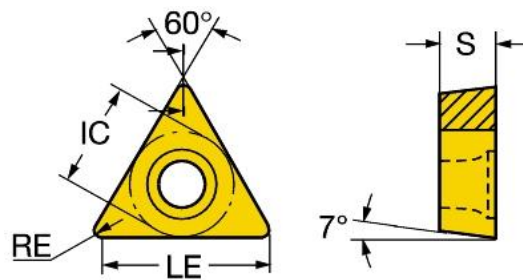


Размеры:

- Главный угол в плане (KAPR) = 93°
- Главный угол в плане (дюйм.) (PSIR) = -3°
- Мах угол врезания (RMPX) = 0
- Min диаметр отверстия (DMIN1) = 11 мм
- Min вылет (OHN) = 20мм
- Мах вылет (OHX) = 60 мм
- Исполнение (HAND) – L
- Диаметр соединения (DCON) = 10 мм
- Функциональная длина (LF) = 150 мм
- Функциональная ширина (WF) = 5,2 мм

TCMT 06 T1 02-KF 3210

Режущая пластина CoroTurn®  
107 для точения



Размеры:

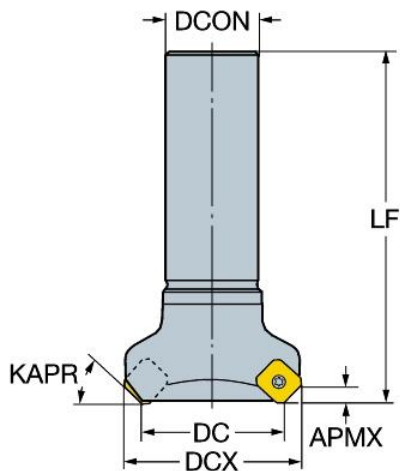
- Диаметр вписанной окружности (IC) = 3,969 мм
- Форма пластины (SC) – T
- Эффективная длина режущей кромки (LE) = 6,42 мм
- Радиус при вершине (RE) = 0,2 мм
- Исполнение (HAND) – N
- Толщина пластины (S) = 1,98 мм
- Задний угол главный (AN) = 7°

Продолжение таблицы 24

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

R245-032A32-12M

Торцевая фреза CoroMill® 245  
для фрезерования

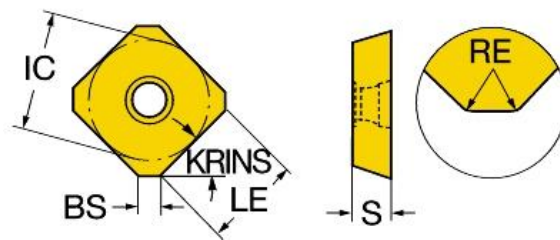


Размеры:

- Главный угол в плане (KAPR) = 40°
- Диаметр резания (DC) = 32 мм
- Мах диаметр резания (DCX) = 44,5 мм
- Мах глубина резания (APMXFFW) = 6 мм
- Исполнение (HAND) – R
- Диаметр соединения (DCON) = 32 мм
- Функциональная длина (LF) = 117 мм

R245-12 T3 E-KL 3330

Режущая пластина CoroMill® 245  
для фрезерования



Размеры:

- Диаметр вписанной окружности (IC) = 13,4 мм
- Форма пластины (SC) – S
- Эффективная длина режущей кромки (LE) = 10 мм
- Длина кромки Wiper (BS) = 2,1 мм
- Радиус кромки Wiper (BSR) = 200 мм
- Радиус при вершине (RE) = 1,5 мм
- Угол между главной режущей кромкой и wiper (KRINS) = 45°
- Исполнение (HAND) – R
- Толщина пластины (S) = 3,969 мм

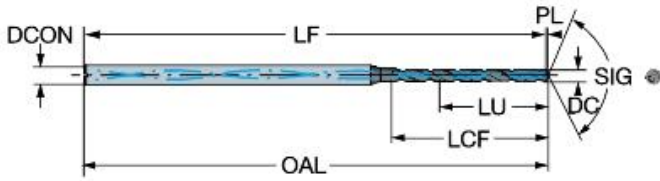
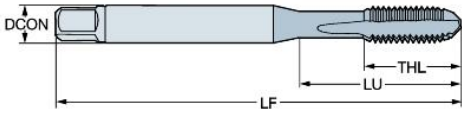
Продолжение таблицы 24

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2017.008.00 ПЗ ВКР

Лист

62

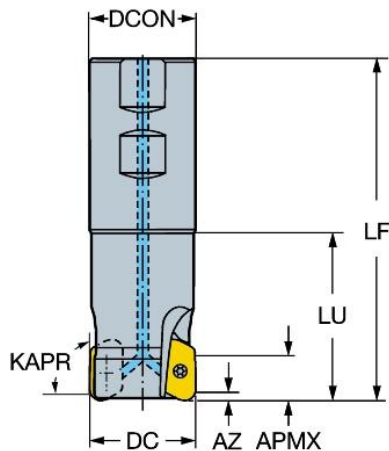
Сверление отверстия	<p>862.1–0250–030A1–GM GC34</p> <p>Твердосплавное сверло CoroDrill® 862</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>–Диаметр резания (DC)= 2,5 мм</li> <li>–Рабочая длина (LU)= 29,8 мм</li> <li>–Давление СОЖ (СР)= 40 bar</li> <li>–Угол при вершине (SIG)= 140 deg</li> <li>–Высота режущей части (PL)= 0,4 мм</li> <li>–Общая длина (OAL)= 78 мм</li> <li>–Функциональная длина (LF)= 77,6 мм</li> <li>–Длина стружечной канавки (LCF)= 36 мм</li> <li>–Мах частота вращения (RPMX)= 30558 r/min</li> </ul>
Нарезание резьбы	<p>T100–KM100DA–M3 D210</p> <p>Метчик с прямыми стружечными канавками CoroTap™ 100</p>  <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Размер резьбы (TDZ) – М 3</li> <li>– Шаг резьбы (TP) = 0,5 мм</li> <li>– Диаметр резьбы (TD) = 3 мм</li> <li>– Класс точности резьбы (TCTR) – 6НХ</li> <li>– Рабочая длина (LU) = 18 мм</li> <li>– Диаметр соединения (DCON) = 3,5 мм</li> <li>– Функциональная длина (LF) = 56 мм</li> <li>– Диаметр шейки (DN) = 2,27 мм</li> <li>– Длина нарезания резьбы (THL) = 9 мм</li> </ul>

Продолжение таблицы 24

Фрезерование уступа

RA790-025M25S2-16L

Фреза для обработки прямоугольных уступов CoroMill® 790

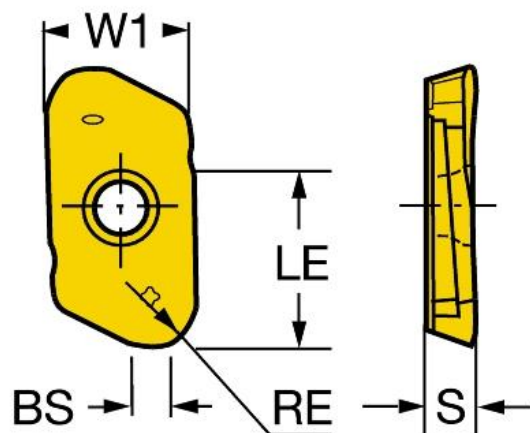


Размеры:

- Диаметр резания (DC) = 25,4 мм
- Мах глубина резания (APMXPFW) = 12 мм
- Мах глубина резания (APMXFFW) = 12 мм
- Мах глубина резания (APMXEFW) = 5 мм
- Мах угол врезания (RMPXFFW) = 19°
- Мах глубина врезания (AZ) = 3 мм
- Рабочая длина (LU) = 38,1 мм
- Давление СОЖ (CP) = 10 бар
- Диаметр соединения (DCON) = 25,4 мм
- Функциональная длина (LF) = 101,6 мм

R790-160408PH-PL 1130

Режущая пластина для фрезы CoroMill® 790



Размеры:

- Ширина пластины (W1) = 11 мм
- Эффективная длина режущей кромки (LE) = 12 мм
- Длина кромки Wiper (BS) = 1 мм
- Радиус при вершине (RE) = 0,8 мм
- Угол между главной режущей кромкой и wiper (KRINS) = 90°
- Исполнение (HAND) – R
- Толщина пластины (S) – 4 мм

Окончание таблицы 24

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

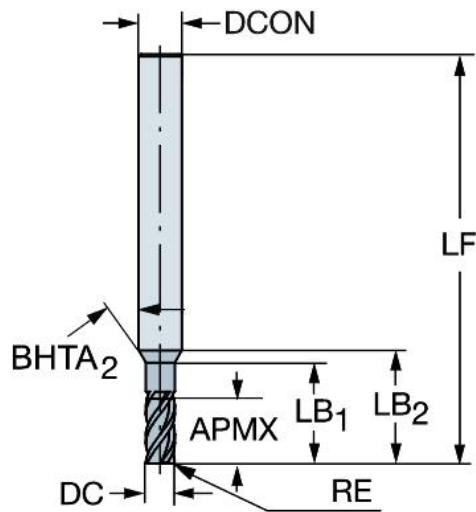
150305.2017.008.00 ПЗ ВКР

Лист

64

2S342-0300-020-PA 1730

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura



Размеры:

Фрезерование уступа

- Диаметр резания (DC) = 3 мм
- Диаметр резания, контакт по торцу (DCF) = 2,6 мм
- Радиус при вершине (RE) = 0,2 мм
- Мах глубина резания (APMX) = 7 мм
- Мах угол врезания (RMPX) = 7°
- Рабочая длина (LU) – 7 мм
- Число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 4
- Допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6
- Диаметр соединения (DCON) = 6 мм
- Функциональная длина (LF) = 57 мм
- Длина корпуса (LB1) = 13 мм
- Длина корпуса (LB2) = 15,6 мм
- Половина угла конусности (BHTA1) = 0
- Половина угла конусности (BHTA2) = 30°
- Угол подъема стружечной канавки (FHA) = 38°
- Главный передний угол радиальный (GAMF) = 10,5°
- Главный передний угол осевой (GAMP) = 10,5°

### 3.2.1 Расчет резца.

Резец является наиболее распространенным инструментом в металлообрабатывающей промышленности. Он применяется при работе на токарных, револьверных, карусельных, расточных, строгальных, долбежных станках, токарных автоматах, полуавтоматах и на многих других станках специального назначения. Многообразие применения резцов породило множество форм конструкций и геометрических параметров их, которые меняются в зависимости от вида станка и рода выполняемой работы.

Для обработки торца детали разработан резец, оснащенный многогранной неперетачиваемой пластиной. Выбор проходного резца сделан в соответствии со следующими режимами резания:

скорость –  $V_0 = 444$  м/мин;

подача –  $S_0 = 0,354$  мм/об;

глубина резания –  $t_0 = 1,0$  мм;

шероховатость поверхности –  $Ra = 1,6$  мкм.

Материал детали: В124

1) Угол наклона главной режущей кромки.

Угол наклона главной режущей кромки  $\lambda$  оказывает влияние на целый ряд факторов процесса резания. Особое значение он имеет для формы стружки, направления ее сбегания и упрочнения резца. Угол  $\lambda$  изменяет первоначальное положение места контакта резца и заготовки. При  $\lambda > 0$  место контакта удаляется от вершины, что способствует упрочнению резца. С этой точки зрения угол  $\lambda$  приобретает большое значение для резцов с пластинками твердого сплава, особо нуждающихся в упрочнении главной кромки. При малых значениях угла  $\lambda$  влияние его на работу резца сказывается незначительно. Поэтому для проходных резцов универсального применения главную режущую кромку следует располагать параллельно опорной плоскости, т.е. при  $\lambda = 0$ . Необходимо отметить, что с увеличением угла  $\lambda$  качество обрабаты-

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

ваемой поверхности ухудшается.

2) Главный угол в плане.

Главный угол в плане  $\varphi$  определяет соотношение между шириной и толщиной среза при постоянных значениях подачи и глубины резания. С уменьшением главного угла в плане  $\varphi$  уменьшается толщина среза и увеличивается его ширина. Это приводит к увеличению активной длины кромки, поэтому сила и температура резания, приходящиеся на единицу длины кромки, уменьшаются, а вместе с этим снижается и износ резца.

Принимаем согласно  $\varphi = 45^\circ$ .

3) Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$ .

Вспомогательная режущая кромка в основном играет роль калибрующей и зачищающей обрабатываемую поверхность, полученную в результате работы главной кромки. Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$  влияет на чистоту обработки, упрочнение вершины резца и на его стойкость.

Конструктивно принимаем  $\varphi_1=45$  (для шестигранной пластины).

4) Радиус закругления при вершине резца.

Главная и вспомогательная кромки сопрягаются на вершине в виде закругления радиуса  $r$ . Влияние его на работу резца примерно такое же, как и угла  $\varphi_1$ . С увеличением радиуса закругления повышается качество обрабатываемой поверхности и стойкость резца, но возрастает сила резания. Для проходного токарного резца принимаем  $r = 0,8$  мм.

5) Расчет параметров установки пластины в корпусе инструмента.

Расчет проводим согласно рекомендациям:

1. Определение формы пластины, т.е. числа  $n$  ее граней.

Число граней пластины:

$$n = \frac{360}{\varphi + \varphi_1} = \frac{360}{45 + 45} = 4,$$

где  $\varphi$  и  $\varphi_1$  – соответственно заданные главный и вспомогательный углы в плане.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67



2. Определение положения плоскости А–А, расположенной под углом  $\beta$  относительно главной режущей кромки. В этой плоскости необходимо повернуть пластину на угол  $\mu$  для получения заданных главного  $\varphi$  и вспомогательного  $\varphi_1$  углов в плане. Этих данных достаточно для проектирования паза под пластину у резцов.

Сечение державки резца определяем в зависимости от силы резания, материала корпуса, вылета резца и других факторов.

Выбираем сечение резца квадратного профиля:  $B=H$ .

$$B = \sqrt[3]{\frac{6P_z L}{\sigma_{и.д.}}} = \frac{6 \cdot 1020 \cdot 27,5}{20} = 19,88 \text{ мм},$$

где:

$$P_z = 1020 \text{ Н}$$

$$l = 27,5 \text{ мм} - \text{вылет резца}$$

$$\sigma_{и.д.} = 20 \text{ МПа} - \text{допустимое напряжение при изгибе материала корпуса.}$$

Принимаю сечение резца  $H \times B = 19,88 \times 19,88$ , где  $H$  – высота державки резца;  $B$  – ширина державки резца; размер шестигранной пластины *SNMG 12 04 08–ММ 1125*:  $l=1,9$ мм;  $d=12,7$  мм;  $d_1=6$ мм;  $s=4,763$ мм;  $r=0,8$ мм; длина резца  $l_1=126$  мм;

В результате расчетов, был разработан правый проходной отогнутый резец с шестигранной неперетачиваемой пластиной. Резец имеет главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ$  и вспомогательный угол  $\varphi_1 = 45$ . Данные углы были выбраны в соответствии с обрабатываемым материалом – В124 ГОСТ 2685–75. Сечение державки резца – квадратное, т.к. такое сечение более устойчиво к изгибающим и крутящим нагрузкам. Неперетачиваемая пластина б крепится к державке 1 резца прижимным винтом 5 и прихватом 2.

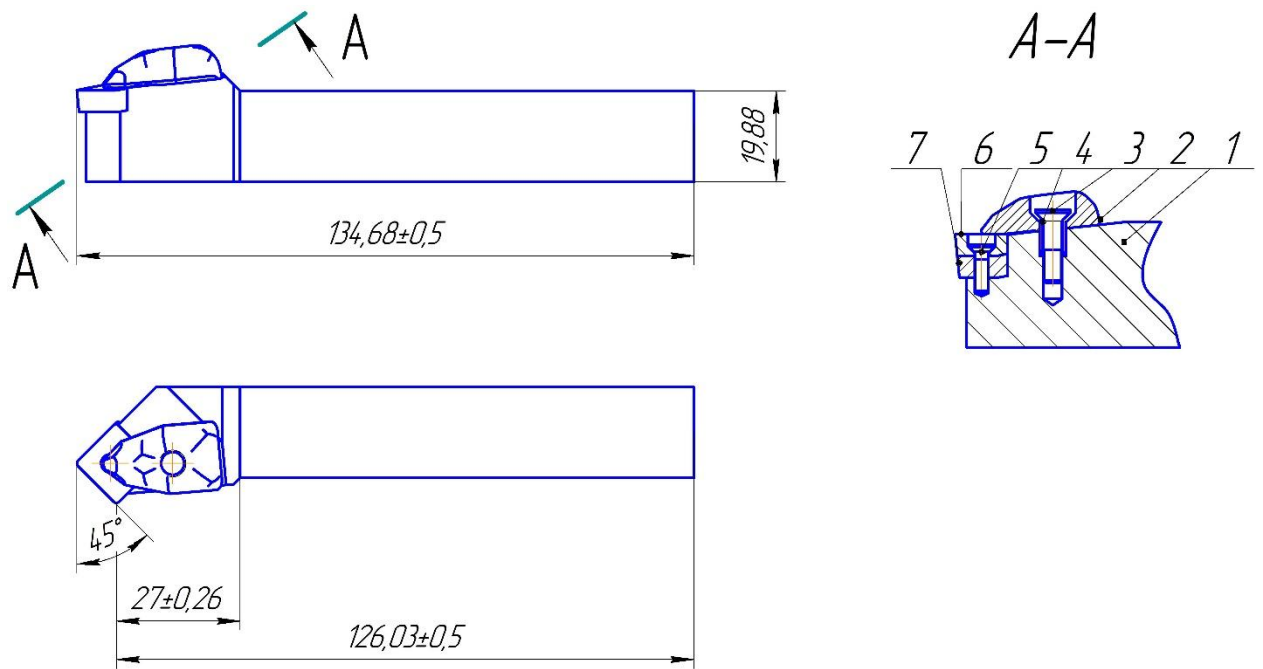


Рисунок 3.5. Резец проходной.

### 3.3 Описание работы контрольного приспособления

Для контроля параметров детали: параллельность и перекос осей отверстий  $\varnothing 25$  и  $\varnothing 3$  совместно обрабатываемых деталей, перпендикулярность поверхности А относительно плоскости В, спроектировано контрольное приспособление (рисунок 3.6, рисунок 3.7, рисунок 3.8).

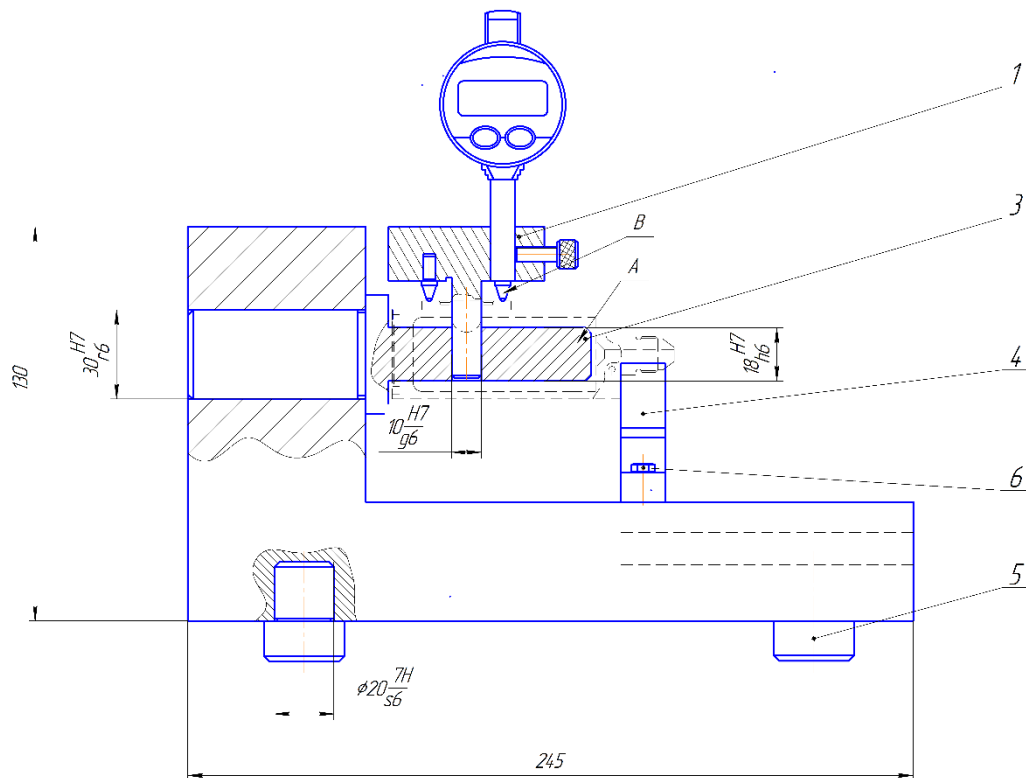


Рисунок 3.6 – Контрольно-измерительное приспособление вид спереди

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2017.008.00 ПЗ ВКР

Лист

69

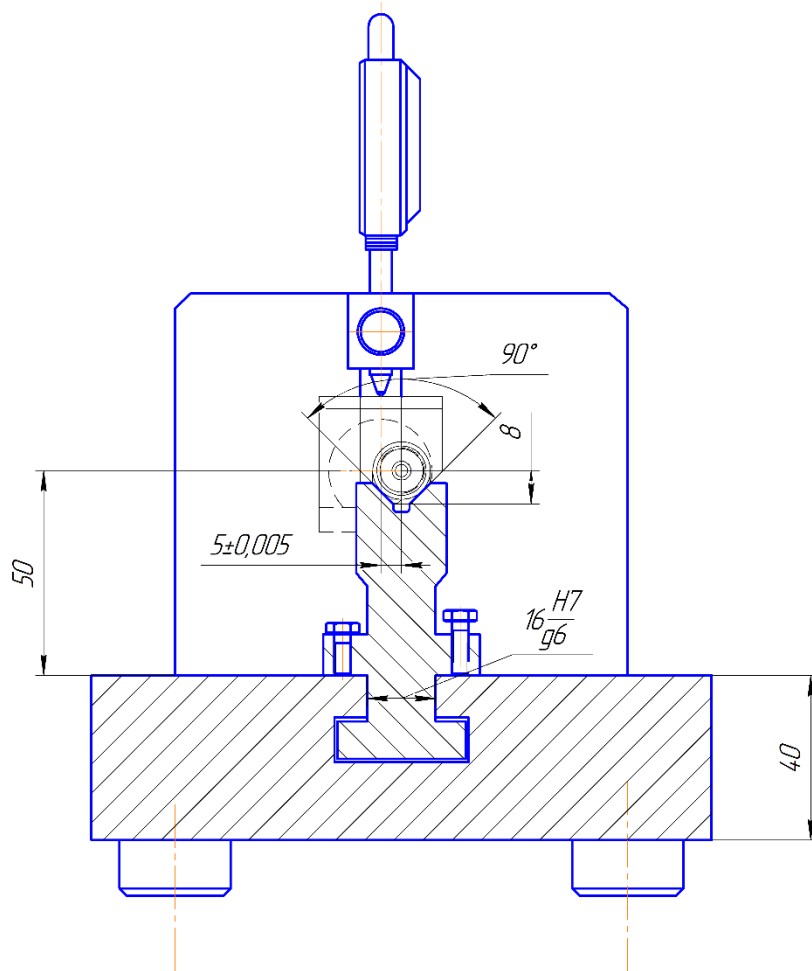


Рисунок 3.7 – Контрольно–измерительное приспособление вид слева

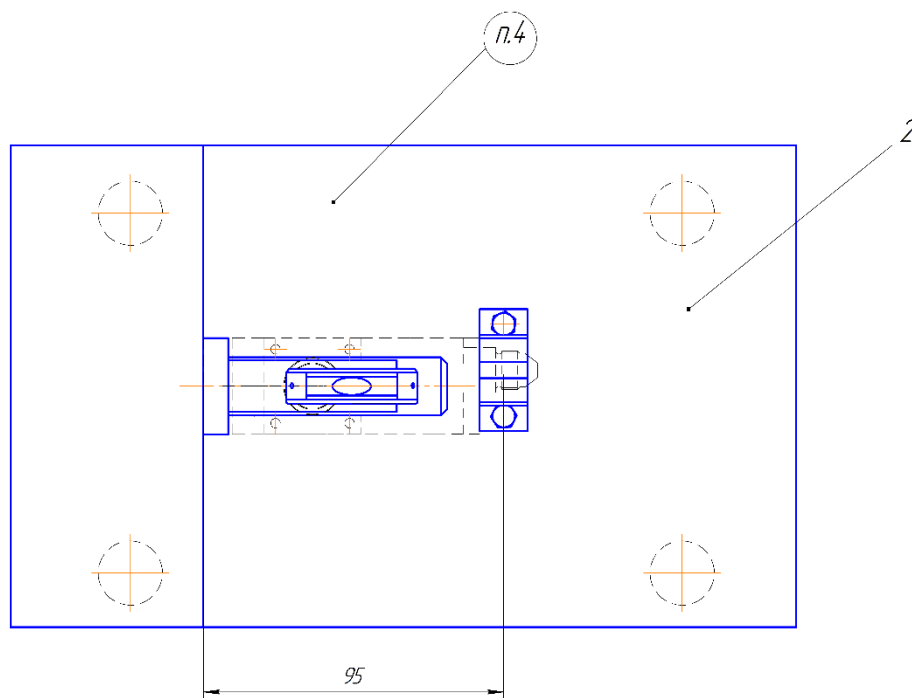


Рисунок 3.8 – Контрольно–измерительное приспособление вид сверху

Принцип работы:

Приспособление состоит из литого основания (поз.2). К левой стенке впрессовывается вал неподвижный (поз.3), на который устанавливается контролируемая деталь. Проворачивая кронштейн рукой с детали снимаются показания перпендикулярности, а также параллельности поверхности. Контроль параллельности, перекоса осей отверстий  $\varnothing 18$  и  $\varnothing 3$  осуществляется опорной призмой (поз. 4)

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Техника безопасности – это совокупность мероприятий, обеспечивающих предупреждение несчастных случаев на производстве. Эти мероприятия заключаются в следующем:

- а) Ограждение механизмов станка, предоставляющих опасность для рабочих.
- б) Предохранение от поражения электрическим током.
- в) Обучение рабочих правилам безопасности на рабочем месте и в цехе.

### 4.1 Факторы и причины опасного состояния для человека

Факторы и причины опасного состояния системы человек–машина и способы предотвращения опасности

Основные факторы аварии (ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ)

- неисправность техники (недоработки конструктора, проектировщика, при изготовлении станка и т.д.);
- ошибки оператора;
- накопление энергии или веществ в системе с опасными веществами или источниками энергии;
- воздействие опасных факторов на человека и окружающую среду.

Причины возможных аварий: при конструировании; при монтаже; из–за технических недостатков; при эксплуатации.

Безопасность деятельности человека в системе человек–машина–среда достигается:

- а) законодательной базой,
- б) профессиональным подбором,
- в) охраной труда,
- г) достоверностью получаемой информации,
- е) экономической безопасностью.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

## 4.2 Инструкция по эксплуатации станка с ЧПУ

1) К эксплуатации и ремонту станка допускается только персонал, ознакомленный с соответствующей документацией станка и с ЧПУ.

2) Всегда необходимо пользоваться защитными очками и специальной обувью. При необходимости используйте перчатки, пылезащитную маску и средства защиты слуха.

3) При работе на станке не рекомендуется носить кольца, часы, различные украшения и галстуки. Длинные волосы должны быть собраны и прикрыты рабочим головным убором.

4) Эксплуатация станка разрешается лишь в том случае, если вы убедились, что регулярно производилось обслуживание станка и что он находится в отличном техническом состоянии.

5) Необходимо убедиться, что станок заземлен надлежащим образом.

6) Не приступать к работе на станке, если от него исходит необычное или слишком сильное тепло, шум, наблюдается выделение дыма или вибрация. При этом необходимо срочно обратиться к производителям станка или в сервисную службу.

7) Доступ к электрическим компонентам станка разрешается только специально обученному персоналу.

8) Нельзя применять в качестве очистителей и СОЖ ядовитые и воспламеняющиеся вещества.

9) Не открывать защитные дверцы и кожуха пока какое-либо из устройств станка находится в движении.

10) Зона вокруг станка должны быть сухой и хорошо освещенной.

11) Перед закреплением инструмента необходимо убедиться, что все поверхности устройства крепления инструмента чистые.

12) Не превышать номинальную мощность станка.

13) Не оставлять инструмент и детали в местах, в которых они могли бы соприкоснуться с подвижными частями станка.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

- 14) Регулярно проверять уровень смазки и охлаждающего средства.
- 15) Во время обработки не предпринимать наладку инструмента или крепление деталей.
- 16) Поддерживать достаточно безопасное расстояние до всех точек «защемления» (мест изгиба шлангов и проводов) и избегать опасных ситуаций.
- 17) Обязательно знать расположение клавиш аварийного останова станка.
- 18) Не оставлять станок без присмотра во время его работы.
- 19) При контакте с обработанными деталями обращать внимание на наличие острых кромок.
- 20) Не удаляйте стружку голыми руками. Используйте для этого крючок или другое приспособление, убедившись в полной остановке частей станка. Не производите очистку станка с помощью воздушного шланга.
- 21) Не пытайтесь остановить или затормозить перемещения исполнительных органов станка голыми руками или с помощью приспособлений.
- 22) Не применять для крепления инструмента и заготовки дефектные или грязные патроны, держатели и приспособления.
- 23) Запрещается предпринимать какие-либо конструктивные изменения станка без согласования с производителем станка или сервисной службой.
- 24) Ни в коем случае не совершайте на станке операций, которых вы не понимаете. В случае сомнений обязательно проконсультируйтесь со специалистом.
- 25) Никогда не работайте внутри станка, если кто-либо работает со стойкой ЧПУ. Перейдите в режим редактирования «Edit» для предотвращения случайного перемещения исполнительных органов станка.
- 26) Уделяйте особое внимание перемещениям на ускоренной подаче. Соблюдайте безопасное расстояние над поверхностью заготовки для таких перемещений.

### 4.3 Противопожарные мероприятия

Опасными факторами пожара являются: повышенная температура воздуха и предметов; открытый огонь и искры; токсичные продукты горения; дым; взрывы; повреждения и разрушения зданий и сооружения.

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.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. В данном производстве применяют, первичные средства пожаротушения (огнетушители, асбестовые волокна, ящики с флюсом или песком, емкости с огнетушащими порошками), установки локального пожаротушения.

Огнетушители порошковые. ОП – 5(б) – АВСЕ – 03 (Ш) по ГОСТ Р 51057–2001 – порошковый огнетушитель, имеет объем заряда 5 кг ОТВ, оснащенного баллоном высокого давления, используемым для создания избыточного давления вытесняющего газа в корпусе огнетушителя, предназначенного для тушения пожаров твердых (пожар класса А), жидких (пожар класса В) и газообразных горючих веществ (пожар класса С), а также электрооборудования, находящегося под напряжением (пожар класса Е).

Огнетушители пенные. ОВП – 10(з) – АВ – 01 (УгПАВ) по ГОСТ Р 51057–2001 – воздушно–пенный огнетушитель, имеет объем заряда ОТВ –

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75



10 л, закачного, предназначенного для тушения пожаров твердых (пожар класса А) и жидких горючих веществ (пожар класса В), модели 01, с углеродородным зарядом: Имеют широкую область применения, исключение составляет случаи, когда пена может послужить проводником электрического тока. Пена, являющаяся огнетушащим средством в огнетушителях данного вида, образуется из водных растворов щелочей и кислот.

Для того чтобы предотвратить возникновение пожара в цехе, необходимо соблюдать правила хранения легковоспламеняющихся материалов. В конце смены, после уборки рабочего места, все обтирочные материалы убираются в специально отведенные для этого металлические ящики. Электродвигатель и местное освещение отключают. Нельзя самостоятельно устранять неполадки электрооборудования.

В случае возникновения пожара следует немедленно отключить электрооборудование, вызвать пожарных и принять меры по тушению пожара песком, огнетушителем и другими средствами.

#### 4.4 Промышленная санитария

Для увеличения освещенности и обеспечения чистоты рабочих мест и помещения рекомендуется станки, тумбочки, тару для деталей и отходов окрашивать в светлые тона.

Рациональная организация рабочего места включает мероприятия, уменьшающие шум, так как он повышает утомляемость рабочих и снижает производительность труда. С целью снижения утомляемости проводят профилактическую гимнастику.

Температура, влажность и чистота воздуха в производственном помещении должны отвечать санитарным нормам и создавать нормальные условия для работы (ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ – Общие санитарно–гигиенические требования к воздухоробочей зоне).

Культура производства в значительной степени определяется правильной организацией работ по обеспечению чистоты помещений.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

## 4.5 Электробезопасность

Опасность поражения электрическим током зависит:

- 1) От правильности эксплуатации оборудования.
- 2) От окружающей среды.
- 3) От квалификации персонала.

Характер действия электрического тока в зависимости от его величины приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Действие электрического тока на организм человека

Действующий ток	Величина тока, А		Характер действия
	Переменный, 50Гц	Постоянный	
Пороговый осязаемый	0,6–1,5	6–7	Вызывает ощущение раздражения
Пороговый неосязаемый	10–15	50–70	Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть
Пороговый фибрилляционный	100	300	Непосредственное влияние на мышцу сердца, при протекании тока более чем 5 секунд может произойти остановка сердца

Меры защиты от воздействия электрического тока:

- изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- 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 в следствии короткого однофазного замыкания;
- заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;

– обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления, наличия трапа у станка;

– привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж.

Для снабжения электродвигателя станка используется ток напряжением 220 В (ГОСТ 12.1.002–84 – Электростатическое поле промышленной частоты. Допустимые уровни напряжения и требования к проведению контроля на рабочем месте). Ток такого напряжения может явиться причиной травм. Опасность поражения током возникает в тех случаях, когда нарушена изоляция электрической части станка.

Во избежание поражения током рабочего станок заземлен. Рабочий должен строго соблюдать правила пуска и останова электродвигателя.

Общие меры безопасности:

1) организационные меры – инструктаж, применение защитных средств, профессиональный подбор кадров;

2) профилактические меры – изоляция, ограждение оборудования, изолирующие материалы;

3) защитные ограничения.

#### 4.6 Микроклимат, вибрации, производственное освещение, шум

Микроклимат – это климат внутренней среды помещения. Он оценивается следующими параметрами: температура тела человека и окружающей среды, оптимальная температура, относительная влажность воздуха и скорость (СанПиН 2.2.4.548–96 – Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений).

Терморегуляция – комплекс физико–химических и технологических процессов, направленных на поддержание постоянной температуры тела.

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение санитарных норм воздушной среды в рабочей зоне помещений, то есть в пространстве высотой до 2 м над уровнем пола,

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

путем устранения воздействия таких вредных производственных факторов, как пары, пыль, избыточная теплота и влага.

Допустимые параметры микроклимата – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном и систематическом воздействии на человека вызывает проходящее, но быстро восстанавливаемое функционирование организма и теплового баланса с напряжением механизма терморегуляции.

Нормирование параметров микроклимата производят в зависимости от категории выполняемых работ и времени года (теплый период  $> +10^{\circ}\text{C}$ , холодный период  $< +10^{\circ}\text{C}$ ).

В данном случае категория Па к ней относятся работы с интенсивностью энерготрат 151 – 200 ккал/ч (175 – 232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий).

Таблица 26 – Нормы показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Температура поверхности, $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Па (175–232)	19–21	18–22	60–40	0,2
Теплый	Па (175–232)	20–22	19–23	60–40	0,2

Средства защиты для установления нормированных параметров микроклимата:

1. Коллективные: отопление, кондиционирование воздуха, вентиляция, воздушное душирование, теплозащитные экраны.
2. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – специальные костюмы.

#### 4.7 Производственное помещение

Производственное освещение делят на естественное и искусственное, а также на общее и местное.

Правильно спроектированное и выполненное освещение в производственных цехах способствует обеспечению высокой производительности труда и качества выпускаемой продукции. Сохранность зрения, состояния нервной системы работающих и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. В нашем случае освещение должно быть как общее так и местно.

Требования к производственному освещению (СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение с изменением №1»):

- а) Освещенность должна соответствовать на рабочем месте необходимым нормам.
  - б) Равномерное распределение освещенности на рабочей зоне.
  - в) Отсутствие резких теней на рабочем месте.
  - г) В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блесккость.
  - д) Величина освещенности должна быть постоянной во времени.
  - е) Направленность светового потока на рабочее место должна быть оптимальной.
  - ж) Необходимо подбирать спектральный состав источника света.
  - з) Осветительные установки должны быть безопасны при эксплуатации.
- Световой поток одной лампы на участке рассчитывают по формуле:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta}, \quad (4.1)$$

где  $E_n = 300$  лк – необходимая освещенность рабочих мест операторов;

$S = 364 \text{ м}^2$  – площадь освещаемого участка;

$k = 1,5$  – коэффициент запаса;

$Z = 1,15$  – коэффициент минимальной освещенности для ламп накаливания и ДРЛ.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

$\eta$  – коэффициент использования светового потока лампы, %; зависит от типа лампы, типа светильника, коэффициента отражения потолка и стен, высота подвеса светильников и индекса помещения  $i$ ,  $\eta=45$ .

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} \quad (4.2)$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина участка;

$H_p$  – расстояние от потолка, где подвешены лампы до рабочей поверхности.

$$i = \frac{22 \cdot 16}{1,18 \cdot (22 + 16)} = 1,18$$

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 352 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{45} = 350826$$

$$N = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi} = \frac{350826}{40600} = 9,64$$

Число светильников  $N = 10$ .

Для лампы ДРЛ 700  $\Phi_{\text{ТАБЛ}} = 40600$  лм.

Вывод: для помещения высотой 7,85 м в качестве источника света выбрана дуговая ртутная лампа высокого давления ДРЛ 700 ГОСТ 27682–88. Освещение обеспечивает выполнение зрительных работ разряда IVв.

#### 4.8 Вибрации

Увеличение производительности, рост мощности и быстроходности производственного оборудования при одновременном снижении его материалоемкости сопровождается усилением вибраций. Воздействие вибраций не только ухудшает самочувствие работающих и снижает производительность труда, но и часто приводит к тяжелому профессиональному заболеванию – виброблезни.

Источники вибраций: возвратно–поступательные механизмы; неуравно-

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

вешенные массы.

Действия вибраций на человека: раздражающее – снижение работоспособности; воздействие на нервные клетки, органы – нарушение центральной нервной системы; деформирующее действие в тканях – нарушение опорно-двигательного аппарата; смещение органов – нарушение половой системы.

Действие вибраций усугубляется холодом и шумом.

Способ защиты от вибраций:

Виброизолятор – упругое демпфирующее устройство, которое устанавливается между источником вибрации и объектом, который нужно защитить. Виброизоляторами могут служить: пружины, резина, войлок, пробки и т.д.

Методы и средства защиты от вибраций:

а) Организационные – ограничение по возрасту (до 18 лет не разрешается работать с вибрациями).

б) Гигиенические – медицинские осмотры и лечение, средства индивидуальной защиты.

Нормированные значения вибрации по ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ приведены в таблице 27.

Таблица 27– Значения вибрации для агрегатного станка по ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ

Вид вибрации	Среднеквадратичное значение вибрации в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц
На постоянных рабочих местах	63
Общая технологическая вибрация	0,2

#### 4.9 Шум

Шум – сочетание звуков разной интенсивности, оказывающий неблагоприятное воздействие на организм человека и, в первую очередь на нервную систему. Шум на производстве причиняет большой ущерб, вредно воздействуя на организм человека и снижая производительность труда. Утомление

рабочих и операторов вследствие сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует повышению травмирования. При проектировании цехов выполняют расчет ожидаемого уровня шума на рабочих местах и предусматривают необходимые противозумные мероприятия:

- изменения в конструкции шумообразующего источника;
- заключение его в изолирующие кожухи; использование глушителей шума при выпуске сжатого воздуха из пневмосистемы;
- размещение наиболее мощных источников шума в звукоизолирующих помещениях;
- использование звукопоглощающей облицовки потолков и стен, штучных звукопоглотителей и звукопоглощающих экранов, виброизолирующих фундаментов или амортизаторов под оборудование.

Если невозможно снизить уровень шума до допустимых пределов путем проведения перечисленных мероприятий, следует применять индивидуальные средства защиты работающих – заглушки (тампоны из ультратонкого стекловолокна) и наушники.

Нормативные значения уровня шума для постоянных рабочих мест по ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ приводятся в таблице 28.

Таблица 28 – Уровень шума для рабочих мест по ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ

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



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе произведен анализ текущего технологического процесса, применяемого оборудования и оснастки, выделены его недостатки и внесены предложения по проектному технологическому процессу. Был разработан технологический процесс механической обработки детали, произведен анализ технологичности детали, разработана маршрутная и операционная технологии, рассчитано и спроектировано специальное приспособление, подобран современный режущий инструмент и спроектировано контрольное приспособление. Так же бы спроектирован специальный участок механической обработки для данной детали. Было достигнуто увеличение коэффициента использования материала за счет нового способа получения заготовки; уменьшено штучное время, благодаря концентрации операций на обрабатывающих станках с ЧПУ и автоматической смене режущего инструмента.

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахлюстина, В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В.В. Ахлюстина, Э.Р. Логунова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 212 с.
2. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно–фрезерно–расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков. –2–е изд. –М.: Машиностроение, 2007. – 368 с.
3. Справочник технолога–машиностроителя в 2–х т./ Под ред. Дальского А.М., Сулова А.Г., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – 5–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001. – Т. 1. – 656 с.; Т. 2. – 496 с.
4. Логунова, Э.Р. Приспособления к металлорежущим станкам: учебное пособие / Э.Р. Логунова, В.В. Ахлюстина, Д.В. Ардашев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 174 с.
5. Меньшаков, В.М. Расчет и проектирование режущих и бесстружечных метчиков: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию / В.М. Меньшаков, А.В. Черемисов, А.Ф. Черненко. – Челябинск: ЧПИ, 1985. – 37 с.
6. Аршинов, В.А. Резание металлов и режущий инструмент / В.А. Аршинов, Алексеев Г.А. – М.: Машиностроение, 1976. – 410 с.
7. Филиппов, Г.В. Режущий инструмент / Г.В. Филиппов. – Л.: Машиностроение, 1981. – 392 с
8. Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: Компьютерная версия учебного пособия / В.Ю. Шамин. – 4–е изд., перер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 530 с.
9. Онлайн калькулятор режимов резания фирмы Sandvik. – <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/coroguide.aspx>
10. Электронный каталог режущего инструмента фирмы Sandvik. – [http://www.tulaspecinstr.ru/sandvik\\_katalog\\_2011.html](http://www.tulaspecinstr.ru/sandvik_katalog_2011.html)

					150305.2017.008.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85