Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национально-исследовательский университет)
Политехнический институт
Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ Гузеев В.И
«___»_____ 2018 г.

Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Муфта»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ЮУрГУ – 150305.2018.288.00.00. ПЗ

Нормоконтроль
_____Выбойщик А.В.
«____»_____ 2018 г.

Руководитель, доцент к.т.н
_____Шаламов П.В
«____»_____ 2018 г.

Автор проекта
Студент группы П-451
_____Галлямова Ф.Н.
«____»_____2018 г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Галлямова Ф. Н. Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Муфта» – Челябинск: ЮУрГУ, 2018. – 140 с., 72 ил., 38 табл., библиографический список – 12 наим., 10 листа чертежи ф. А1.

В выпускной квалификационной работе описан узел муфты сцепления с описанием работы детали «Муфта», её назначением в данном узле. Произведён обзор технических требований, предъявляемых к данной детали. Ввиду сложности изготовления детали был произведён аналитический обзор и сравнения отечественной технологии производства с зарубежными.

Технологическая часть представляет собой анализ технологического процесса на предприятии, а именно описание операционных карт, технологического оборудования и оснастки. Далее производится разработка нового, проектного варианта технологического процесса, с выбором получения исходной заготовки, технологического оборудования.

В конструкторской части произведён обзор и выбор стандартной технологической оснастки, режущего инструмента, станочного приспособления. Выполнен расчёт специального режущего инструмента для операции протягивания. Для операции контроля подобрана координатно-измерительная машина

На этапе автоматизации технологического процесса разработана схема ГПС, позволяющая обеспечить безлюдный режим работы.

Рассмотрены мероприятия по обеспечению безопасности работы на предприятии, мероприятия по

					150305.2018.013.00.ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Разраб.		Галлямова Ф.Н.			
Пров.		Шаламов П.В.			
Н.контр		Выбойщик А.В.			
Утв.		Гузеев В.И.			

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ..... 2
ОГЛАВЛЕНИЕ..... 3
ВВЕДЕНИЕ..... 5
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ. 7
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия. 7
1.2 Служебное назначение детали типа «Муфта» и технические требования, предъявляемые к детали. 7
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения. 10
1.4 Формирование целей и задач проектирования. 10
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 12
2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства. 12
2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса..... 13
2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента. 14
2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Муфта». 25
2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки. 25
2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта. 31
2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса. 35
2.2.5 Расчет режимов резания и норма штучного времени на все операции проектного варианта технологического процесса. 38
2.2.6 Выводы по разделу..... 70

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ. 71
3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки. 71
3.2 Проектирование и расчет станочного приспособления «Схват». 75
3.3 Выбор стандартизированного режущего инструмента. 83
3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента. 93
3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля. 106
3.5.1 Выбор модели контрольно-измерительной машины 107
4. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА. 117
4.1 Анализ возможности автоматизации технологического процесса обработки детали. 117
4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка. 118
4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы (промышленные роботы, накопители, транспортные системы, складские системы). 122
4.5 Анализ производительности автоматизированной системы 130
5. ОРГАНИЗАЦИОННО – ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ. 131
5.1 Разработка планировки участка механической обработки для проектируемого варианта технологического процесса 131
6. БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ 132
6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда 132
6.2 Мероприятия по электробезопасности 135
6.3 Мероприятия по пожарной безопасности 137
ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ 139
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 140

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие машиностроительного производства ориентировано на повышение качества машиностроительной продукции, сокращение времени обработки, на комплексную автоматизацию. Для достижения данных критериев используются новые, высокопрочные стали, обладающие более лучшими свойствами, так же модернизируются, и изобретаются новые станки и станочные приспособления.

В наши дни наибольшее распространение получили станки на базе ЧПУ и САПР. Первое преимущество от использования станков с ЧПУ заключается в более высоком уровне автоматизации. Возможности вмешательства станочника или оператора в процесс изготовления детали могут быть исключены или сведены к минимуму. Большинство станков с ЧПУ могут работать абсолютно автономно в течение всего процесса обработки детали. Следовательно, предприятия, применяющие ЧПУ, получают дополнительные преимущества - уменьшение числа ошибок оператора-станочника, а также предсказуемость времени обработки и более полную загрузку оборудования. Поскольку станок будет управляться при помощи программного управления, уровень специального образования оператора станка с ЧПУ может быть уменьшен по сравнению с образованием станочника, работающего на универсальном оборудовании.

Второе преимущество применения технологии ЧПУ заключается в более точном изготовлении детали. Сегодня производители станков с ЧПУ говорят о высочайшей точности и надежности оборудования. Это означает, что однажды отлаженная управляющая программа, может быть использована на станке с ЧПУ для производства двух, десяти или тысячи абсолютно идентичных деталей, причем при полном соблюдении требований к точности и взаимозаменяемости.

Третьим преимуществом от применения любого оборудования с ЧПУ является гибкость. Программное управление означает, что изготовление разных деталей сводится к простой замене управляющей программы. Ранее проверенная управляющая программа может быть использована любое число раз и через любые

промежутки времени. В свою очередь это также является еще одним преимуществом, а именно возможностью быстрой переналадки оборудования.

Поскольку такие станки легко настраивать и запускать, а также загружать в них управляющие программы, это позволяет существенно уменьшить время наладки станка.

Задачей данного курсового проекта является разработать современный технологический процесс, который обеспечит максимальное качество продукции и снизит время на механическую обработку.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия.

На трактор Т-170 установлена муфта сцепления (Рисунок 1.1) постоянно замкнутого типа, сухого трения.

Основное назначение муфты сцепления – это недолговременное разъединение двигателя и трансмиссии, с последующим плавным соединением на период включения коробки передач, с дальнейшим началом движения. Что касается непосредственно механизма дискового сцепления, то он работает за счет сил трения, возникающих между соприкасающимися поверхностями. При этом диски сцепления бывают двух видов: ведущие (с маховиком) и ведомые.

Ведущий диск 9 с прижимным диском 35, с помощью пружин 39, 40, передают вращение через шлицы на зубчатый барабан 5, который через внутреннее зацепление передает крутящий момент на муфту 3, а она через шлицевое соединение вал 35 – крутящий момент передается на трансмиссию.

1.2 Служебное назначение детали типа «Муфта» и технические требования, предъявляемые к детали.

Выбранная для отчета по практике деталь – муфта (Рисунок 1.2).

Муфта входит в состав муфты сцепления трактора Т-170. Предназначена для соединения друг с другом концов валов и свободно сидящих на них деталей (зубчатые колеса, шкивы и звездочки) для передачи вращающего момента. Муфта передаёт механическую энергию без изменения её величины.

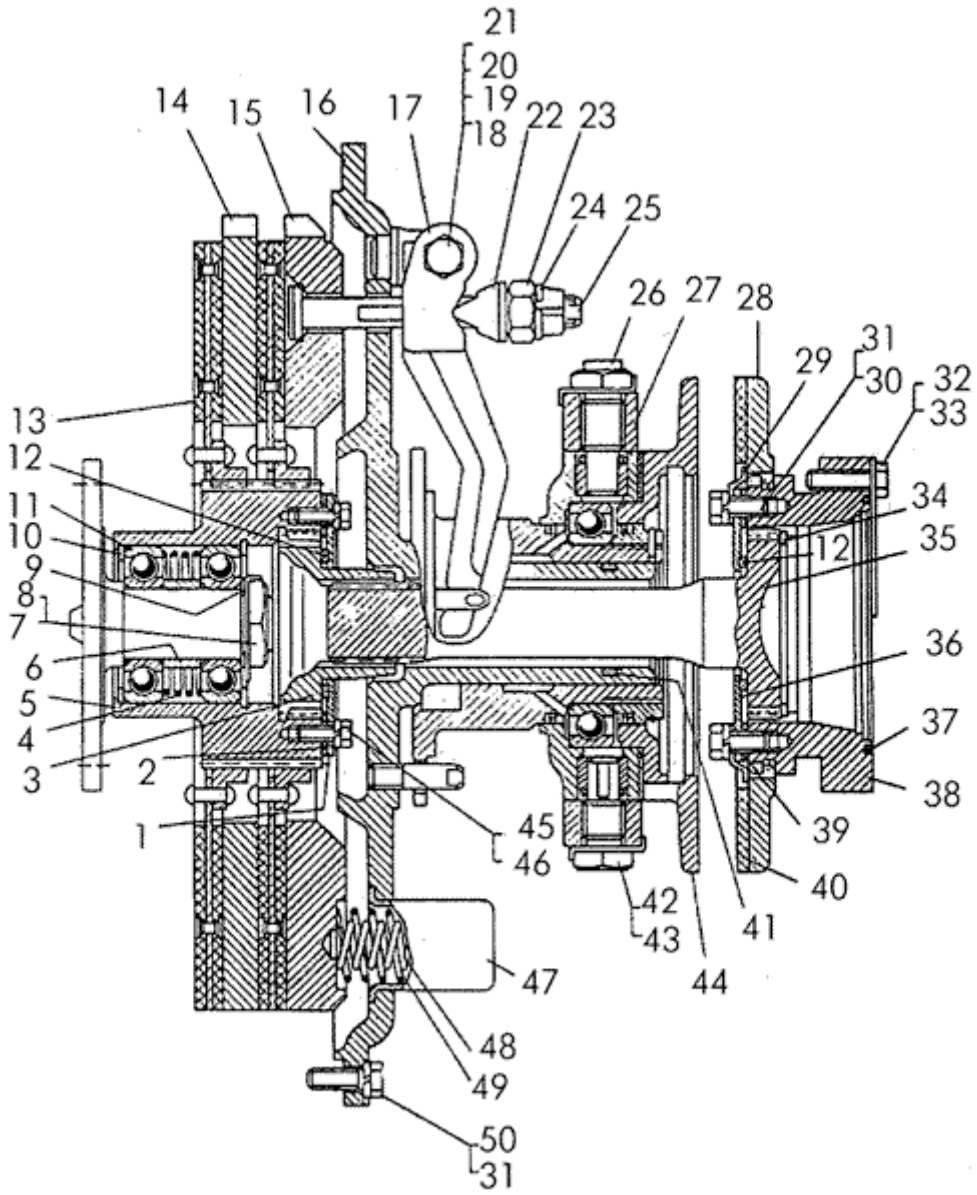


Рисунок 1.1 – Муфта сцепления

1, 36 – крышка, 2 – прокладка, 3 – муфта, 4, 48, 49 – пружина, 5 – барабан зубчатый, 6 – втулка, 7, 31, 46 – шайба, 8, 20, 23 – гайка, 9, 29, 43 – пластина, 10, 12, 34, 37, 41 – кольцо, 11 – подшипник, 13 – диск ведомый, 14 – диск ведущий, 15 – диск нажимной, 16 – фланец, 17, 27 – рычаг, 18, 26, 42 – палец, 19 – ролик, 21 – шплинт, 22 – призма, 24 – проволока, 25, 30, 32, 45, 50 – болт, 28 – тормозок, 33 – пластина замковая, 35 – вал карданный, 38 – муфта, 39 – прокладка, 40 – накладка фрикционная, 44 – муфта включения, 47 – стакан.

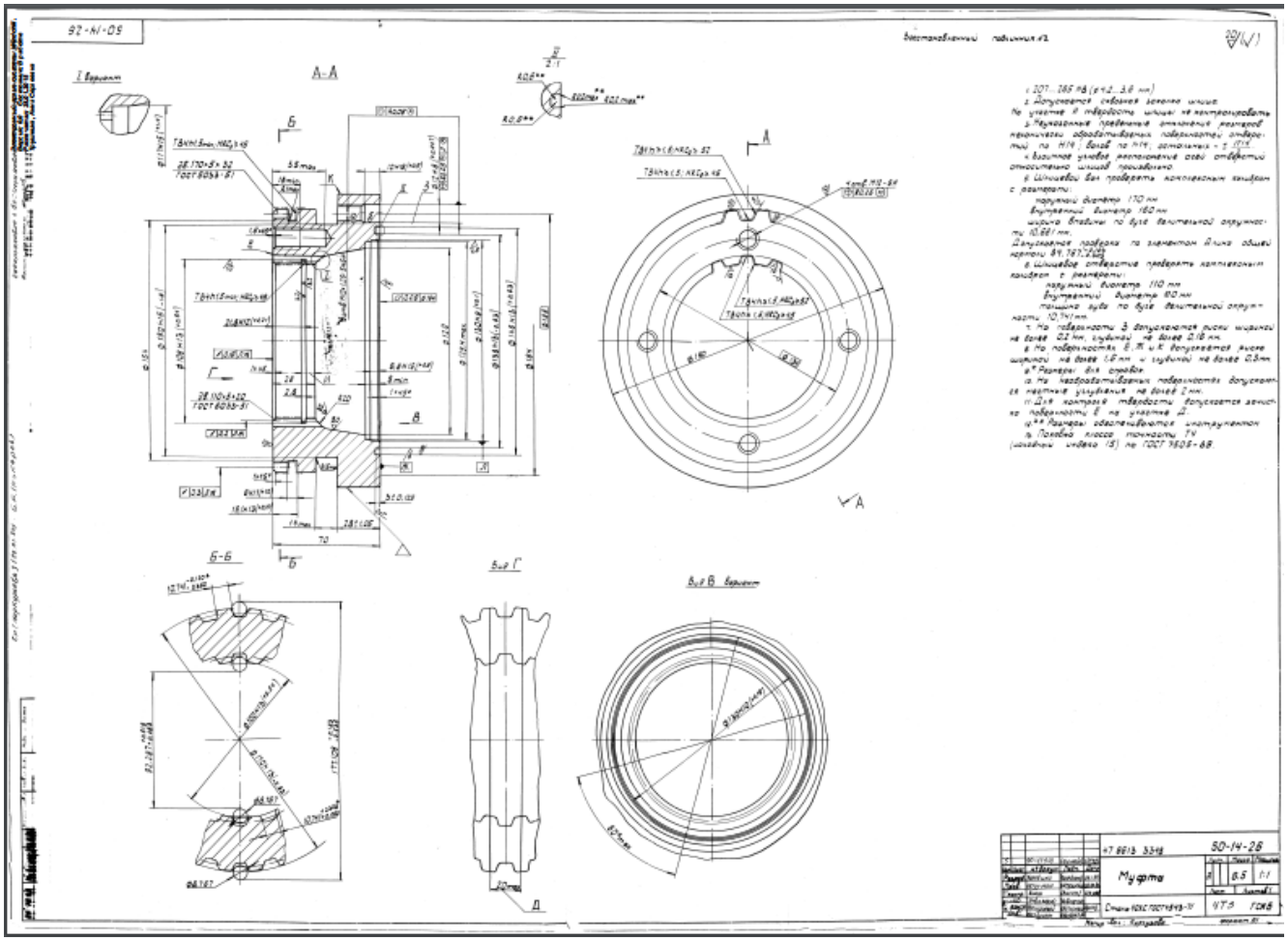


Рисунок 1.2 – Чертеж детали

Рабочий чертеж детали представляет собой чертеж муфты, выполненный в разрезе, с дополнительными видами, для того, чтобы иметь полное представление о конструкции детали.

Рассмотрим технические требования, приведенные на заводском чертеже муфты (рисунок 1.2). Размеры, которые обозначены *"*"* являются размерами для справок, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом.

Размеры, которые обозначены *"**"* обеспечиваются инструментом, т.е. являются ответственными.

1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.

В настоящее время в машиностроении имеется значительное количество предприятий с морально устаревшей, но еще функционирующими технологическими линиями.

Эта аппаратура физически изношена, её характеристики значительно отстают от современных требований по точности, энергопотреблению, возможности работать в экстремальных аварийных условиях.

Отечественное машиностроение при благоприятных условиях рыночной экономики будет развиваться в следующих направлениях:

- выпуск модернизированных машин и оборудования для предприятий с устаревшим оборудованием;
- производство наукоемкой продукции на импортном оборудовании с привлечением иностранного капитала;
- развитие отдельных производств по выпуску оборудования для высоких технологий как на импортной, так и на собственной технологической базе;
- участие в проектах, предполагающих производство технологически сложных комплектующих изделий для техники, выпускаемой иностранными фирмами за рубежом.

1.4 Формирование целей и задач проектирования.

Целью курсового проектирования является разработка нового варианта технологического процесса изготовления детали «Муфта».

Задачами курсового проектирования являются:

- выбор исходной заготовки;

- произвести аналитический обзор, подобрать оборудование, режущий инструмент и технологическую оснастку, для нового технологического процесса;
- спроектировать и рассчитать специальный режущий инструмент;
- составить и рассчитать размерную цепь действующего и проектного вариантов технологического процесса;
- составить расчетно-технологическую карту на одну операцию;
- подбор технологической оснастки;
- разработать структурную схему гибкого производственного участка с подбором оборудования для функционирования автоматизированной системы;
- разработать планировку участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса;
- указать мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства.

Челябинский тракторный завод - УРАЛТРАК (ЧТЗ) - промышленное объединение по производству и продаже широкой гаммы колесной и гусеничной дорожно-строительной техники (бульдозеров, трубоукладчиков, фронтальных погрузчиков), запасных частей и прочей высокотехнологичной машиностроительной продукции. Это предприятие было выбрано мной для прохождения преддипломной практики и разработки дипломного проекта.

На производстве обеспечивается полный технологический цикл механической обработки от заготовки до сборки.

На ЧТЗ широко используются современные технологии: термообработка в среде инертных газов, листогибка, механообработка на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах, роботизированная сварка, плазменная, лазерная резка металла и др.

Подразделения завода используют оборудование ведущих станкостроительных заводов России, СНГ, Германии, Чехии, Австрии, Швейцарии, Японии, Италии, Польши, Румынии, Венгрии и др.

Общее количество единиц технологического оборудования - около 18 000 штук. В состав объединения входят литейный, кузнечный, прессово-сварочный, механосборочные и другие заводы. Численность работающих - более 10 000 человек Производственная площадь, занимаемая ЧТЗ, составляет 1,2 млн.м^2.

В отдельных сегментах российского рынка, таких, как бульдозеры и трубоукладчики самых востребованных классов, ЧТЗ стабильно удерживает лидирующие позиции. Сотни машин ежегодно поставляется на экспорт. Помимо стран СНГ, за последние несколько лет техника с маркой ЧТЗ поставлялась в 16 стран дальнего зарубежья.

Обладая разветвленной дилерской сетью в России и странах СНГ, а также системой собственных складов готовой продукции в регионах от Сахалина до С-Петербурга и Краснодарского края, ЧТЗ обеспечивает эффективную работу выпущенной техники в течение всего срока её использования в любом регионе.

Челябинский тракторный завод имеет сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2001.

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса.

Действующий технологический процесс изготовления детали типа: «Муфта» на предприятии заключается в том, что исходную заготовку получают поковкой.

Анализ операционных эскизов.

В данном технологическом процессе присутствуют не все необходимые проекции и сечения на эскизах обработки. Указаны не все размеры, для выполнения операций и соответствия требованиям ГОСТа.

Анализ операционных карт.

Не на всех операциях указан режущий инструмент или же применяется старый, который не обеспечивает заданной точности, средства контроля и приспособления. Все выбранные станки соответствуют указанным операциям. Все операции выполняются на универсальных станках, однако выполнить заданную точность обработки весьма трудно, так как станки морально и физически устарели. Не везде проставлено время обработки.

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

Действующий технологический процесс состоит из 16 операций:

000 Заготовительная операция;

005 Токарная операция с ЧПУ;

010 Токарная операция с ЧПУ;

015 Токарная операция с ЧПУ;

020 Притирочная операция;

025 Токарная операция с ЧПУ;

035 Контрольная операция;

040 Зубодолбежная операция;

045 Зубодолбежная операция;

055 Слесарная операция;

060 Контрольная операция;

065 Термообработка;

070 Сверлильная операция;

075 Сверлильная операция;

080 Слесарная операция;

090 Контрольная операция.

Способ получения заготовки определяется типом производства и материалом детали и обеспечивает оптимальный технологический процесс механической обработки. Для муфты в качестве заготовки используется поковка ГОСТ 7505–89, получаемая на горизонтально-ковочных машинах в закрытом штампе, что обеспечивает изготовление достаточно точных поковок, позволяющих снимать относительно небольшие припуски при последующей механической обработке.

Масса заготовки 10,85 кг.

Исходным материалом является Сталь 40ХС ГОСТ 4543–71.

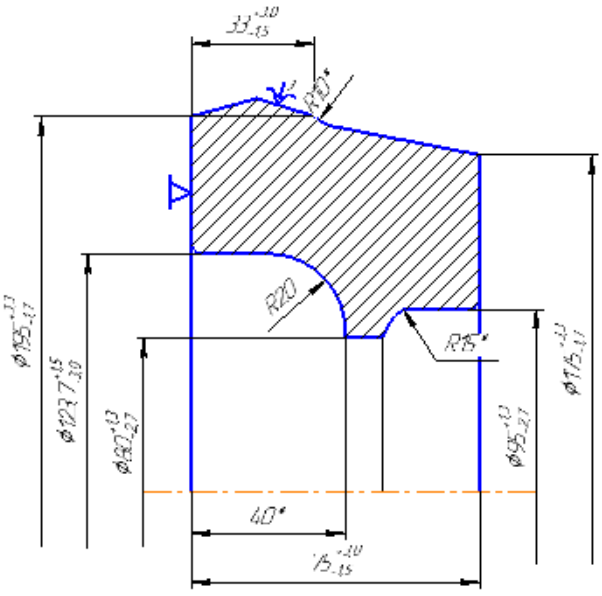


Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки

005 Токарная операция с ЧПУ:

- Станок: 1П756ДФ301 Токарный полуавтомат;
- Оборудование:
  - Т9698-7755 Патрон,
- Базирование: Двойная направляющая, опорная;
- Инструмент:
  - 2102-0010 Резец АТ15К6-I 32х20х170 ГОСТ 18877-73;
  - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89 (Пер. 3, 4);
  - 2103-0010 Резец АТ15К6-I 32х20х170 ГОСТ 18877-73 С пер. 2;
  - 05424-35 Шаблон 1,5х45° (Пер. 4);
  - 2140-0056 АТ15К6-Т 16х12х170 ГОСТ 18882-73 (Пер. 5) С пер. 2, 3;

010 Токарная операция:

- Станок: 1П756ДФ301 Токарный полуавтомат с ЧПУ;
- Оборудование: Патрон 3-х кулачковый при станке;
- Базирование: Двойная направляющая, опорная;
- Инструмент:

- 2102-0010 Резец АТ15К6-I 32х20х170 ГОСТ 18877-73;
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89 (Пер. 4);
- 2103-0010 Резец АТ15К6-I 32х20х170 ГОСТ 18879-73;
- Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 (Пер. 4);
- 2140-0056 Резец АТ15К6-I 16х12х170 ГОСТ 18882-73 С Пер. 2, 3.

015 Токарная операция:

- Станок: MDW-10 Токарный полуавтомат с ЧПУ;
- Оборудование: Патрон 3-х кулачковый при станке;
- Базирование: Двойная направляющая, опорная;
- Инструмент:
  - 2102-0010 Резец АТ15К6-I 32х20х170 ГОСТ 18877-73;
  - Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 (Пер. 3, 7);
  - Плита 1-1-400х400 ГОСТ 10905-86
  - Щупы 70 кл. точн. 2 набор №2 ТУ2-034-225-87;
  - 2140-0056 Резец АТ15К6-I 16х12х170 ГОСТ 18882-73 (Пер. 4, 5);
  - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89 (Пер. 4);
  - Т 8140-0109 Пробка 130Н8 ГОСТ 14822-69;
  - Т 8140-0159 Пробка 130Н8 ГОСТ 14823-69;
  - 05424-33 Шаблон 1,5х45°;
  - 2130-0005 Резец Т15К6 20х12х120 ГОСТ 18884-73;
  - 05441-01 Шаблон R0.5 для заточки резца;
  - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;
  - Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89;
  - Т9568-5207 Калибр 146Н13;
  - 2103-0010 Резец АТ15К6-I 32х20х170 ГОСТ 18879-73;
  - 2120-0019 Резец Т15К6 25х16х140 МН595-64;
  - 05441-01 Шаблон R0.5 для заточки резца;
  - Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89;

– 05509-75 Скоба 150h14.

020 Притирочная операция:

- Оборудование: Т 9941-055 Установка притирочная;
- Базирование:
- Инструмент:
  - Паста ПХ3 тонкая №2 ТУ6-18-176-80;
  - Плита 1-1-400х400 ГОСТ 10905-86;
  - Щупы 70 кл. точн. 2 набор №2 ТУ2-034-225-87.

025 Токарная операция:

- Станок: МДW-10 Токарный полуавтомат с ЧПУ;
- Оборудование: Патрон 3-х кулачковый при станке;
- Базирование: Двойная направляющая, опорная;
- Инструмент:
  - 2103-0010 Резец Т15К6-I 32х20х170 ГОСТ 18879-73;
  - Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 (Пер. 3, 5);
  - 2102-0010 Резец АТ15К6-I 32х20х170 ГОСТ 18877-73 (Пер. 4);
  - Т9578-14604 Контрольное приспособление;
  - Индикатор ИН02 кл.1 ГОСТ 577-70;
  - 05424-35 Шаблон 1,5х45° (Пер. 7);
  - 2130-0013 Резец Т15К6 32х20х170 ГОСТ 18884-73;
  - 05441-01 Шаблон R0.5 для заточки резца;
  - Т9564-21435 Калибр 15,1Н13(+0,27);
  - 05550-11 Калибр 6,5Н14;
  - 2140-0056 Резец АТ15К6-I 16х12х170 ГОСТ 18882-73 (Пер. 7);
  - Т 8140-0109 Пробка 100,2 Н9 ГОСТ 14822-69;
  - Т 8140-0159 Пробка 100,2 Н9 ГОСТ 14823-69;
  - 2130-0001 Резец Т15К6 16х10х100 ГОСТ 18884-73;
  - 05550-05 Калибр 2,8Н14;

- Т9564-21436 Калибр 21,8Н12;
- Т9520-028 Штангенциркуль (Пер. 9);
- Т9315–1662 Резец Т15К6 16х25х150;
- 05511-35 Скоба 28h12.

035 Контрольная операция;

040 Зубодолбежная операция:

- Станок: Зубодолбежный Е3-137;
- Оборудование: Б9698-7318 Зубодолбежное;
- Базирование: Двойная опорная, установочная;
- Инструмент:
  - Т9489-338 Оправка для долбяка
  - Т9329-482-02 Долбяк m=5, ∝=30°;
  - Т9562-677 Калибр $92{,}287^{+{,}65}_{+0{,}5}$;
  - Т9578-14604 Приспособление;
  - Индикатор ИН 02 кл.1 ГОСТ 577-70.

045 Зубодолбежная операция:

- Станок: Зубодолбежный Е3-137;
- Оборудование: Б9698-7317 Зубодолбежное;
- Базирование: Двойная опорная, установочная;
- Инструмент:
  - Т9489-338 Оправка для долбяка
  - Т9329-482-02 Долбяк m=5, ∝=30°;
  - 05602-70 Скоба $84{,}767^{-0{,}15}_{-0{,}25}$;
  - Т9578-14604 Приспособление;
  - Индикатор ИН 02 кл.1 ГОСТ 577-70.

055 Слесарная операция:

- Оборудование:

– Т2890-0068 Напильник 200 №3;

– Очки 024 ГОСТ Р12,4,013–85.

060 Контрольная операция.

065 Термообработка ТВЧ.

070 Сверлильная:

- Станок: 2Н55 Радиально-сверлильный;
- Оборудование:
  – Б9698-7320 Кондуктор;
  – Б9698-7553 Приспособление для выдувания стружки;
- Базирование: Двойная направляющая, опорная;
- Инструмент:
  – 6251-0183 Патрон ГОСТ 14077-83;
  – 6100-0146 Втулка ГОСТ 13598–85;
  – 6120-0355 Втулка ГОСТ 13409-83;
  – 6100-0142 Втулка ГОСТ 13598–85;
  – 2301-0030 Сверло 10,2 ГОСТ 10903–77;
  – Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;
  – Т8133-0923 Пробка 10,2Н13 ГОСТ 4810-69;
  – 6100-0143 Втулка 13598-85
  – 2353-0134 Зенкер 20х90° ГОСТ 1495380;
  – 05424-35 Шаблон 1,5х45°;
  – 6163-0003 Патрон ГОСТ 8255–86;
  – 2620-1513 2 Метчик М12-6Н ГОСТ 3266-81;
  – 8221-3053 Пробка М12-6Н ГОСТ 17758-72;
  – Т9537-2045 Калибр на глубину 18 min.

075 Сверлильная:

- Станок: 2Н55 Радиально-сверлильный;
- Оборудование:

- Б9640-9977 Кондуктор;
- Б9698-7256 Кондуктор;

- Базирование: Двойная направляющая, опорная;
- Инструмент:
  - 6251-0183 Патрон ГОСТ 14077-83;
  - 6100-0146 Втулка ГОСТ 13598–85;
  - 6120-0355 Втулка ГОСТ 13409-83;
  - 6100-0142 Втулка ГОСТ 13598–85;
  - 2301-0192 Сверло 10,2 ГОСТ 10903–77;
  - Т8133-0924 Пробка 10,2Н13 ГОСТ 4810-69;
  - 2323-0001 Зенкер 12№1 ГОСТ 12489-71;
  - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;
  - 03544-05 Развертка 12Н8;
  - 8133-0926 Пробка 12Н8 ГОСТ 14810-69Н;
  - Т9578-14589 Калибр;
  - 2620-1497,2 Метчик М12х1,25 ГОСТ 3266-81;
  - 6143–0106 Втулка ГОСТ 15936-70;
  - 6163-0002 Патрон ГОСТ 8255-86;
  - 8221-3055 Пробка М12х1,25-5Н ГОСТ 17758-72;
  - Т9537-3151 Калибр на допуск соосности.

080 Слесарная операция

- Оборудование:
  - Т2890-0068 Напильник 200 №3;
  - Очки 024 ГОСТ Р12,4,013–85.

090 Окончательный контроль.

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.

Размерная цепь — совокупность размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующих в решении поставленной задачи. Рассчитать размерную цепь — это значит определить допуски и отклонения всех её размеров, исходя из требований конструкции и технологии.

Расчет размерной цепи начинается с установления уравнения размерной цепи и метода достижения точности. Для этого выявляют все звенья, входящие в данную цепь, путём обхода контуров взаимосвязанных звеньев, начиная от одной из поверхностей (осей), ограничивающих исходное (замыкающее) звено, и доходят до второй поверхности (оси), ограничивающей исходное (замыкающее) звено. Для удобства решения даётся графическое изображение размерной цепи.[10]

Замыкающее звено определяется по формуле:

$$[A] = \sum A_{iув} - \sum A_{iум} \quad (1)$$

где $A_{iув}$-увеличивающие составляющие звенья,

$A_{iум}$-уменьшающие составляющие звенья,

Номинальное значение замыкающего звеня находим по одной из формул:

$$[A_н] = [A_{\min}] + \frac{W_A}{2} - \Delta_0 \quad (2)$$

$$[A_н] = [A_{\max}] - \frac{W_A}{2} - \Delta_0 \quad (3)$$

где A_{min} – минимальное значение замыкающего звена,

A_{man} – максимальное значение замыкающего звена,

W_A-поле рассеянья составляющих звеньев,

Δ_0-середина поля допуска, равна полусумме отклонений

Для проверки выполнения замыкающих звеньев действующего технологического процесса необходимо провести проверочный размерный анализ для установки связей между операционными и конструкторскими размерами.

Расчет замыкающих звеньев

$[18\ 38] = +[38\ 28] + [28\ 18] = 6{,}5^{+0{,}36} + \text{A}_{-0{,}12}$;

$\text{A}_{[18\ 38]} = \text{Acp} - \Delta_0\text{A}_{[18\ 38]} = 16 - 0{,}24 = 15{,}76^{+0{,}36}_{-0{,}12}$;

$[28\ 18] = 9{,}26_{-0{,}12}$

Замыкающее звено [18 38] не выполняется

$[18\ 58] = +[58\ 48] + [48\ 38] + [38\ 28] + [28\ 18]$

$[18\ 58] = 2{,}8^{+0{,}25} + \text{Б} \pm 0{,}1 + 6{,}5^{+0{,}36} + 9{,}26_{-0{,}12}$;

$\text{A}_{[18\ 58]} = \text{Acp} - \Delta_0\text{A}_{[18\ 58]} = 21{,}905 - 0{,}245 = 21{,}66^{+0{,}71}_{-0{,}02}$;

$[48\ 38] = 3{,}1 \pm 0{,}1$

Замыкающее звено [18 58] выполняется.

Через припуск [17 18] найдем неизвестный размер [108 98]

[17 18] = – (18 128) + (128 108) + (108 98) – (98 127) – (127 17)

$[17\ 18] = -70_{-0{,}3} + 6{,}6^{+0{,}9} + \text{Д}^{+0{,}1} - 8{,}5 \pm 0{,}3 + 71_{-0{,}3} = \text{X}^{1{,}06}_{-0{,}6}$

$\text{Zном} = 0{,}8 + 1{,}1 - 0{,}2 = 1{,}7^{1{,}06}_{-0{,}6}$

$[108\ 98] = 1{,}7^{1{,}06}_{-0{,}6} + 70_{-0{,}3} - 6{,}6^{+0{,}9} + 8{,}5 \pm 0{,}3 - 71_{-0{,}3} = 2{,}6^{+0{,}1}$

Припуск [128 127]

[128 127] = (127 98) – (98 108) – (108 128)

$[128\ 127] = 8{,}5 \pm 0{,}3 - 1{,}6^{+0{,}1} - 6{,}6^{+0{,}9} = 0{,}3^{0{,}3}_{-1{,}3}$

Zном = 0,8 + 0,8 – 0,5 = 2,1

Zном > Zp припуск занижен

Припуск [127 126]

[127 126] = (126 17) – (17 127)

$[127\ 126] = 72_{-0{,}74} - 71_{-0{,}3} = 1^{0{,}3}_{-0{,}74}$

Zном = 0,8 + 0,52 – 0,22 = 1,1

Zном > Zp припуск занижен

Припуск [126 125]

[126 125] = (125 17) – (17 126)

$[127\ 126] = 73_{-0.74} - 72_{-0.74} = 1^{0.74}_{-0.74}$

Zном = 0,8 + 0,74 = 0.77

Zном < Zр припуск завышен

Припуск [16 17]

[16 17] = – (17 125) + (125 16)

[16 17] = $-73_{-0.74} + E_{-0.74} = X_{-0.74}^{0.74}$

Zном = 0,5 + 0,74 = $1{,}24_{-0.74}^{0.74}$

[125 16] = $1{,}24_{-0.74}^{0.74} + 73_{-0.74} = 74{,}24_{-1{,}48}^{0{,}74}$.

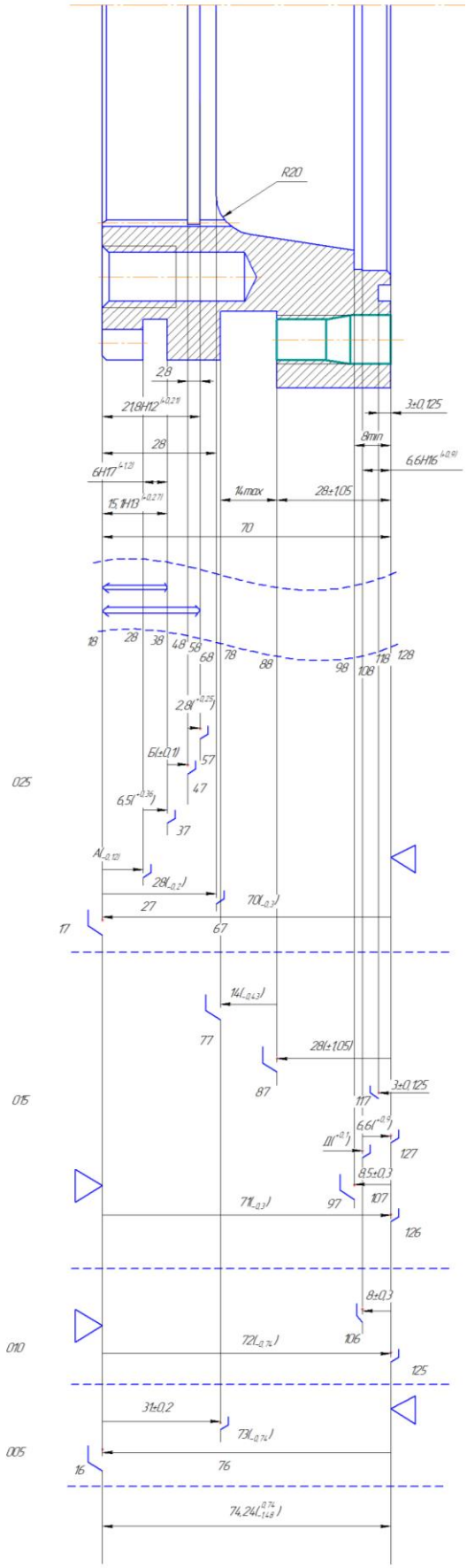


Рисунок 2.2 – Размерная цепь базового технологического процесса

2.1.4 Выводы по разделу.

В действующем технологическом процессе детали «Муфта» найдено множество недочетов в оформлении, используется устаревшее оборудование также оснастка и режущий инструмент. В ходе размерного анализа выявлено, что припуск на обработку занижен, поэтому это не обеспечивает удаление поверхностных дефектных слоев требуемой точности и качества изготовления детали, увеличивают вероятность появления брака, что также приводит к увеличению себестоимости.

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Муфта».

2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.

Чертеж детали приведен на рисунке 2.3.

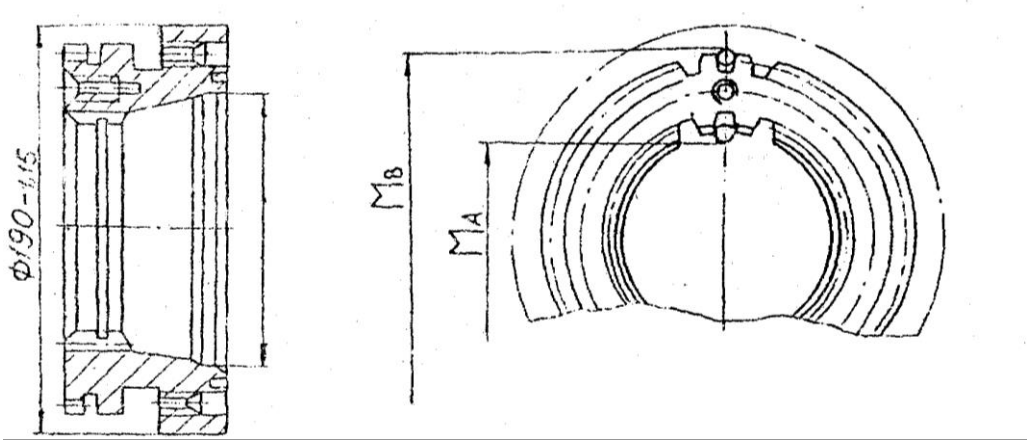


Рис. 2.3 – Чертеж детали «Муфта»

Материал заготовки – Сталь 40ХС, твердость: НВ10^{-1}= 255 МПа.

Химический состав сплава в процентном соотношении: C = 0,37-0,45; Si = 1,2-1,6; Mn = 0,3-0,6; Ni – до 0,3; S – до 0,035; P– до 0,035; Cr = 1,3-1,6; Cu – до 0,3; Fe ≈95.

Заготовку данной детали можно получить такими способами как [5]:

- Штамповкой на молотах;
- Штамповкой на КГШП;
- Штамповкой на ГКМ.

Технология штамповки на молотах основана на динамическом воздействии падающих частей молота на заготовку. При штамповке на молоте можно регулировать силу и частоту ударов, при этом из-за больших скоростей деформирования металла обеспечивается однородная качественная структура заготовки. На молотах штампуются поковки сложных конструкций. Сложные поковки штампуются в несколько переходов, последовательно приближая заготовку к окончательной форме.

Достоинства:

- При многоручьевой штамповке возможно максимально приблизить форму детали и уменьшить последующую обработку.

Недостатки:

- Высокая стоимость изготовления штампов;
- Потеря точности штампа по мере эксплуатации.

Штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе. Технология штамповки на КГШП основана на безударном статическом воздействии кривошипно-шатунного механизма пресса. Штамповка осуществляется за один рабочий ход, который равен удвоенному радиусу кривошипа.

Достоинства:

- Высокая производительность;
- Возможность получать более точные поковки по высоте и штампу;
- Наименьший припуск;
- Процесс поддается механизации и автоматизации.

Недостатки:

- Высокая стоимость;
- Малая стоимость деформируемого металла;
- Заготовку после нагрева необходимо тщательно очищать.

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах. Технология штамповки ГКМ основана на получении поковок, высадкой и прошивкой на горизонтальном кривошипном прессе, который дополнен механизмом перемещения одной из половинок разъемных матриц.

Достоинства:

- Высокая производительность;
- Возможность получения поковок сложной формы;
- Экономия металла.

Недостатки:

- Высокая стоимость.

Деталь Муфта имеет сложную форму, для экономии Ме, выберем в проектный вариант технологического процесса исходную заготовку, получаемую закрытых штампах на горячештамповочных прессах (КГШП).

2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.

Для заготовки, полученной штамповкой, необходимо подобрать оборудование, способное выполнить токарные, зубодолбежные и протяжные операции. Так же необходимо, чтобы деталь помещалась в рабочую область станка, а инструментального магазина хватило на минимальную номенклатуру режущего инструмента.

Подберём 6 моделей станков разных производителей, подходящих по рабочей зоне станка и сравним их основные технические характеристики, которые потребуются для обработки детали (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристики обрабатывающих центров

Марка станка	MORI SEIKI NL-1500/500	MAZAK HQR-100MSY	HAAS ST-10	OKUMA LB 2000 EX	ACE MICROM BTP-80	EMCO EMCOTURN E65SMY
Максимальный диаметр,мм	386	300	228	580	250	500
Максимальная длина, мм	515	620	356	300	300	682
Максимальная скорость вращения шпинделя, об/мин	6000	6 000	6000	6000	4 000	5 000
Револьверная головка (число инстр.), шт.	12	12	12	16	8	12
Вес,кг	5300	4800	3585	4200	3200	6500
Площадь занимаемая, $м^2$	4900x2000 x2100	3120x1920 x2080	3200x2870 x1803	1980x1734x2 250	1800x1600x 1900	3480x2080x 2060
Мощность шпинделя, КВт	11	22	11.2	11	16	16
Мощность шпинделя приводного инструмента, КВт	5	5	5	5,5	6.1	6.7

Наиболее рациональным будет использование станка OKUMA LB 2000 EX (Рисунок 2.4). Данный станок является лидером по многим мощностным показателям, имеет достаточную рабочую зону и количество инструментов не превышает емкость инструментального магазина станка.

Для протягивания шлицевого отверстия выберем горизонтально-протяжной станок 7Б56 (Таблица 2).

Рисунок 2.4 – OKUMA LB 2000 EX

Таблица 2 – Характеристики протяжного горизонтального станка 7Б56

Класс точности	Н
Номинальное тяговое усилие, тс	20
Наибольшая длина хода рабочих салазок, мм	1600
Наибольшая настроенная длина хода рабочих салазок, мм	1550
Максимальный наружный диаметр обрабатываемой детали, мм	600
Размеры рабочей поверхности передней опорной плиты станка, мм	450х450
Диаметр отверстия под планшайбу в опорной плите, мм	200
Диаметр отверстия в планшайбе, мм	160
Длина протяжки, мм	Max 1715; Min 400
Наибольшая скорость рабочего хода, м/мин	13
Габаритные размеры станка, мм	7200х2135х1950
Масса, кг	7000

Для нарезания шлицев на внешней части детали, необходимо подобрать Долбежный станок с ЧПУ (Таблица 3).

Таблица 3 – Характеристики долбежных станков

Модель	MAXCUT CNC-200	MAXCUT CNC-300	MAXCUT CNC-350
Макс. ход долбяка	200 мм	300 мм	350 мм
Вертикальная регулировка долбяка	220 мм	320 мм	320 мм
Число ходов в минуту	Низк: 26-31-36-46 Высок: 53-62-73-93	Низк: 22-26-31-39 Высок: 44-52-61-78	Низк: 22-26-31-39 Высок: 44-52-61-78
Поворот рамы в обоих направлениях	±30°	±30°	±30°
Расстояние между центром стола и долбяком	300 мм	365 мм	470 мм
Расстояние между центром долбежной оправки и стойкой	355 мм	584 мм	584 мм
Диаметр стола	⟩400 мм	⟩560 мм	⟩560 мм
Продольное перемещение стола	250 мм	432 мм	432 мм
Поперечное перемещение стола	250 мм	432 мм	432 мм
Мощность главного двигателя шпинделя	1,5 кВт	3,7 кВт	3,7 кВт
Размер в упаковке (ДхШхВ)	1800x1200x1570 мм	2000x1300x2100 мм	2000x1300x2200 мм
Вес нетто	950 кг	1650 кг	2000 к

Рациональным будет использование станка MAXCUT CNC-300. Данный станок имеет достаточную рабочую зону и удовлетворяет всем характеристикам (Рисунок 2.5).

Рисунок 2.5 – MAXCUT CNC-300

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта.

Операция 000 Заготовительная;

Операция 005 Токарная с ЧПУ– обработка максимально возможного количества поверхностей и сверление отверстий;

Операция 010 Токарная с ЧПУ – обработка максимально возможного количества поверхностей и сверление отверстий;

Операция 025 Протяжная;

Операция 030 Зубодолбежная;

Операция 035 ТВЧ;

Операция 040 Контроль.

Для 000 Заготовительной операции (рисунок 2.6) размеры заготовки рассчитываются в ходе размерного анализа, для получения минимально возможных припусков на механическую обработку и повышения КИМ.

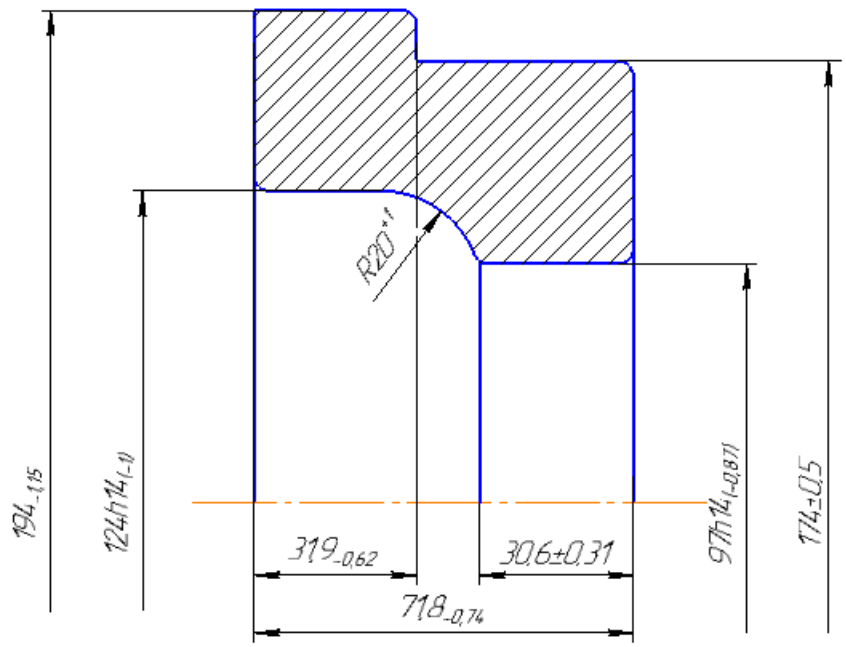


Рисунок 2.6 – 000 Заготовительная операция

На 005 Комплексной операции с ЧПУ (рисунок 2.7) проводится обработка максимально возможного количества поверхностей и сверление отверстий.

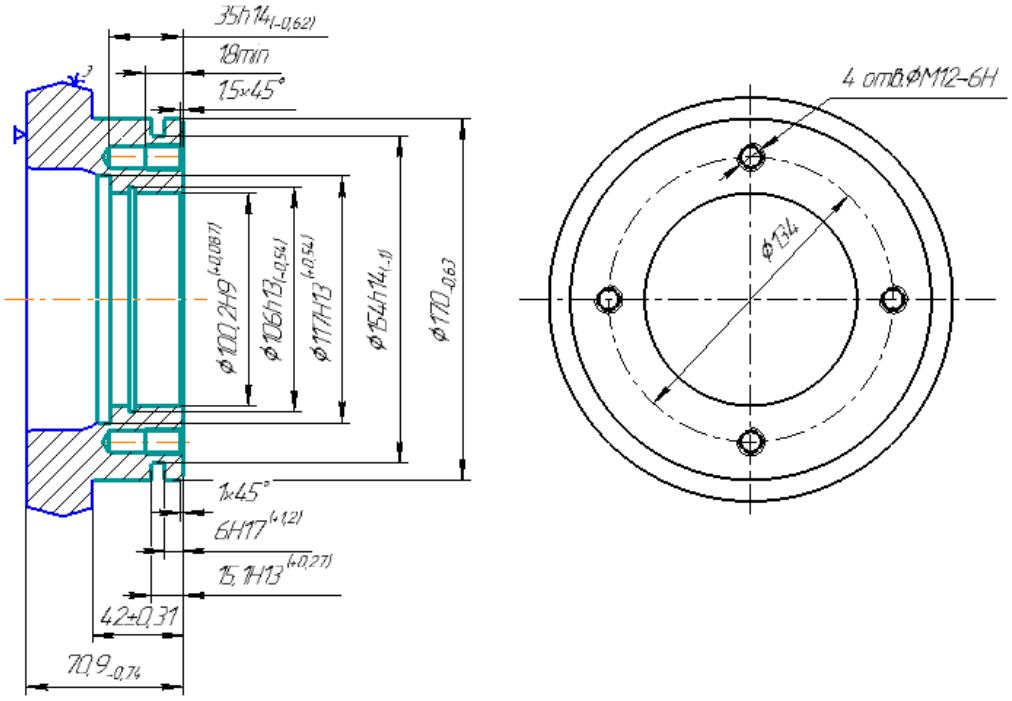


Рисунок 2.7 – 005 Комплексная операция с ЧПУ

На 010 Комплексной операции с ЧПУ (рисунок 2.8) проводится обработка максимально возможного количества поверхностей и сверление отверстий.

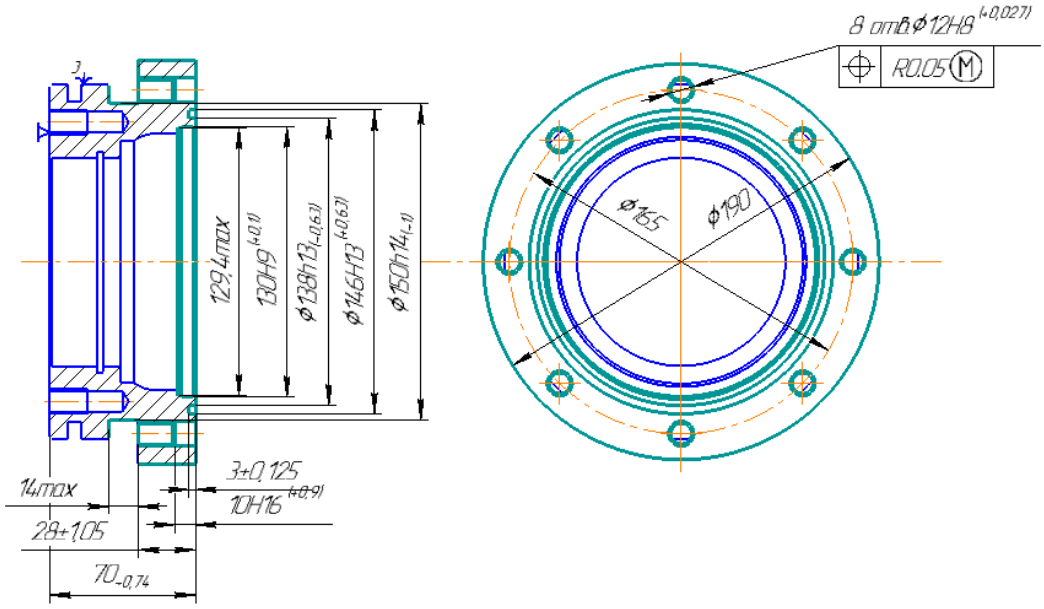


Рисунок 2.8 – 010 Комплексная операция с ЧПУ

На 015 Протяжной операции (рисунок 2.9) проводится протяжка внутренних эвольвентных шлицов.

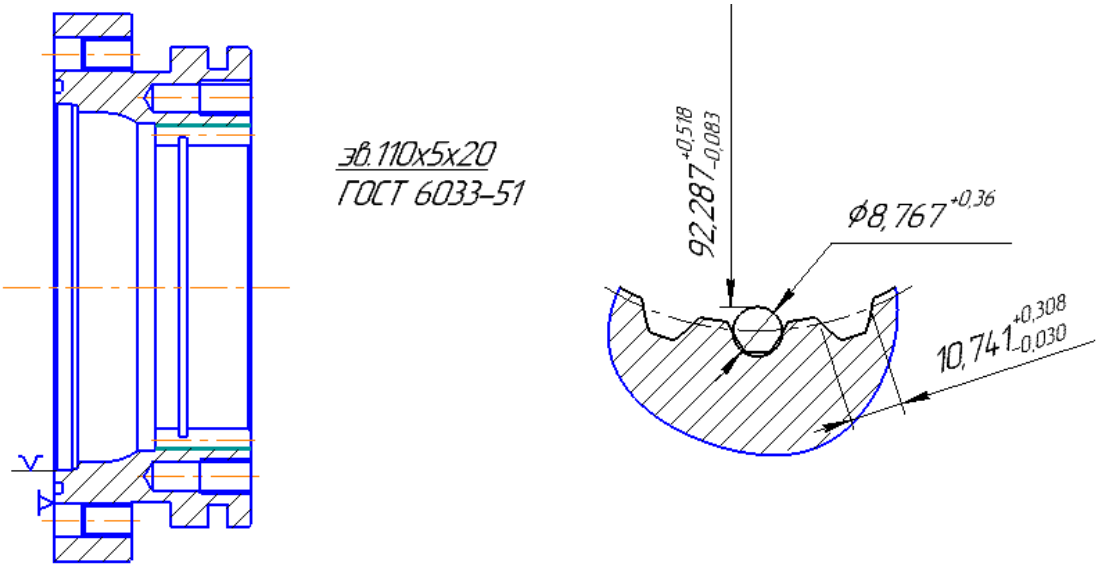


Рисунок 2.9 – 025 Протяжная операция

На 020 Зубодолбежной операции с ЧПУ (рисунок 2.10) проводится долбление внешних эвольвентных шлицов.

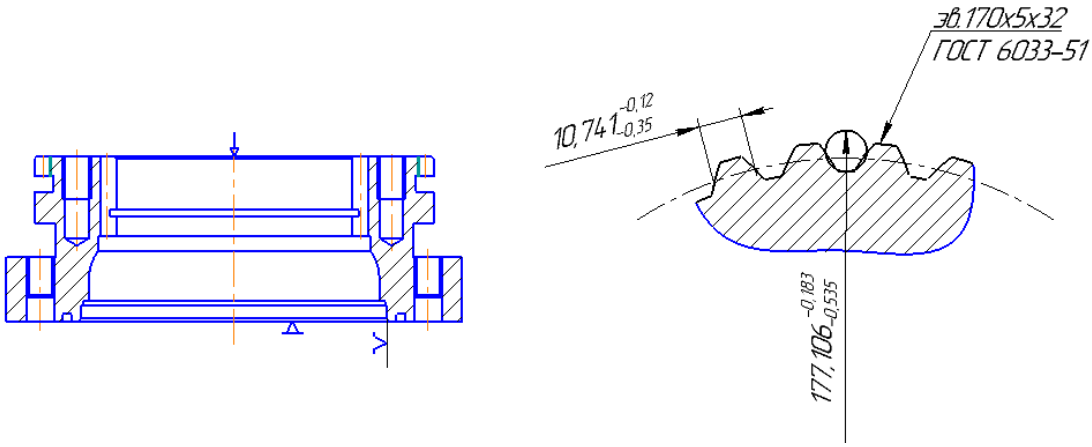


Рисунок 2.10 – 030 Зубодолбежная операция с ЧПУ

На 025 термической операции проводится закалка детали ТВЧ.

На 030 контрольной операции проводится окончательный контроль.

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса.

Размерный анализ проектного варианта технологического процесса (Рисунок 26) показал, что в размерной цепи нет замыкающих звеньев.[10]

Рассчитаем размеры заготовки, межоперационные размеры и припуски:

Рассчитаем минимальные припуски на обработку.

Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$Zmin = Ra + Df.$ (4)

$Zрасч = Zmin + W/2 - [\Delta_0]$, (5)

где W - величина поля рассеяния, Δ_0 - величина середины поля допуска.

Найдем размер [18 127] через припуск [127 128]:

[127 128] = – (128 18) – (18 127) =$-70_{-0,74} + А_{-0,74}$.

Zmin = Df + Rz = 0,15 +0,08=0,158 мм;

Zн = 0,158 + (0,74 + 0,74)/2–(–0,74–0,74)/2=0,898=0,9 мм;

$А_{-0,74}=70,9_{-0,74}$ мм.

Найдем размер [17 127] через припуск [17 18]:

[17 18] = – (18 127) – (127 17) =$-70,9_{-0,74} + Б_{-0,74}$.

Zmin = Df + Rz = 0,15 +0,08=0,158 мм;

Zн = 0,158 + (0,74 + 0,74)/2–(–0,74–0,74)/2=0,898=0,9 мм;

$Б_{-0,74}=71,8_{-0,74}$ мм.

Найдем размер [87 127] через припуск [17 18]:

[88 87] = – (88 128) +(128 18) – (18 127) + (127 87)= – 28±1,05+$70_{-0,74}$ –$70,9_{-0,74}$ + $В_{-0,62}$.

Zmin = Df + Rz = 0,15 +0,08=0,158 мм;

Zн = 0,158 + (2,1+0,74+0,74 + 0,74)/2–(–0,74+0,74–0,74)/2=2,8 мм;

$В_{-0,74}=31,8_{-0,62}$ мм.

Найдем размер [67 17] через припуск [67 68]:

[67 68] = – (68 18) + (18 127) – (127 17) + (17 67)= – $28^{+0,52}$+$70,9_{-0,74}$– $71,8_{-0,74}$ +Г±0,31.

$Z_{min} = D_f + R_z = 0,15 + 0,08 = 0,158$ мм;

$Z_н = 0,158 + (0,52 + 0,74 + 0,74 + 0,62)/2 – (–0,52 + 0,74 – 0,74)/2 = 1,7$ мм;

$Г \pm 0,26 = 30,6 \pm 0,31$ мм.

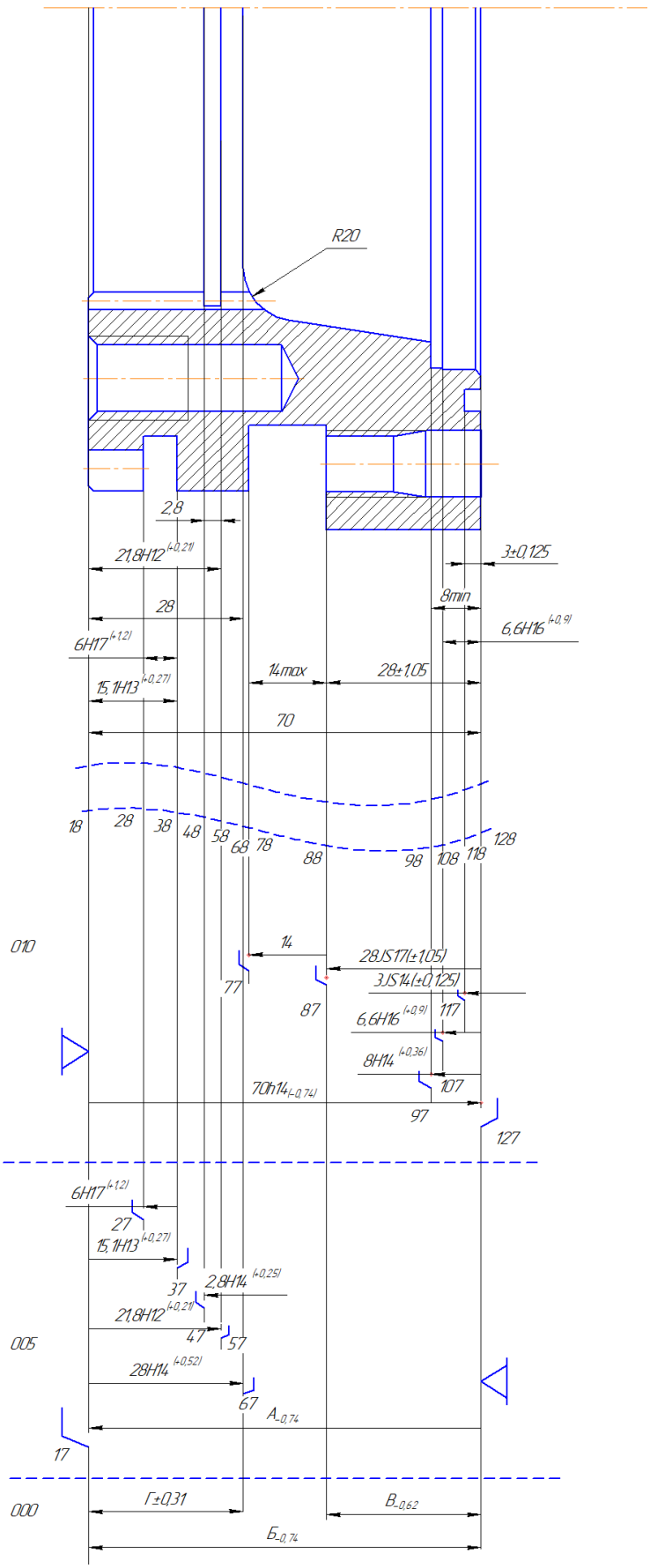


Рисунок 2.11 – Размерный анализ проектного технологического процесса

2.2.5 Расчет режимов резания и норма штучного времени на все операции проектного варианта технологического процесса.

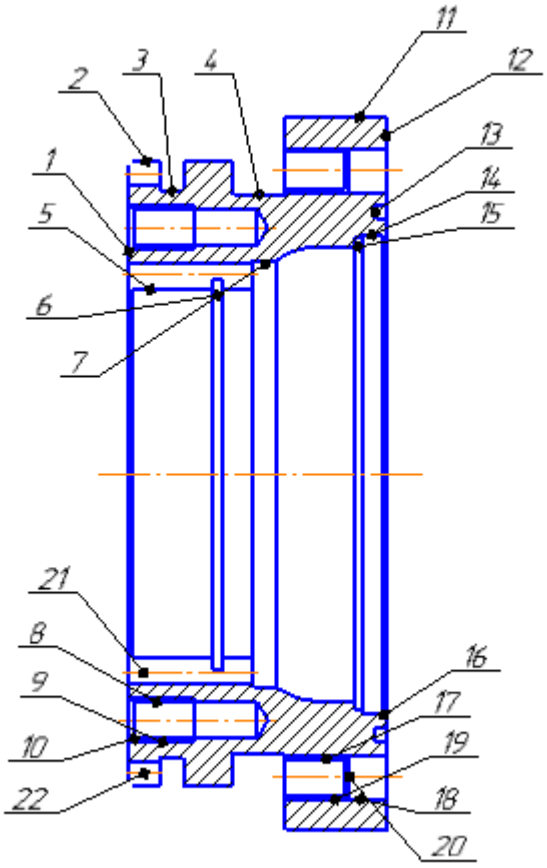


Рисунок 2.12 – Обозначение обрабатываемых поверхностей

Расчеты ведутся по справочнику [2].

Для токарной операции 005

а) Расчет режимов резания при получистовом обтачивании поверхности 2 и подрезке торца 1 за один проход.

Исходные данные:

Резец – ISCAR MWNL 3232P-13W

Наименование детали – Муфта

Материал – Сталь 40ХС ГОСТ 4543-2016, НВ 255.

Шероховатость поверхностей – Ra 10 мкм.

Заготовка:

Метод получения заготовки – КГШП.

Состояние поверхности – с коркой.

Припуск на обработку поверхности – 1 – 2 мм.

Выбор глубины резания:

По карте 2 определяют глубину резания для получистовой стадии обработки t=2,00 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента

Материал пластины – Т15К6

Крепление пластины – клин-прихватом (4)

– главный угол в плане φ=90°

– вспомогательный угол в плане φ1=15°

– задний угол $\alpha = 15°$

– передний угол $\gamma = 5°$

– ширина фаски $f = 0.4$мм

– радиус вершины резца $r1 = 1.2$ мм

– радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}04$ мм

Нормативная стойкость 45 минут

$S_{ot} = 0.83$ мм/об

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле:

$$S_0 = S_{ot} \cdot K_{sи} \cdot K_{sp} \cdot K_{sд} \cdot K_{sh} \cdot K_{sп} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sj} \cdot K_{sм} \cdot K_{si} \qquad (6)$$

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 11 для измененных условий в зависимости от:

$K_{sд} = 1{,}0$ – Сечение державки резца

$K_{sh} = 0{,}75$ – Прочность режущей части

$K_{sм} = 1{,}00$ – Инструментального материала

$K_{sп} = 0{,}85$ – Состояние поверхности заготовки

$K_{s\phi} = 1{,}00$ – Геометрические параметры резца

$K_{sj} = 0{,}7$ – Жесткость станка

$K_{si} = 1{,}0$ – Вылет ползуна

$K_{sp} = 1{,}00$ – Крепление пластин

$K_{sy} = 0{,}8$ – Схема установки заготовки

Окончательная подача:

$S_0 = 0{,}83 \cdot 1 * 0{,}75 \cdot 1 \cdot 0{,}85 \cdot 1 \cdot 0{,}7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}8 = 0{,}296$ мм/об

Выбор скорости резания:

Скорость резания выбирают по карте 21.

Для получистовой стадии обработки $V_t = 171$ м/мин $N_t = 4{,}9$ кВт

$$V = Vт \cdot Kvc \cdot Kvo \cdot Kvм \cdot Kvφ \cdot Kvт \cdot Kvт \cdot Kvj \quad (7)$$

Выбранная скорость резания корректируется с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

Группы обрабатываемости материала – Kvc = 1,00;

вид обработки – Kvo = 1,00.

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,7

Геометрические параметры резца – Kvφ = 1,1

периода стойкости режущей части резца – Kvт = 0,8;

наличия охлаждения – Kv = 1,00;

жесткости станка – Kvj = 1,00;

$V = 171 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0$ м $1{,}0 = 105{,}34$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (8)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 105.34}{3.14 * 170} = 197.339 \text{ об/мин.}$$

nф = 300 об/мин

$$V\text{ф} = \frac{\pi \cdot D \cdot n\text{ф}}{1000} \quad (9)$$

$$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 197{,}34 \cdot 300}{1000} = 185{,}89 \text{ м/мин.}$$

$N = Nт \times \frac{V\text{ф}}{V\text{т}} \times Kn = 4.9 \cdot 21.74 \cdot 1.1 = 5{,}86$ кВт

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле:

$$Sm = So \cdot n\text{ф} \quad (10)$$

$$Sm = 0{,}296 \cdot 300 = 88{,}8 \text{ мм/мин}$$

На каждой стадии выполняется один рабочий ход. По приложению 22 [2] определяют длину подвода, врезания и перебега фрезы.

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{42 + 5 + 5}{88{,}8} = 0{,}59 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается следующим образом:

$$\text{Тшт} = \text{Тосн}+\text{Твсп}+\text{Тобсл}+\text{Тотд}, \quad (11)$$

где Тосн – основное (машинное) время, затрачиваемое на изменение размеров, формы и внешнего вида детали в процессе механической обработки; Твсп – вспомогательное время, затрачиваемое на различные приемы, обеспечивающие выполнение основной работы; к нему относятся: время на управление станком, установку, закрепление и снятие заготовок, подвод и отвод режущего инструмента, измерение обработанных поверхностей и т. д.; Тобсл – время обслуживания рабочего места; Тотд – время перерывов на отдых и личные надобности рабочего; оно устанавливается в зависимости от условий выполнения работы.

Тшт = (0,59+0,7)+(0,56+0,7)·0,14=1,47 мин.

б) Расчет режимов резания при получистовом точении поверхности 3 за один проход.

Исходные данные:

Резец – TGDL 2525-6M

Наименование детали – Муфта

Материал – Сталь 40ХС ГОСТ 4543-2016, НВ 255.

Шероховатость поверхностей – Ra 20 мкм.

Заготовка:

Метод получения заготовки – КГШП.

Состояние поверхности – с коркой.

Припуск на обработку поверхности – 1 – 2 мм.

Выбор глубины резания:

По карте 2 определяют глубину резания для получистовой стадии обработки t=2,00 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента

Материал пластины – Т15К6

Крепление пластины – клин-прихватом (1)

– главный угол в плане φ=90°

– вспомогательный угол в плане φ1=15°

– задний угол $\alpha = 8°$

– передний угол $\gamma = 15°$

– радиус вершины резца $r1 = 1.0$ мм

– радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}03$ мм

Нормативная стойкость 30 минут (Приложение 13) [2]

$S_{ot} = 0.83$ мм/об

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (6)

Окончательная подача:

$S_0 = 0{,}83 * 1{,}0 * 1{,}05 * 0{,}8 * 0{,}85 * 1{,}0 * 1{,}0 * 1{,}0 * 1{,}0 * 0{,}8 = 0{,}474$ мм/об

Выбор скорости резания:

Скорость резания выбирают по карте 21 [2].

Для получистовой стадии обработки $V_t = 146$ м/мин $N_t = 6{,}5$ кВт

Выбранная скорость резания корректируется с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

Скорости резания в зависимости от инструсментального материала – Kvи = 1,10

Группы обрабатываемости материала – Kvc = 1,00;

Вид обработки – Kvo = 1,00.

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,7

Геометрические параметры резца – Kvφ = 1,0

периода стойкости режущей части резца – Kvт = 0,8;

наличия охлаждения – Kv = 1,00;

жесткости станка – Kvj = 1,00;

$V = 146 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 89{,}936$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 89{,}936}{3.14 \cdot 154} = 185{,}99$ об/мин.

nф = 200 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 154 \cdot 200}{1000} = 96{,}712$ м/мин.

$N = Nт \times \frac{V\text{ф}}{V\text{т}} \times Kn = 6{,}5 \times 0{,}662 \times 1.1 = 4{,}73$ кВт

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле:

$$Sm = So \cdot n\text{ф} = 0{,}474 \cdot 200 = 94{,}8 \text{ мм/мин}$$

На каждой стадии выполняется один рабочий ход. По приложению 22 [2] определяют длину подвода, врезания и перебега фрезы.

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{6 + 5 + 5}{94{,}8} = 0{,}17 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (0,17+0,5)+(0,17+0,5) · 0,14=0,76 мин.

в) Расчет режимов резания при получистовом точении поверхности 5 за один проход.

Исходные данные:

Резец S20S PQLNL-09

Наименование детали – Муфта

Материал – Сталь 40ХС ГОСТ 4543-2016, НВ 255.

Шероховатость поверхностей – Ra 10 мкм.

Заготовка:

Метод получения заготовки – КГШП.

Состояние поверхности – с коркой.

Припуск на обработку поверхности – 1 – 2 мм.

Выбор глубины резания:

По карте 2 определяют глубину резания для получистовой стадии обработки t=1,7 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента

Материал пластины – Т15К6

– главный угол в плане φ=90°

– вспомогательный угол в плане φ1=15°

– задний угол $\alpha = 5°$

– передний угол $\gamma = -8°$

– радиус вершины резца $r1 = 1.0$ мм

– радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}02$ мм

Нормативная стойкость 30 минут (Приложение 13) [2]

$S_{ot} = 0.25$ мм/об

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (6).

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 11 [2] для измененных условий в зависимости от:

$K_{sд} = 1{,}0$ – Сечение державки резца

$K_{sh} = 1{,}05$ – Прочность режущей части

$K_{sм} = 1{,}0$ – Инструментального материала

$K_{sп} = 0{,}85$ – Состояние поверхности заготовки

$K_{sф} = 0{,}95$ – Геометрические параметры резца

$K_{si} = 0{,}5$ – Вылет резца

$K_{sp} = 1{,}0$ – Крепление пластин

$K_{sy} = 0{,}8$ – Схема установки заготовки

$K_{sy} = 0{,}8$ – Диаметр детали

Окончательная подача:

$S_0 = 0{,}068$ мм/об

Выбор скорости резания:

Скорость резания выбирают по карте 21.

Для получистовой стадии обработки $V_t = 190$ м/мин $N_t = 4{,}0$ кВт

Выбранная скорость резания корректируется с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvи = 1,10

Группы обрабатываемости материала – Kvc = 1,00;

Вид обработки – Kvo = 1,00.

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,7

Геометрические параметры резца – Kvφ = 1,0

периода стойкости режущей части резца – Kvт = 0,8;

наличия охлаждения – Kv = 1,00;

жесткости станка – Kvj = 1,00;

$V = 190 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 117{,}04$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8)

$n = \frac{1000 \cdot 117{,}04}{3{,}14 \cdot 100} = 372{,}74$ об/мин.

nф = 400 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 100 \cdot 400}{1000} = 125{,}6$ м/мин.

$N = Nт \times \frac{V\text{ф}}{V\text{т}} \times Kn = 4 \cdot 0{,}661 \cdot 1.1 = 2{,}9$ кВт

Минутную подачу рассчитывают по формуле:

$$Sm = So \cdot n\text{ф} = 0{,}068 \cdot 400 = 27{,}2 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{28 + 5 + 5}{27{,}2} = 1{,}4 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (1,4+0,9)+(1,4+0,9)·0,14=2,6 мин.

г) Расчет режимов резания при получистовом точении поверхности 6 за один проход.

Исходные данные:

Наименование детали – Муфта

Материал – Сталь 40ХС ГОСТ 4543-2016, НВ 255.

Шероховатость поверхностей – Ra 3,2 мкм.

Заготовка:

Метод получения заготовки – КГШП.

Состояние поверхности – с коркой.

Припуск на обработку поверхности – 1 – 2 мм.

Выбор глубины резания:

По карте 2 определяют глубину резания для получистовой стадии обработки t=1,7 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента

Материал пластины – Т15К6

– главный угол в плане φ=45°

– вспомогательный угол в плане φ1=5°

– задний угол $\alpha = 8°$

– передний угол $\gamma = 15°$

– радиус вершины резца $r1 = 0{,}8$ мм

– радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}02$ мм

Нормативная стойкость 30 минут (Приложение 13) [2]

$S_{ot} = 0.22$ мм/об

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (6).

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 11 [2] для измененных условий в зависимости от:

$K_{sм} = 0{,}8$ – Механические свойства обрабатываемого материала

$K_{sп} = 0{,}85$ – Состояние поверхности заготовки

$K_{si} = 0{,}5$ – Вылет резца

$K_{s\phi} = 1{,}5$ – Геометрические параметры резца

$K_{sд} = 0{,}8$ – Геометрические параметры резца

$K_{sp} = 1{,}0$ – Крепление пластин

$K_{sм} = 1{,}0$ – Инструментального материала

Окончательная подача:

$S_0 = 0{,}22 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 0{,}0897$ мм/об

Выбор скорости резания:

Скорость резания выбирают по карте 21 [2].

Для получистовой стадии обработки $V_t = 165$ м/мин $N_t = 3{,}2$ кВт

Выбранная скорость резания корректируется с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvи = 0,95

Группы обрабатываемости материала – Kvc = 1,00;

Вид обработки – Kvo = 1,00.

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,7

Геометрические параметры резца – Kvφ = 1,4

периода стойкости режущей части резца – Kvт = 1,1;

наличия охлаждения – Kv = 1,00;

$V = 165 \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}4 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 = 168{,}98$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8).

$n = \frac{1000*169}{3{,}14*106} = 507{,}75$ об/мин.

nф = 500 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 106 \cdot 500}{1000} = 166{,}42$ м/мин.

$N = Nт \times \frac{V\text{ф}}{V\text{т}} \times Kn = 3{,}2 \times 1{,}009 \times 1{,}15 = 3{,}713$ кВт

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле (10):

$$Sm = 0{,}09 \cdot 500 = 45 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{2{,}8 + 5 + 5}{45} = 0{,}28 \text{ мин.}$$

Штучное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле (11):

Тшт = (0,28+0,55) + (0,28+0,55) · 0,14=0,95 мин.

Таблица 4 – Режимы резания при точении

№ пов.	Sот	So	Vt	Vф	nф	Sм	Тосн	Тшт
1(2)	0,83	0,296	171	185,9	300	88,8	0,59	1,47
3	0,83	0,474	146	96,712	200	94,8	0,17	0,76
5	0,25	0,068	190	125,6	400	27,2	1,4	2,62
6	0,22	0,089	165	166,42	500	45	0,28	0,95
7	0,22	0,089	165	183,7	500	45	0,33	1,00

д) Расчет режимов резания для сверления и зенковки фаски [2].

Исходные данные Сверло ISCAR SCD 102-040-120 ACP3N;

Диаметр сверла: 10,2 мм;

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: Ra10 мкм;

Стойкость инструмента, Т = 30 мин.

Выбор глубины резания: t = 5.1 мм.

Выбор подачи: Sот = 0,29 мм/об;

Vт = 21м/мин;

Рт = 4866 Н;

Nт = 1.10 кВт;

L=4 мм.

Поправочные коэффициенты для расчета подачи:

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле:

$$S_0 = S_{ot} * K_{sм} \quad (12)$$

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 52 для измененных условий в зависимости от:

$K_{sм} = 0{,}75$ – Механические свойства обрабатываемого материала

$S_0 = 0{,}29 \cdot 0{,}75 = 0{,}2175$ мм/об

Скорость корректируют по формуле (7).

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,75

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvж = 1,0

Поверхность заготовки – Kvw = 0,8

Инструментального материала – Kvи = 2,2

Форма заточки инструмента – Kvз = 1,0

Длина рабочей части сверла – Kvт = 1,0

На скорость – Kvт = 1,32

V = 21 · 0,75 · 1,0 · 0,8 · 2,2 · 1,0 · 1,0 = 27,72 м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8)

$n = \frac{1000 \cdot 27{,}72}{3{,}14 \cdot 10{,}2} = 865{,}5$ об/мин.

Sм = So × n = 0,2175×865,5 = 188.25 мм/мин

nф = 200 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 10{,}2 \cdot 200}{1000} = 6{,}4$ м/мин.

N = Nт / Kпм = 1,1/0,75= 1,47 кВт

P = Pт / Kрм = 4866/0,75= 6488 Н

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле (10).

$$Sm = 0{,}2175 * 200 = 43{,}5 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{35 + 5 + 5}{43{,}5} = 1{,}03 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (1,03+0,8)+(1,03+0,8)·0,14=2,8 мин.

е) Расчет режимов резания для нарезания резьбы [2]

Исходные данные Метчик ISCAR TPF M-12X1.75-F;

Диаметр метчика: 12 мм;

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: Ra10 мкм;

Стойкость инструмента, Т = 30 мин.

So = 1,75 (подача равна шагу резьбы)

Vт = 10,7 м/мин;

Рт = 40 Н;

Nт = 0,53 кВт;

Мкрт = 1,8 Нм

Мрт = 8,1 Нм

L = 24 мм.

Скорость корректируют по формуле:

$$V = Vт * Kvк * Kvм \quad (13)$$

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,75

Степень точности резьбы – Kvк = 1,0

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvж = 1,0

$V = 10,7 * 0,75 * 1,0 = 8,025$ м/мин

Р = Рт / Крм = 40/0,75= 53,3 Н

Мкр = Мкрт / Кмм = 1,8/0,75= 2,4 Н

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8)

$n = \frac{1000 \cdot 8,025}{3,14 \cdot 12} = 212,98$ об/мин.

nф = 220 об/мин

$Vф = \frac{\pi * D * nф}{1000} = \frac{3,14 * 12 * 220}{1000} = 8,29$ м/мин.

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле:

$$Sm = So * nф = 1{,}75 * 220 = 385 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{18 + 5 + 5}{385} = 0{,}07 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (1,03+1,12)+(1,03+1,12)·0,14=2,451 мин.

Таблица 5 – Режимы резания для сверления

	Сила резания P, H	Скорость Vs, м/мин	Частота вращения nф, об/мин	Подача So, мм/об	Тосн	Тшт
Сверление Ø10,2	6488	27,72	200	0,29	1,03	2,8
Резьба Ø12	53,3	8,29	220	1,75	0,07	2,451

Суммарное основное время на операции 005 – 3,87 мин

Суммарное штучное время на операции 005 – 12,03 мин

Для токарной операции 010

а) Расчет режимов резания при получистовом обтачивании поверхности 11 и подрезке торца 12 за один проход.

Исходные данные:

Резец – MWNL 3232P-13W

Наименование детали – Муфта

Материал – Сталь 40ХС ГОСТ 4543-2016, НВ 255.

Шероховатость поверхностей – Ra 5 мкм.

Заготовка:

Метод получения заготовки – КГШП.

Состояние поверхности – с коркой.

Припуск на обработку поверхности – 1 – 2 мм.

Выбор глубины резания:

По карте 2 определяют глубину резания для получистовой стадии обработки t=2,00 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента

Материал пластины – Т15К6

Крепление пластины – клин-прихватом (4)

– главный угол в плане φ=90°

– вспомогательный угол в плане φ1=15°

– задний угол $\alpha = 15°$

– передний угол $\gamma = 5°$

– ширина фаски $f = 0.4$мм

– радиус вершины резца $r1 = 1.2$ мм

– радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}04$ мм

Нормативная стойкость 45 минут

$S_{ot} = 0.83$ мм/об

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (6).

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 11 [2] для измененных условий в зависимости от:

$K_{sд} = 1{,}0$ – Сечение державки резца

$K_{sh} = 0{,}75$ – Прочность режущей части

$K_{sм} = 1{,}00$ – Инструментального материала

$K_{sп} = 0{,}85$ – Состояние поверхности заготовки

$K_{sф} = 1{,}00$ – Геометрические параметры резца

$K_{sj} = 0{,}7$ – Жесткость станка

$K_{si} = 1{,}0$ – Вылет ползуна

$K_{sp} = 1{,}00$ – Крепление пластин

$K_{sy} = 0{,}8$ – Схема установки заготовки

Окончательная подача:

$S_0 = 0{,}83 * 1 * 0{,}75 * 1 * 0{,}85 * 1 * 0{,}7 * 1 * 1 * 0{,}8 = 0{,}296$ мм/об

Выбор скорости резания:

Скорость резания выбирают по карте 21 [2].

Для получистовой стадии обработки $V_t = 171$ м/мин $N_t = 4{,}9$ кВт

Выбранная скорость резания корректируется с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

Группы обрабатываемости материала – Kvc = 1,00;

вид обработки – Kvo = 1,00.

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,7

Геометрические параметры резца – Kvφ = 1,1

периода стойкости режущей части резца – Kvт = 0,8;

наличия охлаждения – Kv = 1,00;

жесткости станка – Kvj = 1,00;

$V = 171 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 105{,}34$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$n = \frac{1000 \cdot 105.34}{3.14 \cdot 170} = 197.339$ об/мин.

nф = 300 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 197{,}34 \cdot 300}{1000} = 185{,}89$ м/мин.

N = Nт × $\frac{V\text{ф}}{V\text{т}}$× Kn = 4.9×21.74×1.1 = 5,86 кВт

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле:

$$Sm = So \cdot n\text{ф} = 0{,}296 \cdot 300 = 88{,}8 \text{ мм/мин}$$

На каждой стадии выполняется один рабочий ход. По приложению 22 определяют длину подвода, врезания и перебега фрезы.

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{28 + 5 + 5}{88{,}8} = 0{,}43 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (0,43+0,7)+(0,43+0,7)·0,14=1,29 мин.

б) Расчет режимов резания при получистовом точении поверхности 13 за один проход.

Исходные данные:

Резец – ISCAR GHDL 20-4

Наименование детали – Муфта

Материал – Сталь 40ХС ГОСТ 4543-2016, НВ 255.

Шероховатость поверхностей – Ra 20 мкм.

Заготовка:

Метод получения заготовки – КГШП.

Состояние поверхности – с коркой.

Выбор глубины резания:

По карте 2 [2] определяют глубину резания для получистовой стадии обработки t=2,00 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента

Материал пластины – Т15К6

Крепление пластины – клин-прихватом (1)

– главный угол в плане φ=90°

– вспомогательный угол в плане φ1=15°

– задний угол $\alpha = 8°$

– передний угол $\gamma = 15°$

– радиус вершины резца $r1 = 1.0$ мм

– радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}03$ мм

Нормативная стойкость 30 минут (Приложение 13)[2]

$S_{ot} = 0{,}14$ мм/об (Карта 27) [2]

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (6)

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают для измененных условий в зависимости от:

$K_{sи} = 0{,}9$ – Инструментального материала

$K_{sм} = 0{,}8$ – Механических свойств обрабатываемого материала

$K_{sп} = 0{,}85$ – Состояние поверхности заготовки

$K_{sф} = 1{,}0$ – Геометрические параметры резца

$K_{sj} = 1{,}0$ – Жесткость станка

$K_{sш} = 0{,}85$ – Шероховатость поверхности

$K_{sp} = 1{,}0$ – Крепление пластин

$K_{sy} = 0{,}8$ – Схема установки заготовки

Окончательная подача:

$S_0 = 0{,}14 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 = 0{,}058$ мм/об

Выбор скорости резания:

Скорость резания выбирают по карте 30 [2].

Для получистовой стадии обработки $V_t = 185$ м/мин

Выбранная скорость резания корректируется с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

Скорости резания в зависимости от инструсментального материала – Kvи = 1,10

Крепление пластин – $K_{sp} = 1{,}2$

Группы обрабатываемости материала – Kvc = 1,00;

Вид обработки – Kvo = 1,00.

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,7

$V = 185 * 1{,}1 * 1{,}2 * 1{,}0 * 0{,}7 * 1{,}0 = 170{,}94$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8)

$n = \frac{1000 \cdot 170{,}94}{3.14 \cdot 138} = 394$ об/мин.

nф = 400 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 138 \cdot 400}{1000} = 173{,}32$ м/мин.

Минутную подачу рассчитывают по формуле:

$$Sm = So \cdot n\phi = 0{,}058 \cdot 400 = 23{,}2 \text{ мм/мин}$$

На каждой стадии выполняется один рабочий ход. По приложению 22 [2] определяют длину подвода, врезания и перебега фрезы.

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{3 + 5 + 5}{23{,}2} = 0{,}56 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (0,56+0,3) + (0,158+0,3)·0,14=0,98 мин.

в) Расчет режимов резания при получистовом точении поверхности 14 за один проход [2].

Исходные данные:

Резец S20S PQLNL–09

Наименование детали – Муфта

Материал – Сталь 40ХС ГОСТ 4543–2016, НВ 255.

Шероховатость поверхностей – Ra 10 мкм.

Заготовка:

Метод получения заготовки – КГШП.

Состояние поверхности – с коркой.

Припуск на обработку поверхности – 1 – 2 мм.

Выбор глубины резания:

По карте 2[2] определяют глубину резания для получистовой стадии обработки t=1,7 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента

Материал пластины – Т15К6

– главный угол в плане φ=90°

– вспомогательный угол в плане φ1=15°

– задний угол $\alpha = 5°$

– передний угол $\gamma = -8°$

– радиус вершины резца $r1 = 1.0$ мм

– радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}02$ мм

Нормативная стойкость 30 минут (Приложение 13)[2]

$S_{ot} = 0.25$ мм/об

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (6)

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 11 для измененных условий в зависимости от:

$K_{sд} = 1{,}0$ – Сечение державки резца

$K_{sh} = 1{,}05$ – Прочность режущей части

$K_{sм} = 1{,}0$ – Инструментального материала

$K_{sп} = 0{,}85$ – Состояние поверхности заготовки

$K_{s\phi} = 0{,}95$ – Геометрические параметры резца

$K_{si} = 0{,}5$ – Вылет резца

$K_{sp} = 1{,}0$ – Крепление пластин

$K_{sy} = 0{,}8$ – Схема установки заготовки

$K_{sy} = 0{,}8$ – Диаметр детали

Окончательная подача:

$S_0 = 0{,}25 * 1{,}0 * 1{,}05 * 1{,}0 * 0{,}85 * 0{,}95 * 0{,}5 * 1{,}0 * 0{,}8 * 0{,}8 = 0{,}068$ мм/об

Выбор скорости резания:

Скорость резания выбирают по карте 21[2].

Для получистовой стадии обработки $V_t = 190$ м/мин $N_t = 4{,}0$ кВт

Выбранная скорость резания корректируется с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvи = 1,10

Группы обрабатываемости материала – Kvc = 1,00;

Вид обработки – Kvo = 1,00.

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,7

Геометрические параметры резца – Kvφ = 1,0

периода стойкости режущей части резца – Kvт = 0,8;

наличия охлаждения – Kv = 1,00;

жесткости станка – Kvj = 1,00;

$V = 190 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 117{,}04$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$n = \frac{1000 \cdot 117{,}04}{3{,}14 \cdot 130} = 286{,}7$ об/мин.

nф = 300 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 130 \cdot 300}{1000} = 122{,}5$ м/мин.

N = Nт × $\frac{V\text{ф}}{V\text{т}}$× Kn = 4×0,661×1.1 = 2,9 кВт

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле:

$$Sm = So \cdot n\text{ф} = 0{,}068 \cdot 300 = 20.4 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{6.6 + 5 + 5}{20.4} = 0{,}8 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (0,8+0,75)+(0,8+1,12)·0,14=1,77 мин.

г) Расчет режимов резания поверхности 14 при чистовом точении.

Выбор глубины резания:

По карте 2[2] определяют глубину резания для получистовой стадии обработки t=1 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента

Материал пластины – Т15К6

– главный угол в плане φ=90°

– вспомогательный угол в плане φ1=15°

– задний угол $\alpha = 5°$

– передний угол $\gamma = -8°$

– радиус вершины резца $r1 = 1.0$ мм

– радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}02$ мм

Нормативная стойкость 30 минут (Приложение 13) [2]

$S_{ot} = 0.22$ мм/об

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (6):

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 11 [2] для измененных условий в зависимости от:

$K_{sд} = 1{,}0$ – Сечение державки резца

$K_{sh} = 1{,}05$ – Прочность режущей части

$K_{sм} = 1{,}0$ – Инструментального материала

$K_{sп} = 0{,}85$ – Состояние поверхности заготовки

$K_{sф} = 0{,}95$ – Геометрические параметры резца

$K_{si} = 0{,}5$ – Вылет резца

$K_{sp} = 1{,}0$ – Крепление пластин

$K_{sу} = 0{,}8$ – Схема установки заготовки

$K_{sу} = 0{,}8$ – Диаметр детали

Окончательная подача:

$S_0 = 0{,}22 * 1{,}0 * 1{,}05 * 1{,}0 * 0{,}85 * 0{,}95 * 0{,}5 * 1{,}0 * 0{,}8 * 0{,}8 = 0{,}059$ мм/об

Выбор скорости резания:

Скорость резания выбирают по карте 22 [2].

Для получистовой стадии обработки $V_t = 370$ м/мин

Выбранная скорость резания корректируется с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvи = 1,10

Группы обрабатываемости материала – Kvc = 1,00;

Вид обработки – Kvo = 1,00.

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,7

Геометрические параметры резца – Kvφ = 1,0

периода стойкости режущей части резца – Kvт = 0,8;

наличия охлаждения – Kv = 1,00;

жесткости станка – Kvj = 1,00;

$V = 370 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 227{,}9$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$n = \frac{1000 \cdot 227{,}9}{3{,}14 \cdot 130} = 558{,}3$ об/мин.

nф = 560 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 130 \cdot 560}{1000} = 228{,}6$ м/мин.

Минутную подачу рассчитывают по формуле (10)

$$Sm = 0{,}068 \cdot 400 = 27{,}2 \text{ мм/мин}$$

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{6{,}6 + 5 + 5}{27{,}2} = 0{,}61 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (0,61+0,3)+(0,61+0,3)·0,14=1,03 мин.

Таблица 6 – Режимы резания при точении на операции 010

№ пов.	Sот	So	Vt	Vф	nф	Sм	Тосн	Тшт
11(12)	0,83	0,296	171	185,9	300	88,8	0,43	1,29
13	0,14	0,058	185	173,32	400	23,2	0,56	0,98
14	0,25	0,068	190	122,5	300	20,4	0,8	1,77
14 3ст.	0,22	0,059	370	228,6	560	27,2	0,478	1,03
15	0,25	0,068	190	122,5	300	20,4	0,89	1,6
16	0,22	0,089	165	183,7	500	45	0,12	0,42
4	0,83	0,474	146	190,9	200	94,8	0,25	0,912

д) Расчет режимов резания для сверления поверхность 17 [2].

Расчет режимов резания для сверления и зенковки фаски

Исходные данные Сверло ISCAR SCD 107-040-120 AP3N;

Диаметр сверла: 10,7 мм;

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: Ra10 мкм;

Стойкость инструмента, T = 30 мин.

Выбор глубины резания: t = 5,35 мм.

Выбор подачи: Sот = 0,39 мм/об;

Vт = 19,4 м/мин;

Pт = 6124 Н;

Nт = 1,64 кВт;

L = 28 мм.

Поправочные коэффициенты для расчета подачи:

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (12)

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 53 для измененных условий в зависимости от:

$K_{sм} = 0{,}75$ – Механические свойства обрабатываемого материала

$S_0 = 0{,}39 * 0{,}75 = 0{,}2925$ мм/об

Скорость корректируют по формуле (6)

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,75

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvж = 1,0

Поверхность заготовки – Kvw = 0,8

Инструментального материала – Kvи = 2,2

Форма заточки инструмента – Kvз = 1,0

Длина рабочей части сверла – Kvт = 1,0

На скорость – Kvт = 1,32

$V = 19{,}4 \cdot 0{,}75 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot 2{,}2 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 25{,}61$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8)

$n = 762{,}25$ об/мин.

Sм = So × n = 0,2925×762,25 = 222,96 мм/мин

nф = 230 об/мин

$Vф = \frac{3{,}14 \cdot 10{,}7 \cdot 230}{1000} = 7{,}7$ м/мин.

N = Nт / Kпм = 1,64/0,75= 2,19 кВт

P = Pт / Kрм = 6124/0,75= 8165,3 Н

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле (10)

$$Sm = 0{,}2925 * 230 = 67{,}28 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{28 + 5 + 5}{67{,}28} = 0{,}56 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (0,56+0,9)+(0,56+0,9)·0,14=1,66 мин.

е) Расчет режимов резания для зенковки поверхности 20.

Исходные данные Сверло ISCAR MM SA-L130;

Диаметр зенкера: 11,8 мм;

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: Ra 5 мкм;

Стойкость инструмента, T = 30 мин.

Выбор глубины резания: t = 1,15 мм; Kt=1.0

Выбор подачи: Sот = 0,19 мм/об;

Vт = 41 м/мин;

Pт = 95,5 Н;

Nт = 1,10 кВт;

L = 10 мм.

Поправочные коэффициенты для расчета подачи:

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (12).

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 53 для измененных условий в зависимости от:

$K_{sм} = 0{,}75$ – Механические свойства обрабатываемого материала

$S_0 = 0{,}19 * 0{,}75 = 0{,}1425$ мм/об

Скорость корректируют по формуле (7)

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,75

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvж = 1,0

Поверхность заготовки – Kvw = 0,8

Инструментального материала – Kvи $= 2{,}2$

Форма заточки инструмента – Kvз $= 1{,}0$

Длина рабочей части сверла – Kvт $= 1{,}0$

На скорость – Kvт = 1,32

V $= 41 \cdot 0{,}75 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot 2{,}2 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 54{,}12$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8):

$n = 37{,}052$ об/мин.

Sм = 5,28 мм/мин

nф = 50 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 11{,}8 \cdot 50}{1000} = 1{,}85$ м/мин.

N = Nт / Kпм = 1,1/0,75= 1,47 кВт

P = Pт / Kрм = 95,5/0,75= 127,3 Н

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле (10):

$$Sm = 0{,}1425 \cdot 50 = 7{,}125 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{10 + 5 + 5}{7{,}125} = 2{,}8 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (2,8+0,8)+(2,8+0,8)×0,14=4,1 мин

ж) Расчет режимов резания для развертывания поверхности 19.

Исходные данные Сверло ISCAR RM-SHR-1200-H7S-CS-CH;

Диаметр развертки: 12 мм;

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: Ra 5 мкм;

Стойкость инструмента, Т = 30 мин.

Выбор глубины резания: t = 0,18 мм

Выбор подачи: Sот = 0,88 мм/об;

Vт = 9,7 м/мин;

Рт = 95 Н;

Nт = 0,87 кВт;

L = 10 мм.

Поправочные коэффициенты для расчета подачи:

Окончательно подачу чистовой стадии обработки определяют по формуле (6):

Выбранные значения подач корректируют с учетом поправочных коэффициентов, которые выбирают по карте 53 для измененных условий в зависимости от:

$K_{sм} = 0{,}75$ – Механические свойства обрабатываемого материала

$S_0 = 0{,}88 * 0{,}75 = 0{,}66$ мм/об

Скорость корректируют по формуле (7):

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,75

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvж = 1,0

Поверхность заготовки – Kvw = 0,8

Инструментального материала – Kvи $= 2{,}2$

Форма заточки инструмента – Kvз $= 1{,}0$

Длина рабочей части сверла – Kvт $= 1{,}0$

На скорость – Kvт = 1,32

$V = 9{,}7 \cdot 0{,}75 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot 2{,}2 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 12{,}8$ м/мин

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8).

$n = 37{,}052$ об/мин.

Sм = So · n = 0,66·37,052 = 24,4 мм/мин

nф = 50 об/мин

$V\text{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 12 \cdot 50}{1000} = 1{,}9$ м/мин.

N = Nт / Kпм = 0,87/0,75= 1,16 кВт

P = Pт / Kрм = 95/0,75= 126,7 Н

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле (10):

$$Sm = 0{,}66 \cdot 50 = 33 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{10 + 5 + 5}{33} = 0{,}6 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (0,6+0,76)+(0,6+0,76)·0,14=1,55 мин

ж) Расчет режимов резания для нарезания резьбы поверхность 18.

Исходные данные Метчик ISCAR TPF M-12X1.25-F;

Диаметр метчика: 12 мм;

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: Ra10 мкм;

Стойкость инструмента, T = 30 мин.

So = 1,25 (подача равна шагу резьбы)

Vт = 10,7 м/мин;

Pт = 40 Н;

Nт = 0,53 кВт;

Мкрт = 1,8 Нм

Мрт = 8,1 Нм

L = 18 мм.

Скорость корректируют по формуле (13).

Механические свойства обрабатываемого материала – Kvм = 0,75

Степень точности резьбы – Kvк = 1,0

Скорости резания в зависимости от инструментального материала – Kvж = 1,0

$V = 10{,}7 \cdot 0{,}75 \cdot 1{,}0 = 8{,}025$ м/мин

Р = Рт / Крм = 40/0,75= 53,3 Н

Мкр = Мкрт / Кмм = 1,8/0,75= 2,4 Н

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8)

$n = 212{,}98$ об/мин.

nф = 220 об/мин

$V\text{ф} = \frac{\pi \cdot D \cdot n\text{ф}}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 12 \cdot 220}{1000} = 8{,}29$ м/мин.

Определение минутной подачи

Минутную подачу рассчитывают по формуле (10):

$$Sm = 1{,}25 \cdot 220 = 275 \text{ мм/мин}$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{lo + l1 + l2 + l3}{Sm} = \frac{18 + 5 + 5}{275} = 0{,}1 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле:

Тшт = (0,1+1,12)+(0,1 +1,12)×0,14=1,4 мин.

Таблица 7 – Режимы резания для сверления на операции 010.

	Сила резания P, Н	Скорость Vs, м/мин	Частота вращения nф, об/мин	Подача So, мм/об	Тосн	Тшт
Сверление Ø10,7	8165,3	7,7	230	0,2925	0,56	1,66
Зенковка Ø11,8	127,3	1,85	50	0,1425	2,8	4,1
Развертка Ø12	126,7	1,9	50	0,66	0,6	1,4
Резьба Ø12	53,3	8,29	220	1,25	0,1	1,4

Суммарное основное время на операции 010 – 7,61 мин.

Суммарное штучное время на операции 010 – 16,288 мин

Для протяжной операции 025

Для расчета режимов резания для протягивания воспользуемся справочником технолога–машиностроителя Т.1

1. Глубина резания

$$t = \frac{(D-d)*n}{2} = \frac{(110-100)*20}{2} = 100 \text{ мм} \quad (14)$$

2. Подача (подъем на зуб) Sz=0,05…0,08 мм (таблица 2.32) Принимаем среднюю величину Sz=0,06 мм

3. Скорость резания (табл. 52)

Группа скорости резания при протягивании стали 40ХС (табл. 53) – III

$V = 6$ м/мин

4. Сила резания, приходящаяся на 1 мм длины лезвия зуба протяжки (табл. 54)

$$P = 282\ H$$

5. Скорость резания

$$V = 61200\frac{N}{Pz}\eta\ , \quad (15)$$

где N – мощность двигателя станка, кВт;

Pz – сила резания при протягивании, Н;

η =0,85 – КПД станка.

6. Сила резания, Н, при протягивании

$Pz = P \sum B$,

где Р – сила резания на 1 мм длины лезвия, Н;

$\sum B = B * z1/zc$,

где В – периметр резания, мм.

$z1$ – наибольшее число одновременно режущих зубьев,

$z1 = l/t$,

где, l – длина обрабатываемой поверхности;

t – шаг режущих зубьев, мм.

zc – число зубьев в секции протяжки.

Расчеты:

$$z1 = \frac{25{,}2}{10} \approx 3$$

$$\sum B = (25{,}2 * \frac{3}{2}) + (25{,}2 * \frac{4}{2}) = 88{,}2 \text{ мм}$$

$$Pz = 282 * 88{,}2 = 24872{,}4 \text{ Н}$$

$$V = 6120 * \frac{30}{24872{,}4} * 0{,}85 = 6{,}2 \text{ м/мин}$$

В качестве рабочей скорости принимают наименьшую из сравниваемых скоростей.

5. Мощность, необходимая на резание при протягивании:

Nэ=P·V/6120=(24872,4·6)/6120=24,4 кВт.

6. Машинное время при работе на протяжных станках [3, с. 246]

$$To=(h \cdot l \cdot n \cdot k)/(1000 \cdot V \cdot Sz \cdot q), \quad (16)$$

где h- припуск, снимаемый протяжкой за один рабочий ход (10 мм);

l - длина протягиваемого отверстия (28 мм);

n - коэффициент, учитывающий длину калибрующей части протяжки

обычно n=1,17…1,25;

к - коэффициент, учитывающий обратный ход станка; для большинства существующих станков, к=1,14…1,5;

V-скорость резания V = 6 м/мин;

Sz-подача на зуб (подъем на зуб) Sz= 0,065мм/зуб.;

q-число зубьев протяжки, находящихся одновременно в работе (3).

При подстановке в расчетную формулу получаем:

То=(10·28·1,17·1,14)/(1000·6·0,06·3)=0,35 мин.

7. Штучное время может быть определено по следующей формуле:

Тш=(То+Тв)·(1+К/100),

где То – основное время обработки детали на станке, мин

То=(l+ L1+ L2)/n·s·i=0,75 мин,

Тшт=(0,75+1,9)·(1+4,6/100)=2,77 мин.

Для зубодолбежной операции 030

Расчет режимов резания поверхности 22

Выбор глубины резания:

t=10 мм (поз.6, инд. а).

Выбор режущего инструмента : долбяк дисковый

$S_т = 0.22$ мм/об

Круговую подачу определяют по формуле:

$$S_{кр} = S_т * K_{си} * K_{sp} \quad (17)$$

$S_{кр} = 0{,}22 * 1{,}02 * 1{,}05 = 0{,}28$ мм/дв. ход

Радиальную подачу определяют по формуле:

Sрад = 0,05 мм/дв. ход

Стойкость инструмента: Т=400 мин

Выбор скорости резания:

$V_t = 16$ м/мин

$$V = Vт \cdot Kv = 16 \cdot 0{,}6 = 9{,}6 \text{ м/мин}$$

Частоту вращения шпинделя определяют по формуле (8)

$n = 200$ об/мин.

nф = 200 об/мин

$V\text{ф} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 200}{1000} = 9.6$ м/мин.

Основное время станка по программе определяется по формуле:

$$To = \frac{\pi \cdot m \cdot z}{K \cdot S\text{кр}} \cdot i + \frac{t}{K \cdot S\text{рад}} \quad (18)$$

$$To = \frac{3{,}14 \cdot 5 \cdot 32}{200 \cdot 0{,}28} + \frac{10}{200 \cdot 0{,}056} = 9{,}86 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается по формуле (11):

Тшт = (9,86+0,84)+(9,86+0,84)·0,14=12,2 мин.

Таблица 8 – Основное, вспомогательное и штучное время

	005 Токарная с ЧПУ	010 Токарная с ЧПУ	015 Протяжная	020 Зубодолбежная	030 Контрольная
Тосн	3,87	7,61	0,75	9,86	
Тшт	14,13	19,4	2,77	12,2	

2.2.6 Выводы по разделу

Проектный вариант технологического процесса изготовления детали «Муфта» усовершенствован за счет уменьшения количества операций и уменьшения количества технологического оборудования для обработки детали. Был выбран другой способ получения заготовки, вместо открытой штамповки, используется кривошипный горячештамповочный пресс. Исходя из этого уменьшилось время на обработку данной детали.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.

Типоразмер присоединительного конца шпинделей у станка Okuma LT 2000 EX – JIS A2-6. Для такого соединения, фирма FUJI, производит специальные токарные патроны.

Произведём подбор необходимого патрона по каталогу данной фирмы исходя из требуемой длинны кулачка. Такому требованию отвечает трёхкулачковый патрон Compensating Chuck CK-51 (рисунок 3.1), характеристики которого приведены в таблице 7.

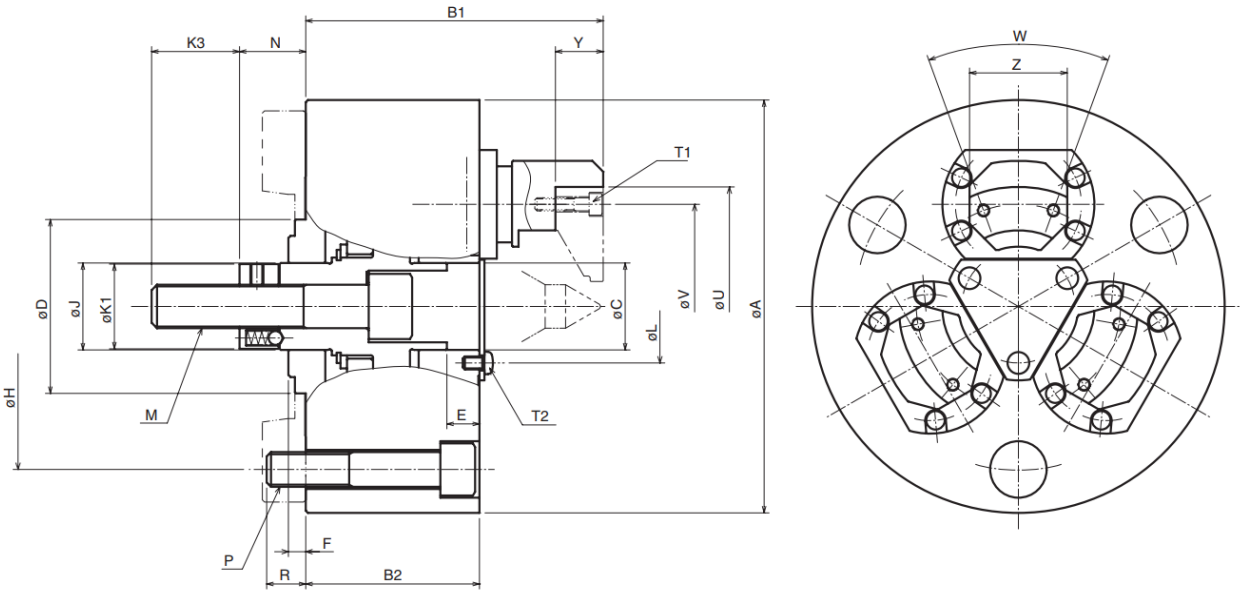


Рисунок 3.1 – Compensating Chuck CK-51

Таблица 7 – Основные размерные характеристики трёхкулчкового патрона CK-51

A,мм	B1,мм	B2,мм	U,мм	Y,мм
150	137	80	110	22

Аналогично подберём патрон для установа Б. В данном случае подойдёт обычный трёхкулачковый патрон с ступенчатыми кулачками который поставляется вместе со станком (рисунок 3.2).

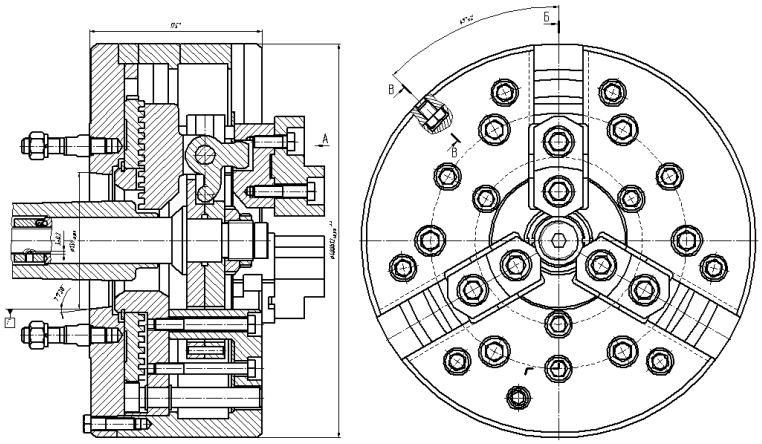


Рисунок 3.2 – Трехкулачковый патрон

Для крепления режущего инструмента в станке имеется револьверная головка фирмы Sandvik Coromant (рисунок 3.3).

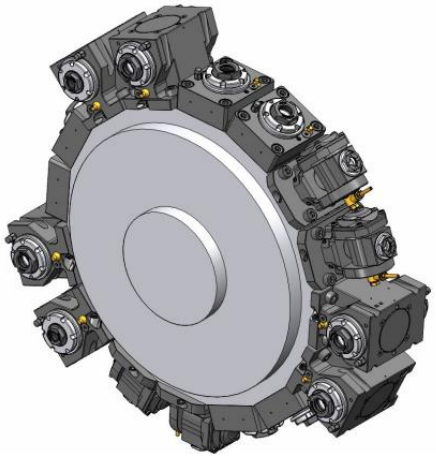


Рисунок 3.3 – Револьверная головка станка Okuma LT2000EX MY

Шестнадцать позиций инструмента попеременно устанавливаются в рабочее положение путём поворота головки. В состав привода поворота входят:

электродвигатель, передаточный механизм и делительный механизм. Делительные механизмы обеспечивают поворот револьверной головки на определенный постоянный угол и обычно применяются в станках, работающих по жесткой программе в серийном и массовом производстве.

Режущий инструмент устанавливается в инструментальный блок для ручного закрепления C4-TRI-OK55A (рисунок 3.4), который крепится к револьверной головке.

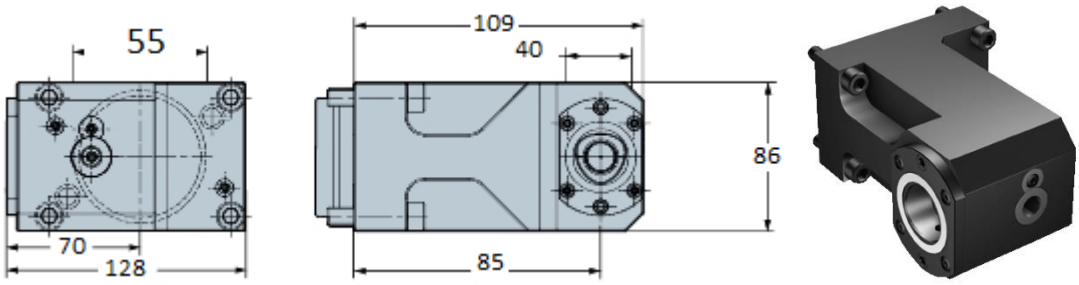


Рисунок 3.4 – Инструментальный блок для ручного закрепления C4-TRI-OK55A

Также на этой операции производится сверление отверстий. Под тот же конус шпинделя подберём требуемый переходник от MAS403 -BT 50 к оправке (рисунок 3.5). Обозначение такого переходника – A2B27-50 16 080.

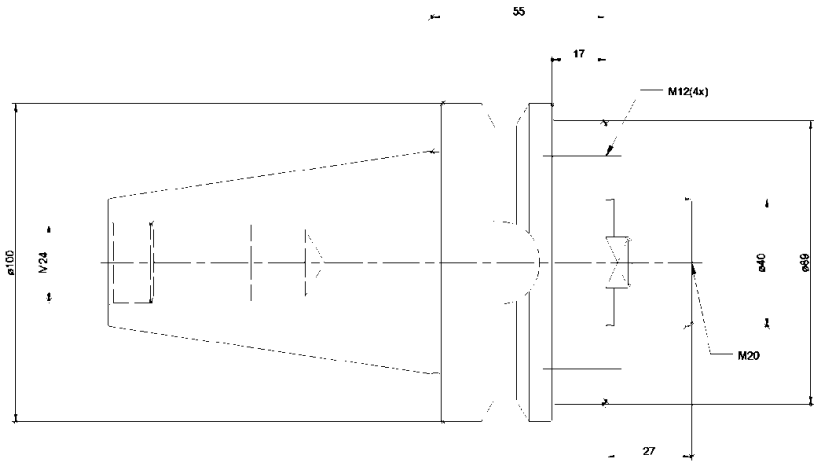


Рисунок 3.5 – Переходник от MAS403 -BT 50 к креплению на оправке A2B05-50 40 055

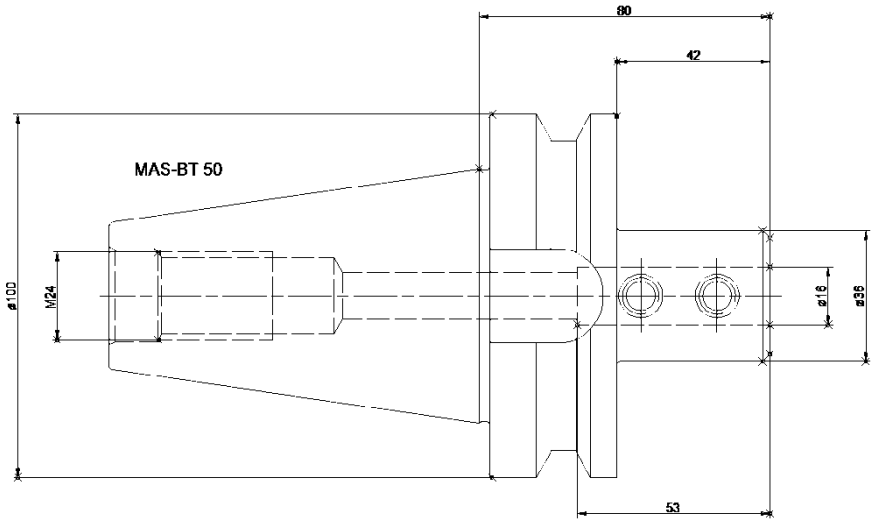


Рисунок 3.6 – Переходник от MAS403 -BT 50 к креплению на оправке A2B27-50 16 080

Для крепления метчика понадобится другая оправка, ввиду другой конфигурации хвостовика. Оправка для метчика изображена на рисунке 3.7.

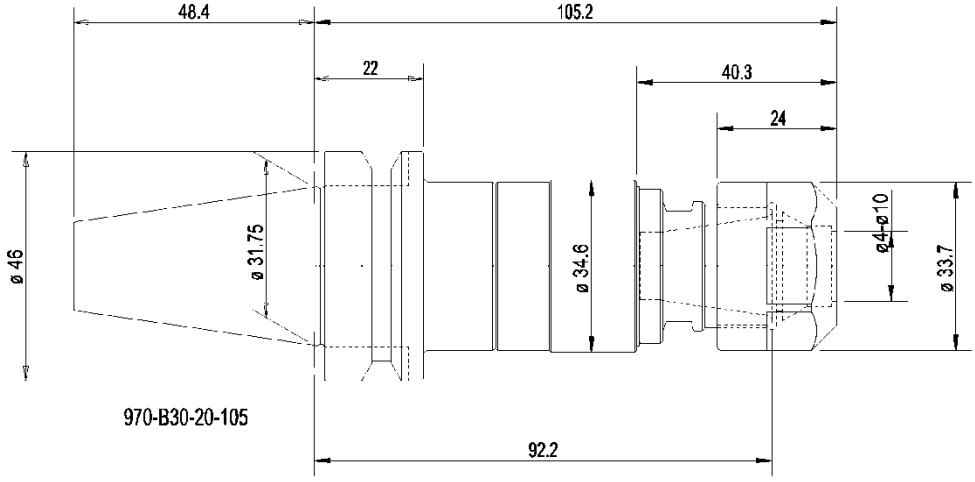
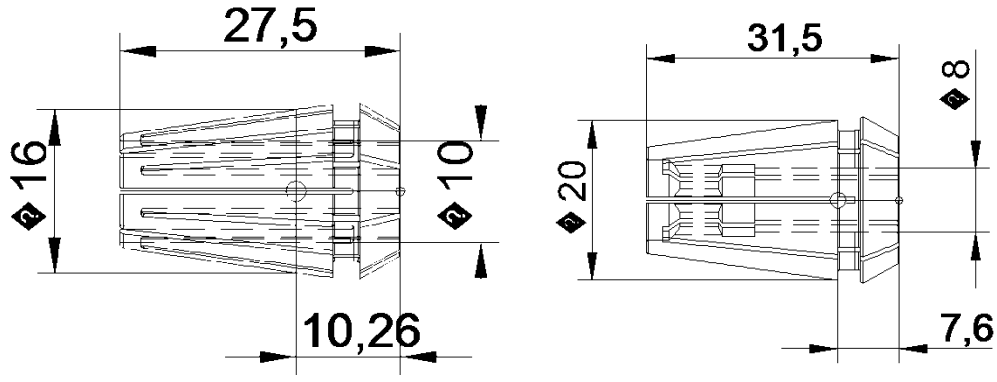


Рисунок 3.7 – Переходник от MAS403 -BT 50 к цанговому патрону A214-30 16 080

К переходникам подберём соответствующие цанги. Цанги изображены на рисунках 3.8 а,б.



а) б)

Рисунок 3.8 – Цанга ER для: а) хвостовиков сверл 393.14-16 1000 б) для хвостовиков метчиков 393.14-20 D080X063

3.2 Проектирование и расчет станочного приспособления «Схват».

3.2.1 Достоинства и недостатки выбранной схемы схвата

Схема схвата представлена на рисунке 3.9.

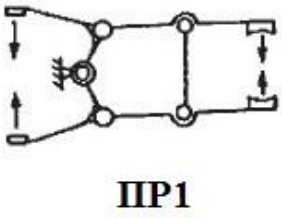


Рисунок 3.9 – Схема схвата

Достоинства данной схемы:

- надежность захватывания и удержания объекта;
- точность базирования заготовки в губках схвата;
- использование пневмопривода;

Недостатки:

- малый диапазон диаметральных размеров захватываемых заготовок;
- износ губок схвата в местах контакта с заготовкой;

- сложность конструкции;
- необходимость использования двух пневмоприводов.

3.2.2 Расчет усилий захватывания заготовки.

Порядок определения зависит от характера движения детали, поэтому следует рассмотреть его для следующих основных видов перемещения (на примере захвата призматическими губками).

При вертикальном линейном перемещении

$$P_1 = \frac{kG}{f}\left(1 + \frac{a_в}{g}\right)$$

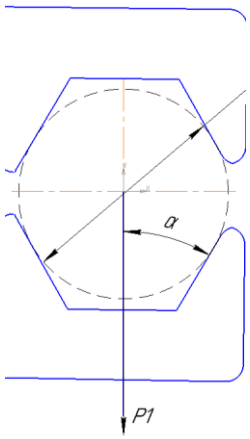


Рисунок 3.10 – Схема воздействия силы

k - Коэффициент запаса, k = 2

G - Вес детали, Н

f - Коэффициент трения губок, f = 0,2

$a_в$ - ускорение вертикального движения, м/с^2

g - Ускорение свободного падения, g = 9,81 м/с^2

$$a_в = \frac{V^в_{max}}{\Delta t}$$

$V^в_{max}$ - скорость подъема максимальная,

$V^в_{max}$ = 0,6 м/с

Δt - время разгона, Δt = 0,2 с

$$a_в = \frac{0,6}{0,2} = 3\ м/с^2$$

$$P_1 = \frac{2 \cdot 68,12}{0.2}\left(1 + \frac{3}{9.81}\right) = 890\ H.$$

При горизонтальном линейном перемещении:

$$P_1 = G\left(\frac{k}{f} + \frac{a_г}{g} tg\alpha\right)$$

$a_г$ - ускорение горизонтального перемещения

α – угол центрирующих губок, $\alpha = 60°$

$V^г_{max}$ - скорость подъема максимальная, $V^г_{max}$ = 0,8 м/с

$$a_г = \frac{0,8}{0,2} = 4\ м/с^2$$

$$P_1 = 68,12\left(\frac{2}{0.2} + \frac{4}{9,81} tg60°\right) = 690\ H$$

При вращении ЗУ в горизонтальной плоскости:

$$P_1 = G\left(\frac{k}{f} + \frac{\omega^2}{g} R * tg\alpha + \frac{\varepsilon}{g} R\right)$$

R - длина вылета руки ПР, R = 2 м

ω - угловая скорость вращения ЗУ, ω = 1,57 $с^{-1}$

ε - угловое ускорение поворота ЗУ, $с^{-2}$

$$\varepsilon = \frac{\omega}{\Delta t} = \frac{1,57}{0,2} = 7,85\ с^{-2}$$

$$P_1 = 68,12\left(\frac{2}{0,2} + \frac{1,57^2}{9.81} \cdot 2 + \frac{7,85}{9,81} \cdot 2\right) = 1126\ H.$$

При торможении всех трех движений:

$$P_т = G\left[\frac{k}{f}\left(1 + \frac{a_в}{g}\right) + \frac{1}{g}(a_г * tg\alpha + \omega^2 * R * tg\alpha + \varepsilon * R)\right]$$

$$P_T = 68,12\left[\frac{2}{0.2}\left(1 + \frac{3}{9.81}\right) + \frac{1}{9.81}(4 \cdot tg60° + 1,57^2 \cdot 2 \cdot tg60° + 7,85 \cdot 2)\right]$$
$$= 1018\ H.$$

Выбираем максимальное усилие зажима P_1 = 1126 Н и произведём перерасчёт требуемой силы в штоке.

$$P = \frac{2 \cdot P_1 \cdot b \cdot cos^2\,\theta}{1.62} = \frac{2 \cdot 1126 \cdot 2 \cdot cos^2\,60}{1{,}62} = 3892\,H$$

Дальнейший расчёт будем вести относительно этой силы.

3.2.3 Расчет сил, действующих на основные элементы конструкции схвата

Схема действия сил на заготовку представлена на рисунке 3.11:

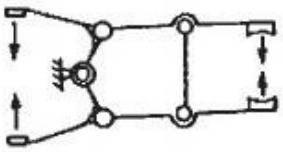


Рисунок 3.11 – Силы, действующие на заготовку

Рисунок 3.12 – Расчетная схема

N1 = N2

$$N_{1,2} = R_н \cdot \frac{\sin\varphi_{1,2} - \mu \cdot \cos\varphi_{1,2}}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2) - 2 \cdot \mu \cdot \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

где $N_{1,2}$ - усилия контакта между деталью и губкой, Н;

$R_н$ - реакция на губку захвата, Н;

μ - коэффициент трения, μ=0,15;

$\varphi_{1,2}$ - угол контакта, $\varphi_{1,2}$ =60°

$$N_{1,2} = 3892 \cdot \frac{sin60 - 0{,}15cos60}{sin120 - 2 \cdot 0.15cos120} = 1998\ H.$$

3.2.4 Определение размера силового привода

Определение тягового усилия пневмоцилиндра Р определено формулами ранее. Пользуясь значением этой силы рассчитаем минимальный диаметр пневмоциллиндра:

$$d = \sqrt{\frac{4P_2}{P\pi}},$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 3892}{1 \cdot 3.14}} = 70 \text{ мм}$$

По ГОСТ 15608-81 выберем необходимые размеры и давление в пневмоцилиндре:

Таблица 2 – Основные параметры пневмоциллиндров по ГОСТ 15608-81

Диаметр, мм		Статическое усилие на штоке, Н, не менее					
цилиндра *D*	штока *d*	толкающее	тянущее	толкающее	тянущее	толкающее	тянущее
		при давлении, МПа					
		0,4		0,63		1,00	
25	12	160	130	240	200	380	300
32		250	220	390	330	620	530
40	14	400	350	620	560	1020	900
50	18	640	550	1000	870	1590	1390
63		1000	900	1550	1450	2600	2350
80	25	1750	1560	2750	2460	4300	3900
100		2700	2550	4300	4000	6750	6350
125	32	4200	4000	6700	6200	10600	9900
160	40	7200	6800	11400	10700	18100	17000
200		11400	10800	17800	17100	28400	27200
250	63	17700	16500	27800	26100	44200	41400
320	80	30000	28000	47000	44100	74800	70100
360		37600	36000	59700	56700	94500	90100
400	90	46800	44500	73700	70000	117000	111000

Силе P=3892 Н соответствует пневмоцилиндр диаметром 80 и диаметром штока 25. При давлении в 1 Мпа. Такой цилиндр выдаёт силу на штоке в 3900 Н, что является оптимальным. Пневмоцилиндр представлен на рисунке 13.

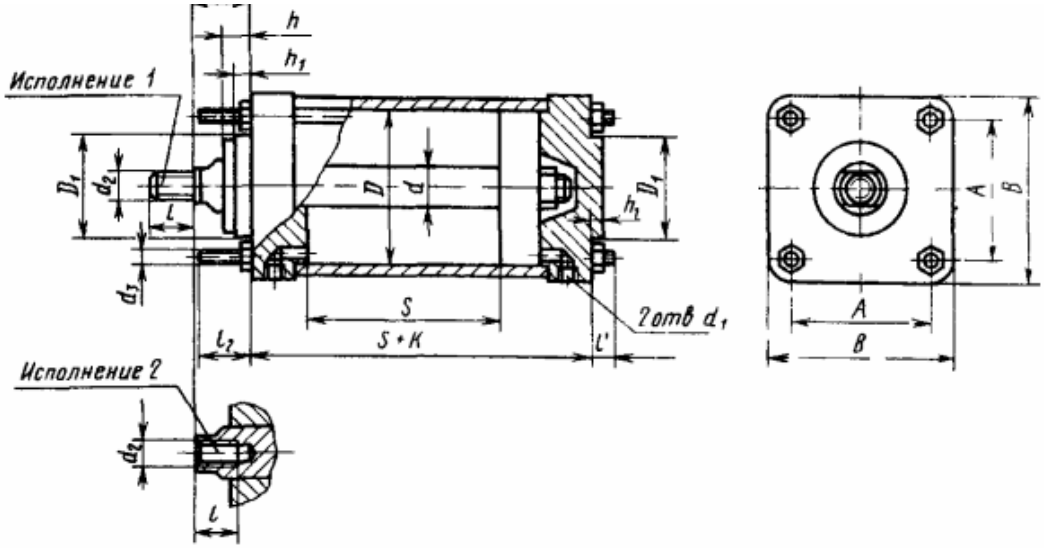


Рисунок 3.13 – Цилиндр без торможения с креплением на удлиненных стяжках

Размеры цилиндра: D=80 мм, d=25 мм, D1=65 мм, d1=M16, d2= M20, d3=M8, A= 75 мм, B=92 мм, l=40 мм(при наружной резьбе), h= 13 мм, h1=10 мм, K=120, ход поршня 10-500.

3.2.5 Выбор размеров фланца для крепления к роботу

В качестве конструктивного исполнения мест крепления сменных захватных устройств принято фланцевое крепление, для чего на промышленном роботе выполняется фланец с центральным центрирующим отверстием и резьбовыми отверстиями вокруг него. Такая конструкция проста и универсальна. Она позволяет помещать часть элементов ЗУ внутри руки робота, осуществлять связь ЗУ, не имеющих встроенного привода, с приводом, находящимся в руке ПР. Фланцевое соединение представлено на рисунке 13, а его размеры в таблице 3.

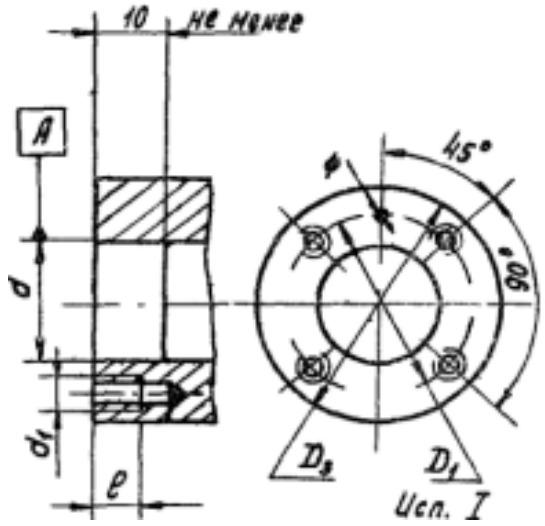


Рисунок 3.14 – Фланцевое соединение захватных устройств

Таблица 3 – Размеры мест крепления сменных ЗУ, мм

d	D1	d1	l, не менее	D2	D3, не менее	Диаметр отв. под штифт	n
200	250	24	25	300	300	10	4

3.2.6 Описание принципа работы конструкции схвата

Схват крепится на руке промышленного робота фланцем при помощи резьбового соединения, а именно четырех винтов.

При подаче воздуха в пневмоцилиндр шток перемещается право, губки за счет движения рычагов, разжимают деталь. На рисунке 15 показано разжатое состояние губок, то есть когда воздух подали в пневмоцилиндр. Для сжатия детали необходимо создать разность давления в пневмоцилиндре (откачать воздух). На рисунке 16 сжатое состояние, когда воздух откачали.

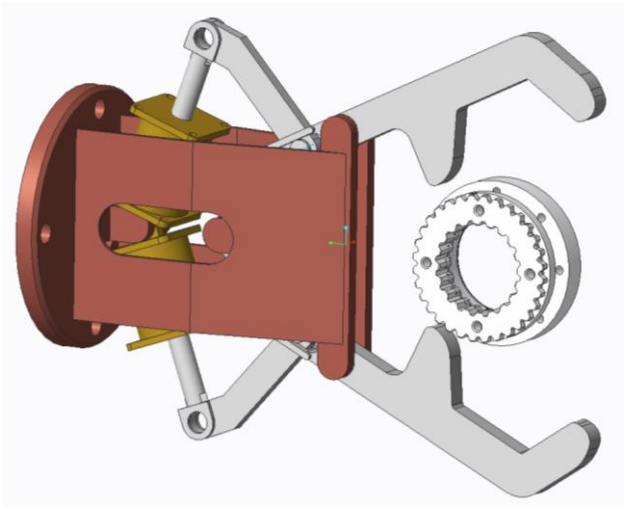


Рисунок 3.15 – Разжатое состояние

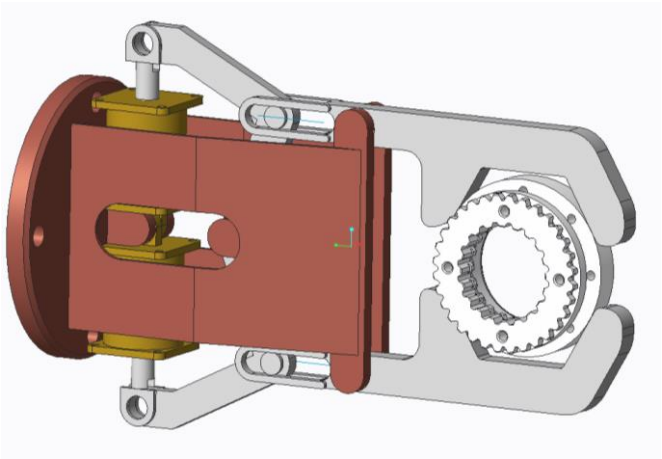


Рисунок 3.16 – Сжатое состояние

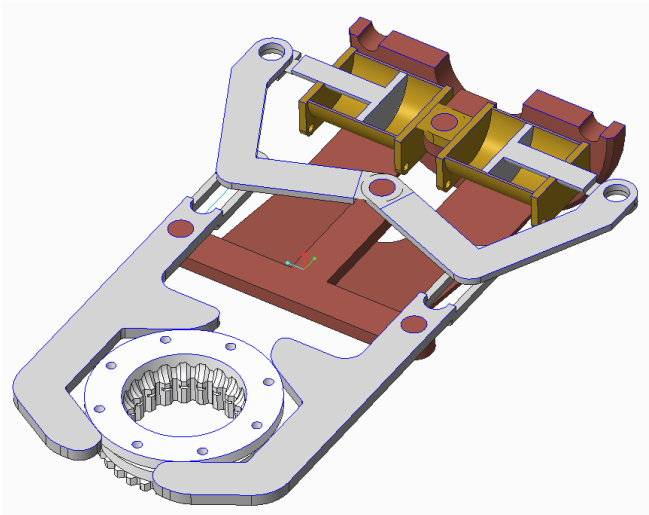


Рисунок 3.16 – Внешний вид схвата с сечением

3.3 Выбор стандартизированного режущего инструмента.

Для выполнения современных операций металлообработки на станках с ЧПУ в условиях гибкого производства необходим высокопроизводительный инструмент, простой в конструкции и универсальный в применении. Режущие инструменты для операций выбираем из каталога. Оценив предложения наиболее известных производителей режущего инструмента делаем свой выбор на компании ISCAR. ISCAR предлагает широкий ассортимент режущих инструментов для различной механической обработки, отвечающий высочайшим требованиям производства в широком спектре форм и размеров обрабатываемых деталей.

Для токарной обработки наружного точения, растачивания и подрезки торца детали выбираем резец оснащённый сменными неперетачиваемыми твердосплавными пластинами. Это обеспечит многократное использование державки, что значительно уменьшит стоимость инструмента повысит его качество и надежность, устранит переточки, которые в свою очередь сократят заточное оборудование, что приведет к уменьшению площади на их размещение и число рабочих—заточников, а также сократит время смены инструмента и даст возможность в последующем упрочнить пластины для повышения качества пластин, интенсификации режимов резания и повышение производительности труда.

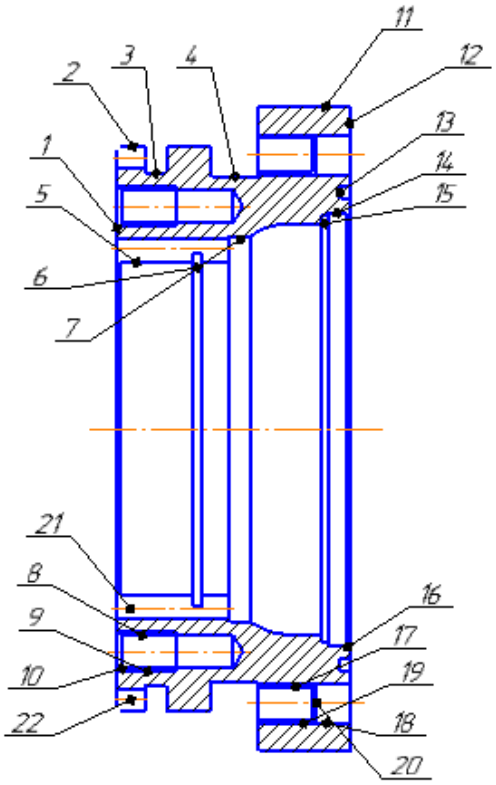


Рисунок 3.17 – Обозначение обрабатываемых поверхностей

Для обработки поверхности 1, 2, 11, 12 принимаем державку ISCAR MWNL 3232P-13W (рисунок 3.18) и пластину ISCAR WNMG 080412-TNM (T15K6) (рисунок 3.19). Будет происходить точение и подрезка торцев заготовки, в размеры 70.

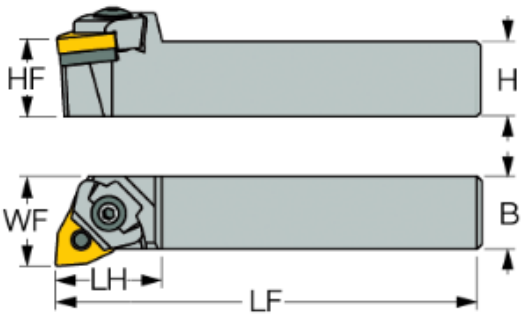


Рисунок 3.18 – Эскиз резца ISCAR MWNL 3232P-13W

Таблица 9 – Габаритные размеры резца.

H, мм	B, мм	HF, мм	LF,мм	LH,мм	WF	GAMP	GAMF
32	32	32	170	45	40	-6	-6

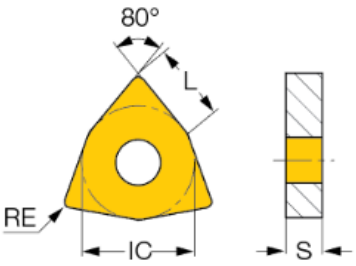


Рисунок 3.19 – Эскиз пластины ISCAR WNMG 080412-TNM

Таблица 10 – Габаритные размеры пластины.

L	IC	S,	Rε, °	ft, мин	ft, мах	ap
8.7	12.70	4,76	0,8	0.25	0.45	2.0

Для обработки поверхности 3, 4 принимаем державку ISCAR TGDL 2525-6M (рисунок 3.20) и пластину ISCAR WNMG 080412-TNM (T15K6) (рисунок 3.21). Будет происходить прорезание канавок.

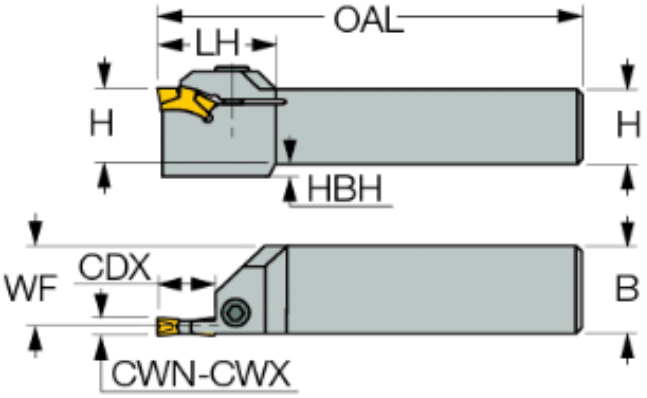


Рисунок 3.20 – Эскиз резца ISCAR TGDL 2525-6M

Таблица 11 – Габаритные размеры резца.

CWN	CWX	CDX	H	B	OAL	LH	WF
6	6.35	22	25	25	150	43	22.5

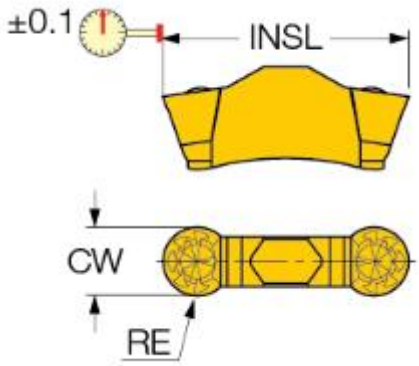


Рисунок 3.21– Эскиз пластины ISCAR WNMG 080412-TNM

Таблица 12 – Габаритные размеры пластины.

CW	RE	INSL	ap min	ap max	ft min	ft max	fg min	fg max	CDX
6	3	22.15	0.0	3.0	0.24	0.5	0.13	0.25	18.3

Для обработки поверхности 5, 14, 15 принимаем резец ISCAR S20S PQNL-09 (рисунок 3.22) и пластину ISCAR WNMG 080412-TNM (T15K6) (рисунок 3.23). Будет происходить растачивание отверстия.

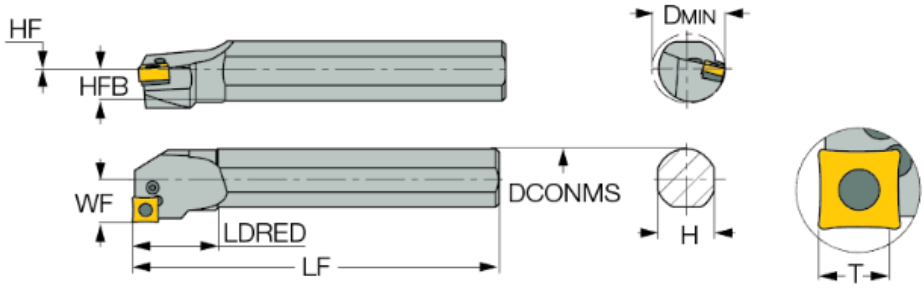


Рисунок 3.22 – Эскиз резца ISCAR S20S PQNL-09

Таблица 13 – Габаритные размеры резца.

DCONMS	LF	LDRED	H	HFB	WF	T	DMN	GAMP	GAMP
20	250	40	18	9	13	6.5	25	-6	-12

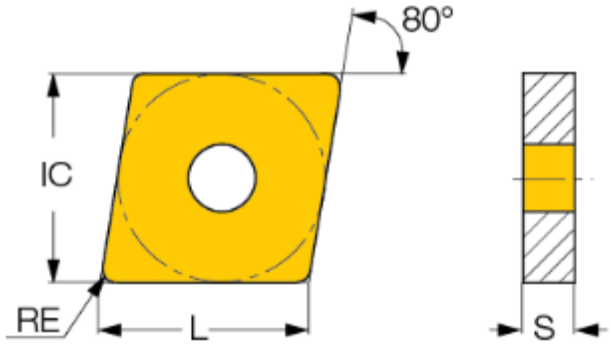


Рисунок 3.23 – Эскиз пластины ISCAR WNMG 080412-TNM

Таблица 14 – Габаритные размеры пластины.

L	IC	S,	Rε, °	ft, мин	ft, max	ap min	ap max
12,9	12.70	4,76	0,2	0.07	0.25	0,45	3.5

Для обработки поверхности 6, 7 принимаем резец ISCAR GEHIL 16-20-3-T8 (рисунок 3.24) и пластину ISCAR GEPI 2.70-020 (T15K6) (рисунок 3.25).

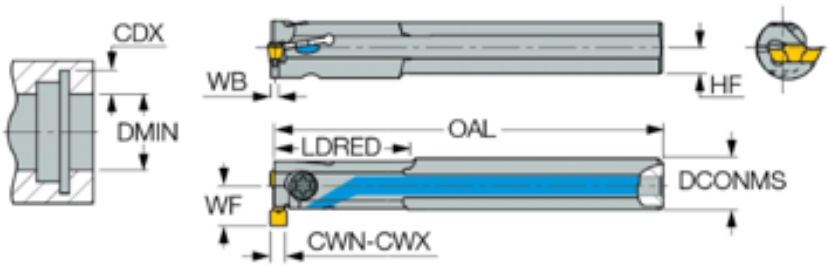


Рисунок 3.24– Эскиз резца ISCAR GEHIL 16-20-3-T8

Таблица 15 – Габаритные размеры резца.

CWN	CWX	CDX	DCONMS	Dmin	OAL	LDRED	WF	WB	HF
2.4	3.2	8	16	20	160	40	16.1	2.0	7.5

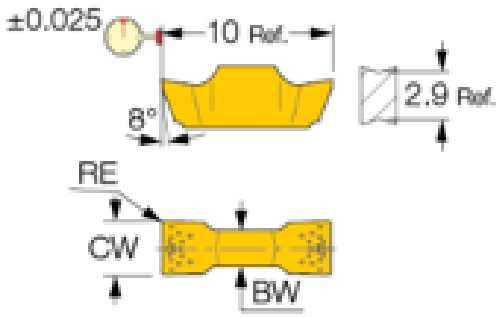


Рисунок 3.25 – Эскиз пластины ISCAR GEPI 2.70-020

Таблица 16 – Габаритные размеры пластины.

CW	RE	BW	ap min	ap max	ft min	ft max	fg min	fg max	CDX
2.7	0.2	2.2	0.25	1.2	0.09	0.12	0.05	0.08	9.0

Для обработки поверхности 8 и снятия фаски 9 принимаем сверло ISCAR DCM 100-050-16A-5D (рисунок 3.26) и пластину Iscar IDI 068-SG (T15K6) (рисунок 3.27). Будет происходить сверление Ø10.2

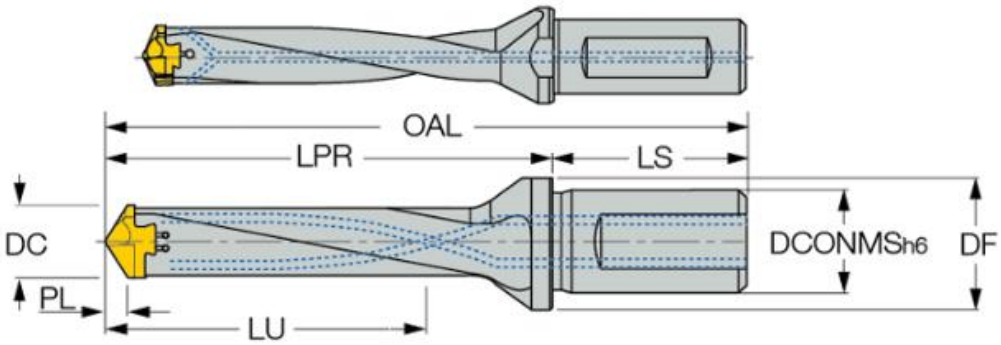


Рисунок 3.26– Эскиз сверло ISCAR DCM 100-050-16A-5D

Таблица 17 – Габаритные размеры резца.

DCN	DCX	LU	DCONMS	DF	LPR	LS	SSC	PL	OAL
10.2	50	8	16	20	64	48	10	1.82	112.0

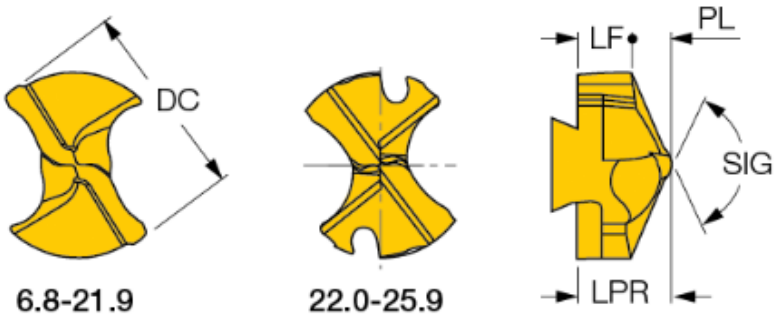


Рисунок 3.27 – Эскиз пластины ISCAR GEPI 2.70-020

Таблица 18 – Габаритные размеры пластины.

DC	LPR	SSC	PL	LF
10.2	5.3	10	1.86	3.44

Для обработки поверхности 10 принимаем метчик ISCAR TPF M-12X1.25-F (рисунок 3.28). Будет происходить нарезание резьбы М12-6Н.

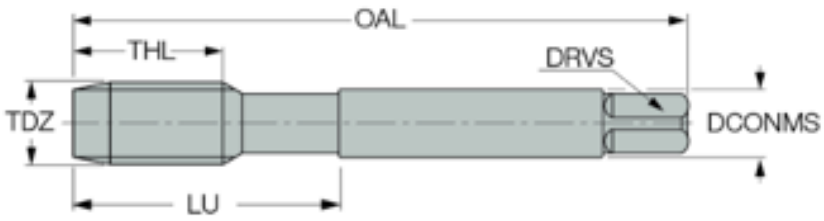


Рисунок 3.28 – Эскиз метчик ISCAR TPF M-12X1.25-F

Таблица 19 – Габаритные размеры резца.

TDZ	TP	OAL	THL	LU	DCONMS	NOF	DRVS	Pre-hole
M12	1.25	110	24	-	9	5	7	11.20

Для обработки поверхности 13 принимаем резец ISCAR GHDL 20-4 (рисунок 3.29) и пластину ISCAR GIF 4.00E-0.40 (Т15К6) (рисунок 3.30). Будет происходить прорезание канавки.

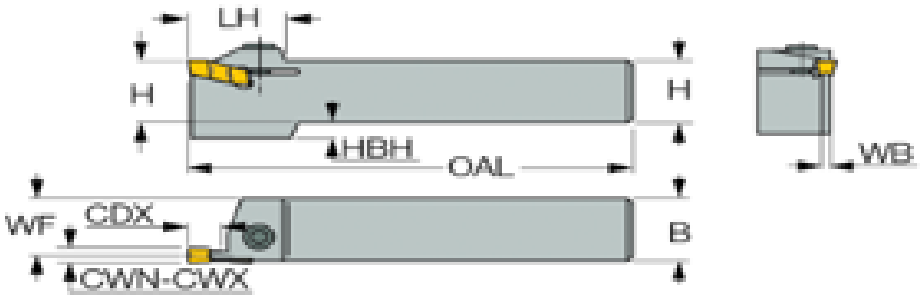


Рисунок 3.29 – Эскиз резца ISCAR GHDL 20-4

Таблица 20 – Габаритные размеры резца.

CWN	CWX	CDX	DCONMS	Dmin	OAL	LH	WF	WB
4	5	10	20	20	120	26	18,4	3,2

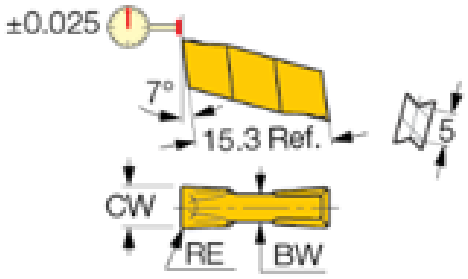


Рисунок 3.30 – Эскиз пластины ISCAR GIF 4.00E-0.40

Таблица 21 – Габаритные размеры пластины.

CW	RE	RET OL	BW	ap min	ap max	ft min	ft max	fg min	fg max	CDX
4	0.4	0.03	3.2	0.5	2.4	0.18	0.24	0.09	0.15	13

Для обработки поверхности 17 принимаем сверло ISCAR SCD 107–040-120 AP3N (рисунок 3.31). Будет происходить сверление Ø10.7

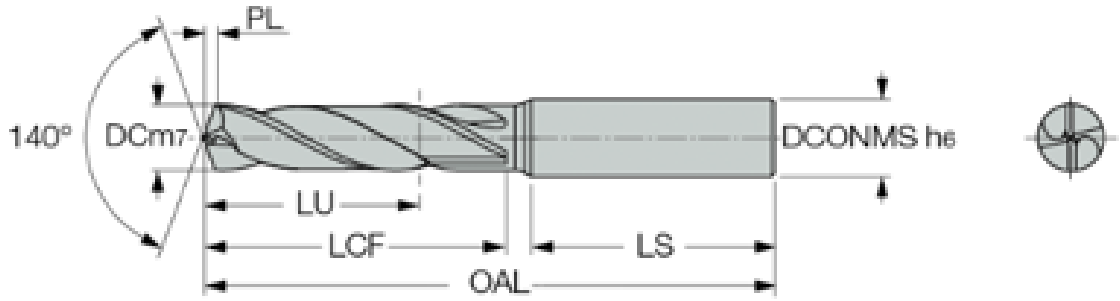


Рисунок 3.31 – Эскиз сверло ISCAR SCD 107–040-120 AP3N

Таблица 22 – Габаритные размеры резца.

DC	LU	DCONMS	LCF	LS	PL	OAL
10.7	40	12	55	45	1.7	101.0

Для обработки поверхности 20 принимаем зенкер ISCAR MM ECD-12X90-2T08 (рисунок 3.32) и державка ISCAR MM SA-L130 (рисунок 3.33). Будет происходить зенкование Ø11.8 на длину 10H16.

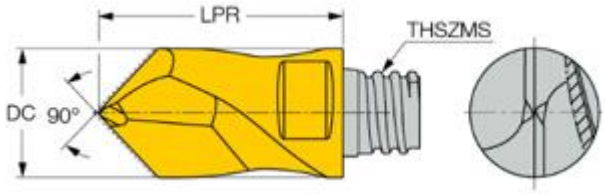


Рисунок 3.31 – Эскиз зенкер ISCAR MM ECD-12X90-2T08

Таблица 23 – Габаритные размеры.

DC	LPR	THSZMS
12	23	T08

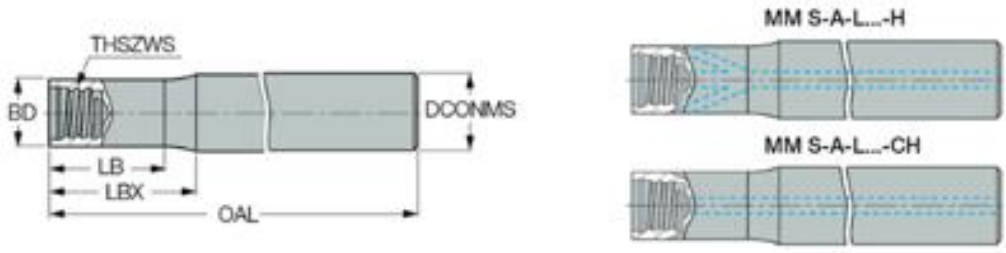


Рисунок 3.32 – Эскиз державка ISCAR MM SA-L130

Таблица 24 – Габаритные размеры державки MM SA-L130

THSZWS	DCONMS	BD	LB	LBX	OAL
T08	12	11.5	78	80	13

Для обработки поверхности 19 принимаем развертку ISCAR RM-SHR-1200-H7S-CS-CH (рисунок 3.33). Будет происходить развертывание ∅12 на длину 10H16.

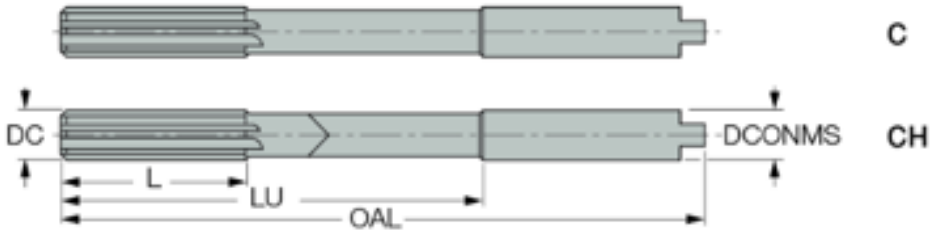


Рисунок 3.33 – Эскиз развертки ISCAR RM-SHR-1200-H7S-CS-CH

Таблица 25 – Габаритные размеры развертки ISCAR RM-SHR-1200-H7S-CS-CH

DC	DCONMS	LU	L	NOF	OAL
12	10	105	44	6	151

Для долбежной обработки применяется долбяк 2540-0013 А ГОСТ 9323–79 (рисунок 3.34). На операции долбятся эвольвентные шлицы, на наружней части детали «Муфта»

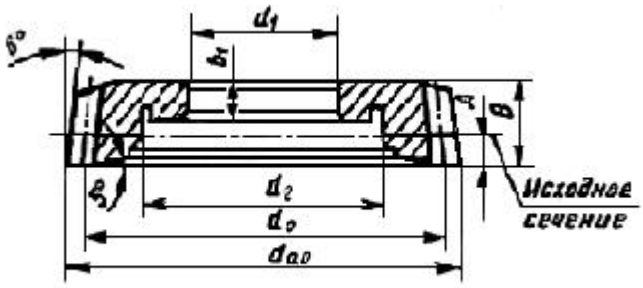


Рисунок 3.34 – Эскиз долбяка 2540-0013 А ГОСТ 9323–79

Таблица 26 – Габаритные размеры долбяк 2540-0013 А ГОСТ 9323–79

do	d1	m	z	Профильный угол исходного контура
75	31,75	5	15	30°

Для протяжной операции внутреннего отверстия применяется специальный режущий инструмент. Расчет эвольвентной шлицевой протяжки представлен в п. 3.4.

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента.

3.4.1 Расчёт и проектирование эвольвентной шлицевой протяжки.

Исходные данные.

Спроектировать протяжку для обработки шлицевого эвольвентного отверстия $110 \times 5 \times 20$ ГОСТ 6033-51 (Рисунок 3.35).[11]

1. Заготовка: материал – сталь 40 ХС, НВ=207…285, заготовка – поковка, отверстие по внутреннему диаметру обработано окончательно, $\rangle 100H13^{+0.54}$мм; наружный диаметр шлицевого отверстия $\rangle 110H13^{+0.54}$мм; модуль m=5 мм; число шлицев $n = 20$; профильный угол исходного контура $\alpha_д$=30°; параметр шероховатости боковых поверхностей паза и поверхностей впадин $R_a = 10$ мкм; длина протягивания $l = 28$ мм; делительная окружная ширина впадины $e = 10{,}741^{+0{,}308}_{-0{,}030}$ мм.

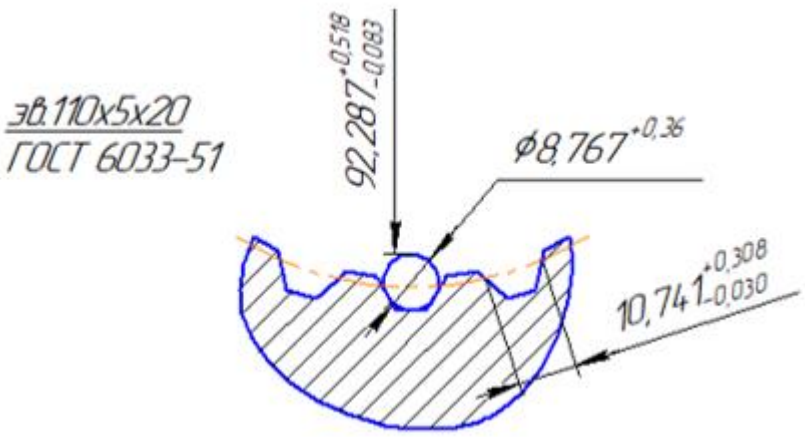


Рисунок 3.35 – Шлицевое отверстие

2. Станок: тип – горизонтально-протяжной, мод. 7Б56; тяговая сила 20 кН; диапазон скоростей V=1,5-11,5 м/мин; длина хода штока $L_{max} = 1600$ мм; патрон – быстросменный автоматический.

3. Характер производства – серийное.

Расчет протяжки:

1. Группа обрабатываемости (табл. П1 приложения) – II.
2. Группа качества (табл. П2 приложения) – III.
3. Марка материала режущей части протяжки (табл. П3 приложения): Р6М5.
4. Конструкцию протяжки принимаем с резьбовым ввертышем, материал хвостовика – сталь 45Х. Конструкцию хвостовика и размеры принимаем по ГОСТ 4044-70 (Рисунок 3.36). Диаметр переднего хвостовика d_1=70e8($^{-0,06}_{-0,106}$) мм, d_2=53c11($^{-0,13}_{-0,29}$) мм, d_3=70 мм, d_4=70($^{-0,5}$) мм, l_1=205($^{-1}$) мм, l_2=l_3=40 мм, l_4=25мм, l_5=l_6=190 мм, r_1=0,6 мм, r_2=4 мм, c=1,5 мм, α=30°.

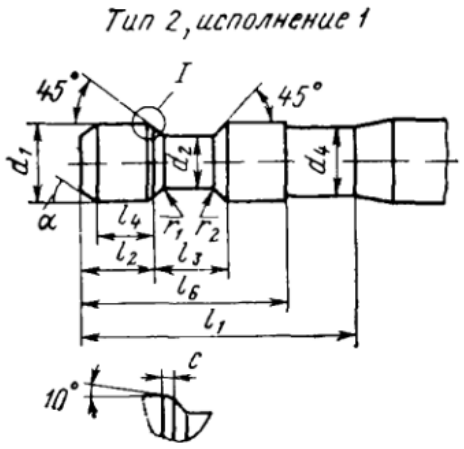


Рисунок 3.36 – Конструктивные элементы хвостовика протяжки

5. Силу, допустимую прочностью переднего хвостовика, рассчитываем по формуле:

$$P_{\text{хв}} = [\sigma]_p \cdot F_{\text{оп}}, \quad (19)$$

где $[\sigma]_p$- допустимое напряжение при растяжении, МПа, $F_{\text{оп}}$ – площадь опасного сечения хвостовика, мм^2. Приняв площадь опасного сечения $F_{\text{оп}} = 2206{,}4$ мм^2 по табл. П4 (стр. 205, [16]) и рекомендуемое напряжение при растяжении $[\sigma]_p$ = 300 МПа;

$$P_{\text{хв}} = 300 \cdot 2206{,}4 = 661920 \text{ Н}$$

6. Передние углы для черновых и переходных зубьев γ=15°, для чистовых и калибрующих γ = 18°;

Задние углы для черновых и переходных зубьев α=3°, чистовых α=2°, калибрующих α=1°.

7. Скорость резания. V=8 м/мин. Такая скорость может быть обеспечена на станке.
8. Определяем подачу черновых зубьев $\boldsymbol{S_{zc}}$. Сначала устанавливает наработку чистовой части $S_{z\text{ч}}$=0,2 мм и V = 8 м/мин, Т=56 м. Для черновых зубьев этой наработке при той же скорости соответствует подача $\boldsymbol{S_{zc}}$ = 0,12 мм. Тм.н.=70м.

9. Глубина стружечной канавки $h = 1.1283\sqrt{3 \cdot 28 \cdot 0.12} = 3.58 \approx$ 4мм, профиль №7.

10. Шаг черновых зубьев t_0 и число одновременно работающих зубьев z_P.

t_0=10 мм.

Число одновременно работающих зубьев рассчитываем по формуле

$$z_p = 28/10+1=3.8 \text{ Округлим до } 3. \quad (20)$$

Максимально допустимая сила резания, ограниченная тяговой силой станка

$$P_{ст} = 0{,}8Q = 0{,}8 \cdot 20\,000 \cdot 9{,}81 = 156\,960 \text{ Н}. \quad (21)$$

Сила резания, ограниченная прочностью хвостовика,

$P_{хв}$ = 661 920 Н.

Величину $P_{оп}$ не рассчитываем, $D_0 > 40$ мм

Максимально допустимой силой считают минимальную из двух рассчитанных:

P_{max} = 156 960 Н.

11. Определяем число зубьев в секции z_c по формуле

$$B_{ш\,max} = e_{max} = 10{,}741$$

$$z_c = \frac{B_{max} \cdot z \cdot q_0 \cdot z_p \cdot K_{рм} \cdot K_{ро} \cdot K_{рк} \cdot K_{рр}}{P_{max}}, \quad (22)$$

где q_0 – осевая сила резания, принимают по табл. П20; поправочные коэффициенты $K_{рм} \cdot K_{ро} \cdot K_{рк} \cdot K_{рр}$ – по табл. П21 приложения.

q_o=249 Н/мм ($S_{zo} = 0{,}12$ мм, γ=15°).

$K_{рм} = 1{,}3$ – зависимость от состояния и твердости обрабатываемого материала;

$К_{ро}$ = 1 – зависимость от вида СОЖ;

$K_{рк} = 1{,}1$ – зависимость от группы качества протягиваемой поверхности;

$K_{рр} = 1$ – зависимость от способа разделения стружки.

$$z_c = \frac{10{,}741 \cdot 20 \cdot 249 \cdot 3 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}1 \cdot 1 \cdot 1}{156960} = 1{,}46$$

Принимаем $z_c = 2$.

12. Распределяем припуск между разными зубьями протяжки.

Припуск на шлицевую часть для протяжки:

$$A_ш = D_{max} - D_{ш1}, \quad (23)$$

$A_ш$=110,54 – 100 = 10,54 мм

Припуск на чистовые, переходные зубья определим по П22, П23.

$A_{ш.ч} = 0{,}08, z_ч = 2;\ A_{ш.п} = 0{,}18, z_п = 4$: два зуба с подачей 0,06 мм и два – 0,03 мм.

Припуск на черновые шлицевые зубья определяем по формуле

$$A_{ш0} = A_ш - (A_{ш.п} + A_{ш.ч}) \quad (24)$$

$$A_{ш0} = 10{,}54 - (0{,}18 + 0{,}08) = 10{,}28$$

13. Находим число групп черновых зубьев i_0, остаточный припуск $A_{ост}$ и распределение его. Число групп черновых зубьев i_0 определяем по формуле:

$$i_0 = \frac{A_{ш0}}{2S_{zc}} \quad (25)$$

Подставив в неё соответствующие значения A_0 и S_{z0}, принятые для каждой части; остаточный припуск находим по формуле:

$$A_{ост} = A_{ш0} - 2S_{zc} \cdot i_0 \quad (26)$$

$$i_0 = \frac{A_{ш0}}{2S_{zc}} = \frac{10{,}28}{2 \cdot 0{,}12} = 42{,}83 \quad (27)$$

$$A_{ост} = 10{,}28 - 2 \cdot 0{,}12 \cdot 42 = 0{,}2 \text{ мм}$$

Добавляем этот припуск на последний черновой зуб №85. В связи с этим $i_0 = 43$.

14. Число всех зубьев протяжки:

$$z_ш = z_{ш.о} + z_{ш.п} + z_{ш.ч} + z_{ш.к} \quad (28)$$

Число переходных зубьев $z_{ш.п} = 4$, число чистовых зубьев $z_{ш.ч} = 2$, число калибрующих зубьев $z_{ш.к} = 3$.

$$z_{ш0} = i_{ш0} \cdot z_{с.ш} = 43 \cdot 2 = 86 \quad (29)$$

$$z_ш = 86 + 4 + 2 + 3 = 95$$

15. Подъемы переходных зубьев $S_{П1} = 0{,}06$ мм, $S_{П2} = 0{,}03$ мм.

Подъемы чистовых зубьев $S_{zч1} = S_{zч2} = 0{,}02$ мм.

16. Определяем длину режущей части протяжки $L_р$ по формуле:

$$L_p = l_{ш} \quad (30)$$

17. Длину шлицевой части находим по формуле:

$$l_{ш} = t_0(z_{шо} + z_{шп}) + t_ч(z_{шч} + z_{шк} - 1), \quad (31)$$

где шаг чистовых зубьев $t_ч = 7$ мм.

$L_p = l_{ш} = 10 \cdot (86 + 4) + 8 \cdot (2 + 3 - 1) = 932$ мм

18. Силу протягивания на шлицевой части протяжки рассчитываем по формуле:

$$P_{ш} = \frac{B_{шmax} z q_0 z_p K_p}{z_{с.ш}} = \frac{10{,}741 \cdot 20 \cdot 249 \cdot 3 \cdot 1}{2} = 80235{,}27 \text{ Н} \quad (32)$$

19. Диаметры калибрующих зубьев принимаем равными соответственно диаметру шлицевого отверстия:

$D_{к.к}$=110,54 мм (допуски назначаем по ГОСТ 6767-79).

Диаметр впадин шлицевых зубьев принимаем равными $D_{в.ш}$=100f9 мм.

20. Число выкружек шлицевых зубьях равна числу шлицев $N_ф$ = 20.

Ширину режущих лезвий на прорезных шлицевых зубьях определяем по формуле:

$$B_{шmin} = D_{fmax}\left(\frac{S_p}{d} + inv\alpha_d - inv\alpha_i\right), \quad (33)$$

где

$$D_{fmax} = 110{,}54 \text{ мм};$$

$d = mz = 100$ мм;

$S_p = 10{,}741$ мм; $inv\alpha_d = 0{,}053$;

$$\alpha_i = arccos\frac{d\ cos\alpha_d}{D_{max}} = arccos\frac{100 \cdot 0{,}866}{110{,}54} = 38{,}5°;$$

$inv\alpha_i = 0{,}01$;

$$B_{шmin} = 110{,}54\left(\frac{10{,}741}{100} + 0{,}053 - 0{,}01\right) = 16{,}63 \text{ мм}$$

Ширина режущего сектора: $Б_ш = 0{,}5\frac{B_{шmin} + B_{шmax}}{2} = 0{,}5\frac{16{,}63 + 10{,}741}{2} = 6{,}842$ мм.

Примем $Б_ш = 7$ мм. Выкружки на чситовых и калибрующих зубьях не делаем.

Ширина выкружек определяют приближенно по формуле:

$$a_{ш} = \frac{\pi D}{N} - Б_{ф} = \frac{3{,}14 \cdot 100}{20} - 7 = 8{,}7 \text{ мм} \quad (34)$$

$R_к$= 30 мм, $R_в$=36 мм.

21.Диаметр и длина передней направляющей.

$$D_{п.н.} = 100{,}2e8(^{-0.072}_{-0.126}) \text{ мм.}$$

$$l_{п.н.} = 95 \text{ мм.}$$

22.Длина переходного конуса принимаем $l_п$=30мм.

23.Расстояние от переднего торца протяжки до первого зуба:

$$L1=l1+l2+l3+l+25= 205+25+40+28+25=323 \text{ мм} \quad (35)$$

Согласно рекомендациям l_1 принимают в зависимости от диаметра хвостовика равным 205 мм, l2 и l3 в зависимости от станка l2=25 мм, l3= 40 мм.

24.Диаметр задней направляющей принимаем равной диаметру впадины шлицев протяжки: Dз.н.= Dв.ш.= $100d9^{-0.036}_{-0.123}$ мм.

Длину задней направляющей $l_{зн}$= 70 мм, фаска с=2,5мм.

Диаметр заднего хвостовика принимаем по ГОСТ 4044-70, равным диаметру переднего хвостовика $D_{з.хв.}$=70 мм, длина заднего хвостовика $l_{з.хв}$=140мм.

Общую длину протяжки определяем по формуле:

$$L=L1+Lp+lз.н.+lз.хв. =323 +932 + 70 + 140 = 1465 \approx 1470 \text{ мм.} \quad (36)$$

Уменьшили $l_{зн}$= 69 мм.

25.Общая длина протяжки не должна превышать длины, допустимой жесткостью протяжки:

$$L=(30 \div 40)D \quad (37)$$

L/D=1470/100 = 14,7 < 30. Протяжка жесткая.

Материал протяжки — сталь Р6М5, материал хвостовиков — сталь 45Х; у режущей части и задней направляющей HRCa 62—66, у передней направляющей HRCb 60—65, у хвостовиков HRC* 42-56.

Чертеж протяжки изображен на формате А1, размеры зубьев по роликам рассчитаны в таблице 18, номера и диаметры зубьев протяжки в таблице 27.

Таблица 27 – Диаметры зубьев протяжки

№ зубьев	D, мм	№ зубьев	D, мм	№ зубьев	D, мм	№ зубьев	D, мм
1	100,24	31	103,84	61	107,44	91	110,50
2	100,20	32	103,80	62	107,40	92	110,54
3	100,48	33	104,08	63	107,68	93	110,54
4	100,44	34	104,04	64	107,64	94	110,54
5	100,72	35	104,32	65	107,92	95	110,54
6	100,68	36	104,28	66	107,88		
7	100,96	37	104,56	67	108,16		
8	100,92	38	104,52	68	108,12		
9	101,20	39	104,80	69	108,40		
10	101,16	40	104,76	70	108,36		
11	101,44	41	105,04	71	108,64		
12	101,40	42	105,00	72	108,60		
13	101,68	43	105,28	73	108,88		
14	101,64	44	105,24	74	108,84		
15	101,92	45	105,52	75	109,12		
16	101,88	46	105,48	76	109,08		
17	102,16	47	105,76	77	109,36		
18	102,12	48	105,72	78	109,32		
19	102,4	49	106,00	79	109,60		
20	102,36	50	105,96	80	109,56		
21	102,64	51	106,24	81	109,84		
22	102,60	52	106,20	82	109,80		
23	102,88	53	106,48	83	110,08		
24	102,84	54	106,44	84	110,04		
25	103,12	55	106,72	85	110,28		
26	103,08	56	106,68	86	110,24		
27	103,36	57	106,96	87	110,40		
28	103,32	58	106,92	88	110,36		
29	103,60	59	107,20	89	110,46		
30	103,56	60	107,16	90	110,42		

3.4.2 Расчет корригированного профиля.

Для получения правильного профиля и требуемых размеров впадин шлица, корректируют профиль абразивного круга, с помощью которой шлифуют протяжку.

Для начала находят 3 точки эвольвенты – две крайние и одну промежуточную. Затем, приняв определенное значение подьема заднего хвостовика, находят их новые координаты.

$z_{ш.к}$ и $z_{ш.ч}$ не участвуют в формировании профиля протяжки.

Примем для расчета диаметры трех точек:

$D_1 = 100{,}24$ мм – наружный диаметр первого зуба

$D_2 = 105{,}28$ мм – наружный диаметр №43 зуба

$D_3 = 110{,}28$ мм – наружный диаметр №85 зуба

$$x_i = R_i \sin(\theta_0 + \theta_i); \qquad y_i = R_i \cos(\theta_0 + \theta_i); \qquad (38)$$

θ_0 – угол между осью OY и радиусом–вектором начальной точки эвольвенты;

$$\theta_0 = \frac{\pi}{z} - \frac{S_p}{d} - inv\alpha_д; \qquad (39)$$

θ_i – полярный угол эвольвенты в точке i_0;

$$\theta_i = tg\alpha_i - \alpha_i = inv\alpha_i; \qquad (40)$$

α_i – угол давления в точке i, $cos\alpha_i = \frac{d_в}{D_i}$; $d_в = mzcos\alpha_д = 86{,}6$

$$\theta_0 + \theta_i = 57{,}29578\left(\frac{\pi}{z} - \frac{S_p}{d} - inv\alpha_д - inv\alpha_i\right); \qquad (41)$$

$cos\alpha_1 = \frac{d_в}{D_1} = \frac{86{,}6}{100{,}24} = 0{,}86393$; $\alpha_1 = 30°24'$; $inv\alpha_1 = 0{,}055155$;

$cos\alpha_2 = \frac{d_в}{D_2} = \frac{86{,}6}{105{,}28} = 0{,}82257$; $\alpha_2 = 34°66'$; $inv\alpha_2 = 0{,}08647$;

$cos\alpha_3 = \frac{d_в}{D_3} = \frac{86{,}6}{110{,}28} = 0{,}78527$; $\alpha_3 = 38°25'$; $inv\alpha_3 = 0{,}12075$;

$$\theta_0 = \frac{3{,}14}{20} - \frac{10{,}741}{100} - 0{,}053 = 0{,}00416 \text{ рад.}$$

$\theta_0 + \theta_1 = 57{,}29578 \cdot (0{,}00416 + 0{,}055155) = 3{,}3985°$;

$\theta_0 + \theta_2 = 57{,}29578 \cdot (0{,}00416 + 0{,}08647) = 5{,}1927°$;

$\theta_0 + \theta_3 = 57{,}29578 \cdot (0{,}00416 + 0{,}12075) = 7{,}1568°$;

$x_1 = R_1 \sin(\theta_0 + \theta_1) = 50{,}12\ sin3{,}3985° = 2{,}971126$ мм;

$y_1 = R_1 \cos(\theta_0 + \theta_1) = 50{,}12\ cos3{,}3985° = 50{,}03185$ мм;

$x_2 = R_2 \sin(\theta_0 + \theta_2) = 52{,}64\ sin5{,}1927° = 4{,}764219$ мм;

$y_2 = R_2 \cos(\theta_0 + \theta_2) = 52{,}64\ cos5{,}1927° = 52{,}42396$ мм;

$x_3 = R_3 \sin(\theta_0 + \theta_3) = 55{,}14\ sin7{,}1568° = 6{,}869626$ мм;

$y_3 = R_3 \cos(\theta_0 + \theta_3) = 55{,}14\ cos7{,}1568° = 54{,}710398$ мм.

Для определения смещения каждой из взятых точек, необходимо определить смещение на зуб

$$\Delta C = \frac{\Delta y}{1000}\frac{l_0}{z_0} = \frac{\Delta y}{1000}t_0 = \frac{0{,}3}{1000}\cdot 10 = 0{,}003 \text{ мм}$$

$$\Delta y = 0{,}3 \text{ мм}$$

$$C_i = \Delta C(z_i - 1) \qquad (42)$$

За базовый примем зуб №85 – $D_3 = 110{,}28$ мм.

$$C_1 = 0{,}003(85 - 1) = 0{,}252 \text{ мм};$$

$$C_2 = 0{,}003(85 - 43) = 0{,}126 \text{ мм};$$

$$C_3 = 0{,}003(85 - 85) = 0 \text{ мм}.$$

Новые ординаты точек:

$$y_i' = y_i - C_i; \qquad (43)$$

точка $1'$ $y_1' = y_1 - C_1 = 49{,}77985$ мм;

точка $2'$ $y_2' = y_2 - C_2 = 52{,}29196$ мм;

точка $3'$ $y_3' = y_3 - C_3 = 54{,}710398$ мм;

Для упрощения, перенесем начало координат в точку $1'$ и получим новую систему координат.

Новые координаты точек:

$$x_i' = x_i - x_1\ ;\quad y_i'' = y_i' - y_1';$$

точка $1'$ $x_i' = 0;\ y_i' = 0;$

точка $2'$ $x_2' = x_2 - x_1 = 4{,}764219 - 2{,}971126 = 1{,}793093$ мм;

$y_2'' = y_2' - y_1' = 52{,}29196 - 49{,}77385 = 2{,}51811$ мм;

точка $3'$ $x_3' = x_3 - x_1 = 6{,}869626 - 2{,}971126 = 3{,}898499$ мм;

$$y_3'' = y_3' - y_1' = 54{,}710398 - 49{,}77385 = 4{,}936548 \text{ мм}.$$

Определим координаты центра x_0, y_0 и радиус r_1.

$$y_0 = \frac{x_2'[(x_3')^2 + (y_3'')^2] - x_3'[(x_2')^2 + (y_2'')^2]}{2(y_3'' x_2' - y_2'' x_3')};$$

$$x_0 = \frac{(x_2')^2 + (y_2'')^2 - 2y_2'' y_0}{2x_2'};$$

$$r_1 = \sqrt{{x_0}^2 + {y_0}^2}.$$

$$y_0 = -17{,}45538 \text{ мм};\ \ x_0 = 29{,}84264 \text{ мм};\ , r_1 = 34{,}572726 \text{ мм}.$$

Для проверки, необходимо определить отклонения от окружности в двух точках профиля, которые не учитывали при расчете параметров окружности.

$D_4 = 102{,}64$ мм – наружный диаметр №21 зуба

$D_5 = 108{,}64$ мм – наружный диаметр №71 зуба

$cos\alpha_4 = \frac{d_в}{D_4} = \frac{86{,}6}{102{,}64} = 0{,}84373;\ \alpha_2 = 32°46';\ inv\alpha_4 = 0{,}06955;$

$cos\alpha_5 = \frac{d_в}{D_5} = \frac{86{,}6}{110{,}28} = 0{,}79713;\ \alpha_3 = 37°14';\ inv\alpha_5 = 0{,}1092;$

$\theta_0 + \theta_4 = 57{,}29578 \cdot (0{,}00416 + 0{,}06955) = 4{,}2233°$;

$\theta_0 + \theta_5 = 57{,}29578 \cdot (0{,}00416 + 0{,}1092) = 6{,}4951°$;

$x_4 = R_4 \sin(\theta_0 + \theta_4) = 51{,}32\ sin4{,}2233° = 3{,}7794$ мм;

$y_4 = R_4 \cos(\theta_0 + \theta_4) = 51{,}32\ cos4{,}2233° = 51{,}18065$ мм;

$x_5 = R_5 \sin(\theta_0 + \theta_5) = 54{,}32\ sin6{,}4951° = 6{,}14458$ мм;

$y_5 = R_5 \cos(\theta_0 + \theta_5) = 54{,}32\ cos6{,}4951° = 53{,}97135$ мм;

$$C_4 = 0{,}192 \text{ мм};\ C_5 = 0{,}042 \text{ мм};$$

$$\text{точка } 4'\ \ y_4' = y_4 - C_4 = 50{,}98865 \text{ мм};$$

$$\text{точка } 5'\ \ y_5' = y_5 - C_5 = 53{,}92935 \text{ мм};$$

$$\text{точка } 4'\ \ x_4' = x_4 - x_1 = 3{,}7794 - 2{,}971126 = 0{,}808274 \text{ мм};$$

$$y_4'' = y_4' - y_1' = 50{,}98865 - 49{,}77385 = 1{,}2148 \text{ мм};$$

$$\text{точка } 5'\ \ x_5' = x_5\ - x_1\ = 6{,}14458 - 2{,}971126 = 3{,}173454 \text{ мм};$$

$$y_5'' = y_5' - y_1' = 53{,}92935 - 49{,}77385 = 4{,}1555 \text{ мм}.$$

$$p_i = \sqrt{({x_i}' - x_0)^2 + ({y_i}'' - y_0)^2};$$

$$p_4 = \sqrt{(0{,}808274 - 29{,}84264)^2 + (1{,}2148+17{,}45538)^2} = 34{,}51913 \text{ мм};$$

$$p_5 = \sqrt{(3{,}173454 - 29{,}84264)^2 + (4{,}1555 + 17{,}45538)^2} = 34{,}32602 \text{ мм}.$$

$$\Delta p_4 = -0{,}053596$$

$$\Delta p_5 = -0{,}246706$$

Координаты центра заменяющей окружности

$$x_0{}' = 32{,}813766 \text{ мм};$$

$$y_0{}' = 32{,}31847 \text{ мм}.$$

3.4.3 Расчет размеров по роликам при коррекции профиля по дуге окружности

Боковой профиль зубьев протяжки контролируют размером по роликам. Контроль производят двумя или тремя роликами разных диаметров, которые касаются точек профиля впадины между двумя соседними зубьями на разной высоте. Размеры по роликам рассчитывают для последнего чернового зуба или зуба, принятого за базовый. Размер по роликам изменяется на удвоенное значение смещения для данного зуба относительно базового.

Для контроля профиля используют координаты точек 2, 4 и 5, найденные раньше.

$x_2 = 4{,}764219$ мм; $x_4 = 3{,}7794$ мм; $x_5 = 6{,}14458$ мм;

Расчет роликов:

$$r_{pi} = \frac{r_1 x_i}{x_0' - x_i}. \quad (44)$$

$$r_{p2} = \frac{r_1 x_2}{x_0' - x_2} = \frac{34{,}572726 \cdot 4{,}764219}{32{,}813766 - 4{,}764219} = 5{,}87218 \text{ мм};\ d_{p2} = 11{,}74 \text{ мм};$$

$$r_{p4} = \frac{r_1 x_4}{x_0' - x_4} = \frac{34{,}572726 \cdot 3{,}7794}{32{,}813766 - 3{,}7794} = 4{,}5 \text{ мм};\ d_{p4} = 9 \text{ мм};$$

$$r_{p5} = \frac{r_1 x_5}{x_0' - x_5} = \frac{34{,}572726 \cdot 6{,}14458}{32{,}813766 - 6{,}14458} = 7{,}9656 \text{ мм};\ d_{p5} = 15{,}9 \text{ мм};$$

Для измерения примем стандартные ролики:

$D_{p2} = 12$ мм; $D_{p4} = 9$ мм; $D_{p5} = 16$ мм.

Размер по роликам на последнем черновом зубе определяем по формулам:

$M_i = 2y'_0 + l_i + D_{pi}$ – для четного числа зубьев (45)

$M_i = 2(y'_0 + l_i)cos\frac{90°}{z} + D_p$ – для нечетного числа зубьев (46)

$$l_i = \sqrt{(r_1 + R_{pi})^2 - (x'_0)^2} \quad (47)$$

Для точек 2, 4 и 5:

$$l_2 = 23{,}86216 \text{ мм};\ \ l_4 = 21{,}21166 \text{ мм};\ \ l_5 = 27{,}12368 \text{ мм}.$$

$$M_2 = 124{,}2863 \text{ мм};\ M_4 = 115{,}76089 \text{ мм};\ M_5 = 134{,}85521 \text{ мм}.$$

Для проверки т.4 возьмем точки близлежащие к диаметрам зубьев №21, используем зуб №25, наружный диаметр больше на 0,48 мм. Для проверки т.2 используем зуб №47, также зуб №75.

$$M_z = M_i \pm C_i, \quad (48)$$

где M_z – размер по роликам на контролируемом зубе протяжки.

Знак «+» – ролик передвигается вдоль протяжки в сторону переднего хвостовика от базового зуба;

Знак «–» – ролик движется на чистовые или калибрующие зубья.

Для зуба №25 в точке, соответствующей точке 4,

$$M_{4-25} = M_4 + 2C_{30} = 115{,}76089 + 2 \cdot 0{,}003(85 - 25) = 116{,}12089 \text{ мм};$$

Для зуба №47

$$M_{4-47} = M_4 + 2C_{47} = 115{,}76089 + 2 \cdot 0{,}003(85 - 47) = 115{,}98889 \text{ мм};$$

$$M_{2-47} = M_2 + 2C_{47} = 124{,}2863 + 2 \cdot 0{,}003(85 - 47) = 124{,}5143 \text{ мм};$$

Для зуба №75

$$M_{4-75} = M_4 + 2C_{77} = 115{,}76089 + 2 \cdot 0{,}003(85 - 75) = 115{,}80889 \text{ мм};$$

$$M_{2-75} = M_2 + 2C_{77} = 124{,}2863 + 2 \cdot 0{,}003(85 - 75) = 124{,}3343 \text{ мм};$$

$$M_{5-75} = M_5 + 2C_{77} = 134{,}85521 + 2 \cdot 0{,}003(85 - 75) = 134{,}90321 \text{ мм};$$

Проверочный расчет (не касается ли ролик дна впадины)

$$M_i - 2D_p > D_{\text{в.ш.}} \quad (49)$$

Для зуба №25 при ролике наименьшего диаметра $D_{p4} = 9$ мм

$$116{,}12089 - 18 = 98{,}12089;\ D_{\text{в.ш.}} = 100$$

$$K = \frac{(D_{\text{в.ш.}} - 2C_i) - (M_i - 2D_p)}{2} + \delta \qquad (50)$$

δ – гарантированный зазор между роликом и дном впадины, $\delta = 0{,}1 \div 0{,}3$ мм.

$$K = \frac{99{,}88 - 2 \cdot 0{,}003(25-1) - 98{,}12089}{2} + 0{,}2 = 1{,}007555 \text{ мм}.$$

Размер ролика от образующей до лыски $K_1 = 7{,}99 \approx 8$ мм.

$L_y = L - L_1 + (t - b) - l_{\text{з.хв}} = 1470 - 323 - (10 - 3{,}5) - 140 = 1013{,}5$ мм

Округлим $L_y = 1020$ мм.

Подъем заднего хвостовика $C = \frac{\Delta y}{1000} L_y = 0{,}306$ мм.

3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля.

3.5.1 Выбор стандартизированного измерительного оборудования

Контролируемые параметры и измерительный инструмент представлены в таблице 28.

70; 28±1,05; ⟩106(+0,54); ⟩150(–1,6); ⟩170; ⟩	ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
⟩10,2; ⟩12	Пробка 10,2Н13 ГОСТ 4810-69; Пробка М12-6Н ГОСТ 17758-72;

Для контроля линейных и диаметральных размеров данной детали на операциях используются штангенциркуль: ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 и ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 (рисунок 3.30).

Для контроля отверстий используют: калибр-пробки (рисунок 3.31)

Рисунок 3.38 – ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 и ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89

Рисунок 3.39 – Калибр-пробка с ПР и не ПР отверстиями

3.5.1 Выбор модели контрольно-измерительной машины

Мировыми лидерами в производстве и поставках оборудования для операции автоматизированного контроля являются такие фирмы, как:

Wenzel;

Carl Zeiss;

DEA;

Основные критериями выбора определённой модели контрольно-измерительной машины (далее – КИМ) являются:

1. величина рабочей зоны;
2. тип компоновки (мостовой, портальный и т.д.);
3. система координат.

Координатно-измерительные машины позволяют определить геометрические параметры, физические характеристики и математическую модель формы изделия. Основными критериями выбора определённой модели контрольно-измерительной машины (далее – КИМ) являются:

1. величина рабочей зоны;
2. погрешность измерения;
3. система координат.

Исходя из формы детали «Муфта» более удобно использование КИМ с прямоугольной системой координат. Деталь в приспособление имеет следующие габариты: ⟩200мм×100мм. По этим данным были подобраны 3 контрольно-измерительные машины.

ZEISS MICURA (рисунок 3.40) задает стандарт для компактного класса. Несмотря на компактные размеры, машина ZEISS MICURA бескомпромиссно точна. ZEISS MICURA в стандартной комплектации поставляется со сканирующим датчиком VAST XT gold от ZEISS и технологией navigator.

Рисунок 3.40 – КИМ ZEISS MICURA

Датчик ZEISS VAST XT gold (рисунок 3.41) обеспечивает высокоскоростное сканирование – до 200 точек измерения в секунду. В результате точно и быстро определяются геометрические элементы детали, а также параметры формы и положения, такие как круглость и плоскостность. На датчик можно устанавливать щупы очень малого размера. Диаметр наименьшего щупа составляет всего 0,3 мм.

Рисунок 3.42 – Датчик ZEISS VAST XT

Технология VAST navigator входит в стандартную комплектацию машины ZEISS MICURA. Она автоматически выбирает оптимальную скорость измерения, гарантирующую точность и одновременно значительно сокращающую продолжительность сканирования. На участках, требующих повышенной точности, машина ZEISS MICURA несколько снижает скорость движения. На простых контурах или при меньших требованиях к точности скорость повышается. Технология navigator также экономит время за счет тангенциального подхода и сканирования, спирального сканирования и быстрой динамической калибровки щупа.

DEA Global Classic 05.05.05. (рисунок 3.43). Машина Global Classic, оборудованная различными конфигурациями контактных щупов, сочетает производительность и точность с высокой надёжностью работы и нетребовательностью к техническому обслуживанию. Сканирование и поточечное измерение, контактный щуп и оптический сенсор, фиксированная и поворотная

головка щупа, в цехе или в лаборатории, машина Global может всё; благодаря её гибкости и модульной концепции КИМ Global могут быть сконфигурированы под любые требования.

Рисунок 3.43 – КИМ DEA Global Classic

В стандартном комплекте идет измерительная головка PH10M и щупы TP20, TP200 и OTP6M фирмы Renishaw.

Рисунок 3.44 – Датчик Renishaw TP20

Рисунок 3.45 – Щупы Renishaw TP200

Рисунок 3.46 – Датчик Renishaw PH10M

CRYSTA-APEX S544 (рисунок 3.47). Машины -координатные измерительные портальные CRYSTA-Apex являются стационарными машинами и предназначены для измерений геометрических размеров деталей сложной формы, отклонения формы и расположения поверхностей элементов деталей. В комплекте идут также головки Renishaw и базовое программное обеспечение.

Рисунок 3.47 – КИМ CRYSTA-APEX S544

Проанализировав все КИМ, сравним по главным критериям.

Таблица 29 – Сравнение основных технических характеристик КИМ

КИМ	ZEISS MICURA	DEA Global Classic	CRYSTA-APEX S544
Максимально-допустимый диапазон измерений по осям X/Y/Z, мм	500/500/500	500/500/500	500/400/400
Погрешность линейного измерения MPE_P, мкм	0,7	1,4	1,9
Погрешность линейного измерения MPE_E, мкм	0,7 + L/400	1,4+ L/333	1,9+0,3/100

Исходя из данных таблицы выбираем КИМ ZEISS MICURA, так как она имеет оптимальную рабочую зону и сравнительно небольшое значение предельной погрешности.

Достоинства КИМ ZEISS MICURA:

– идеальный КИМ для небольших диапазонов измерения;

– встроенное микропроцессорное управление (векторное управление по 3-м осям) с возможностью регулировки скорости;

–чрезвычайно жесткое исполнение траверсы и пиноли из керамики (термически нечувствительной) с пневматической компенсацией веса по оси Z.

–компактный пульт управления. Джойстики с прогрессивной характеристикой для ручного управления измерительной машиной с возможностью переключения на медленный ход. Возможность эксплуатации в ручном режиме путем разъединения перемещений по осям;

–высокодинамичные сервопривода. Электронный контроль приводов и ограничение усилия по всем осям при столкновении.

Проведем проверку обеспечения точности измерений при использовании данной координатно-измерительной машины для контроля детали «Муфта».

Погрешность диаметрального измерения размера $11^{+0,27}$:

$$\Delta_1 = \pm(0{,}7 + \frac{L}{400}) = \pm(0{,}7 + \frac{11}{400}) = \pm 0{,}725 мкм .$$

Погрешность линейного измерения размера $160_{-0,25}$:

$$\Delta_1 = \pm(0{,}7 + \frac{L}{400}) = \pm(0{,}7 + \frac{160}{400}) = \pm 1{,}1 мкм .$$

Проверка КИМ для измерения отклонения от перпендикулярности 0,3 на длине 76 мм:

$$\Delta_1 = \pm(0{,}7 + \frac{L}{500}) = \pm(0{,}7 + \frac{76}{400}) = \pm 0{,}89 мкм .$$

Координатно-измерительная машина считается пригодной для измерения, если погрешность линейного измерения составляет не более 20% от допуска на измеряемый размер.

$$\frac{\Delta_1}{T_1} = \frac{0{,}00145}{0{,}27} \cdot 100\% = 0{,}54\%,$$

$$\frac{\Delta_2}{T_2} = \frac{0{,}0022}{0{,}25} \cdot 100\% = 0{,}88\%,$$

$$\frac{\Delta_2}{T_2} = \frac{0{,}00178}{0{,}3} \cdot 100\% = 0{,}59\%.$$

Так отношение не превышают 20%, то можем сделать вывод, что выбранная координатно-измерительная машина ZEISS MICURA пригодна для контроля детали «Муфта».

Выбор средств оснащения

Для сбора массива координат точек КИМ должна быть оснащена измерительной головкой (ИГ). В семестровой работе необходимо выбрать неповоротную и поворотную измерительные головки, а также ИН к ним. В качестве ИГ можно использовать базовое оснащения КИМ фирм Zeiss (цена которого входит в стоимость КИМ, а значит не принесёт лишних затрат). Это ИГ VAST XT и RST-P, технические характеристики приведены в таблице 30.

Рисунок 3.48 – Измерительная головка VAST XT

Таблица 30 – Технические характеристики измерительных головок VAST XT и RST-P

Техническая характеристика	VAST XT	RST-P
Методика ощупывания	Активная сканирующая измерительная головка	Измеряющая по отдельным точкам, переключающая измерительная головка
Погрешность линейного измерения, мкм	1,8+ L/300	2,2 + L/300
Интенсивность измерения	до 2 с/точка; до 200т/с (методом сканирования)	до 1,7 с/точка; до 200т/с (методом сканирования)
Длина ИН, макс	500 мм	90 мм
Вес ИН, макс	500 г	10 г
Мин. диаметр измерительной сферы	0,5 мм	0,5 мм

Для измерения детали неповоротной головкой, необходимо подобрать конфигурацию наконечника Т-образной формы. По каталогу Renishaw: «Styli for Zeiss applications», подберём удлинитель под резьбу М5 длинной 30мм, центр для крепления ИН под резьбу М5 и два измерительных наконечника длинной 40мм и диаметром сферы 5мм.

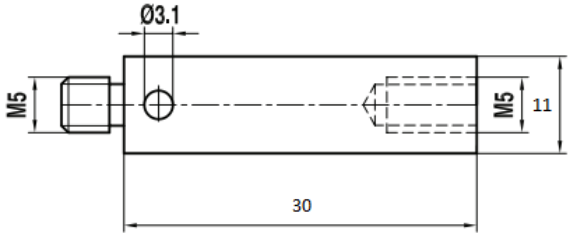


Рисунок 3.49 – Удлинитель стальной А-5555-0950

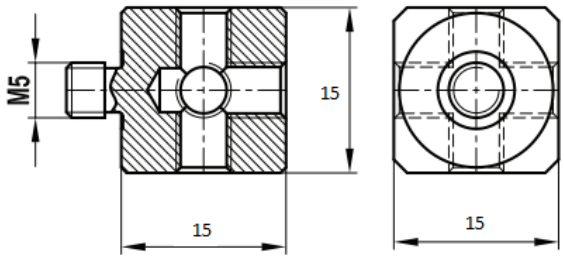


Рисунок 3.50 – Алюминиевый центр звездообразной конфигурации А-5555-0191

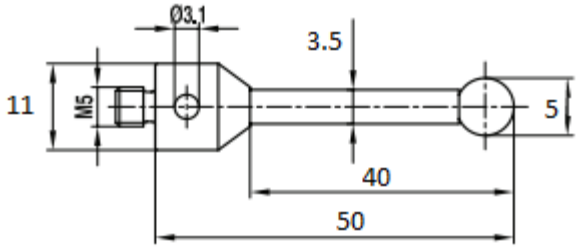


Рисунок 3.51 – Измерительный наконечник А-5555-0024

4. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.

С целью рассмотрения возможности автоматизации технологического процесса проведем анализ проектного варианта технологического процесса, учитывая нижеперечисленные факторы.

4.1 Анализ возможности автоматизации технологического процесса обработки детали.

Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

Технологический процесс детали «Муфта» не предусматривает специальных и слесарных операций. Удаление заусенцев и притупление острых кромок обеспечивается в процессе механической обработки. Базирование заготовки происходит по плоским и цилиндрическим поверхностям.

4.1.1 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

К выбранному в проектном варианте технологического процесса основному оборудованию можно добавить модули автоматической уборки стружки и автоматического открывания-закрывания дверей станков, а также имеется возможность добавления датчиков для наладки и диагностики оборудования и режущего инструмента.

4.1.2 Концентрация переходов на операциях механической обработки.

Переходы на операциях механической обработки сконцентрированы. На первой токарной операции можно обработать 12 поверхностей из 25 и просверлить 4 отверстия из 12. На следующей токарной операции можно обработать 10 поверхностей из 12 оставшихся. На протяжном горизонтальном станке протянуть

эвольвентные шлицы, и на зубодолбежной операции долбить шлицы на наружной поверхности муфты.

4.1.3 Габаритные размеры детали

Габаритные размеры детали: Ø190х70 мм; вес – 6,5 кг. Небольшие габариты и вес позволяют автоматизировать процесс установки и базирования детали с помощью промышленных роботов.

4.1.4 Наличие поверхностей для захвата промышленным роботом

Для автоматизации процесса установки и базирования детали на станке, для перемещения на/со склада/накопителя можно использовать промышленного робота со схватом. Для этого можно использовать поверхности 1 или 2 показанные на рисунке 4.28.

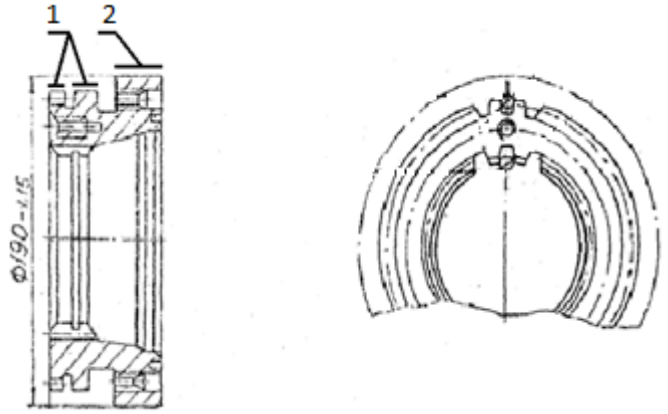


Рисунок 4.1 – Поверхности для захвата промышленным роботом

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка.

Осуществление планировки станочной и складской систем комплекса позволяет определить примерный маршрут движения заготовок при обработке, определить более рациональное размещение оборудования, рассчитать время

перемещения заготовок, определить число подвижных транспортных механизмов АТСС.

Анализ графов позволяет визуально определить компоновку с наименьшими пересечениями материальных потоков. Такая компоновка обеспечит наименьшее число и время перемещений транспортного механизма.

Первый проектный вариант компоновки ГПС создан по принципу группировки станков по типу (Рисунок 4.2).

Заготовка со склада с помощью электрокара попадает на приемораздаточный стол 1 (П1). После обработки с помощью электрокара заготовка попадает на П2. После производится промывка П3 и заготовка доставляется на П8 для контроля. После контрольной операции заготовка доставляется на П4 для протяжной операции. Затем доставляется электрокаром и попадает на зубодолбежную обработку на П5, и в моечную машину П6 и на контрольное измерение на П8 и отправляется на склад готовой продукции (СК2).

Граф перемещений компоновки ГПС по принципу расположения оборудования по ходу выполнения технологического процесса представлен на рисунке 4.2.

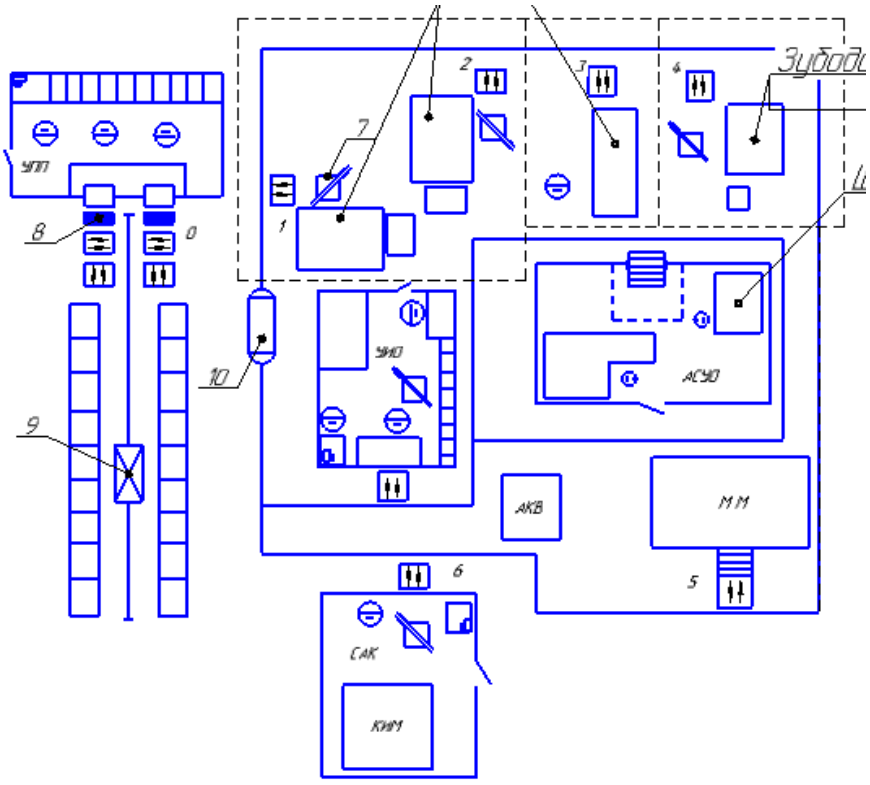


Рисунок 4.2 – Компоновка ГПС по группировке типовых станков

Таблица 31 – Матрица перемещений АТСС

	Склад	Н.0	Н.1	Станок	Н.2	Станок	Н.3	Станок	Н.4	Станок	Н.5	ММ	Н.6	САК
Склад														
Н.0	13													
Н.1		1,7												
Станок			3,5											
Н.2				13										
Станок					3,5									
Н.3						3,7								
Станок							1,5							
Н.4								3,7						
Станок									2					
Н.5										25				
ММ											1,2			
Н.6												13		
САК													0,6	
Склад														20

Условные обозначения:

– КИМ – контрольно-измерительная машина

– СК1 – склад № 1

– П1 – приемо-раздаточный стол № 1

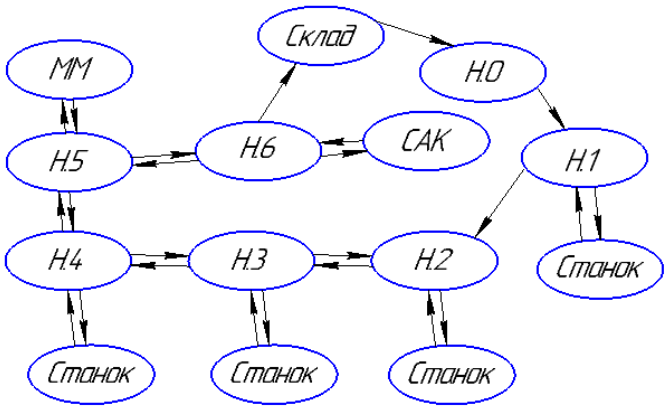


Рисунок 4.4 – График перемещений транспортного механизма в ГПУ

Второй проектный вариант представляет собой компоновку ГПС по принципу группировки станков по типу (Рисунок 4.5).

Заготовка с помощью электрокара со склада заготовок СК1 поступает на токарную обработку П1 и П2. После обработки заготовка отправляется в моечную машину П3 и отправляется на контроль П8. После контроля она снова поступает на обработку теперь на протяжную на П4, затем на зубодолбление П5. Далее доставляется на П6 для промывки и отправляется на контроль П8. По окончании механической обработки готовая деталь отправляется с П8 на склад готовых изделий СК2.

Граф перемещений компоновки ГПС по принципу группировки оборудования представлен на рисунке 4.5.

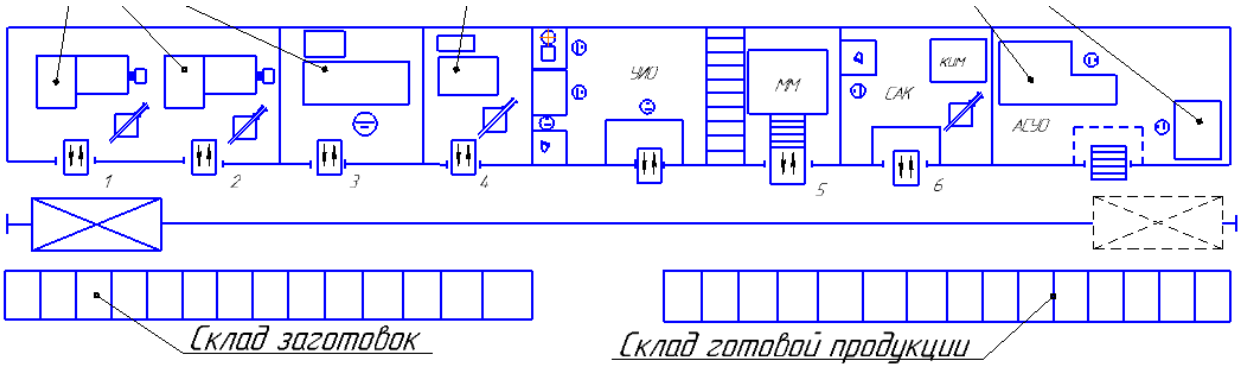


Рисунок 4.5 – Схема расположения станков по принципу последовательности технологических операций

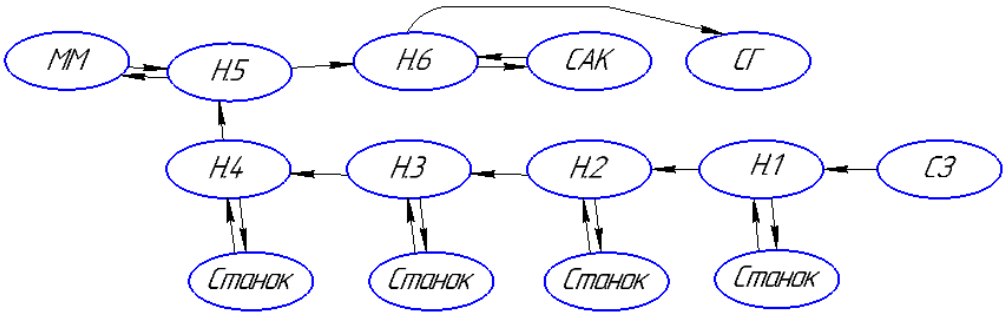


Рисунок 4.6 – График перемещений транспортного механизма в ГПУ

Таблица 32 – Матрица перемещений АТСС

	СЗ	Н1	Станок	Н2	Станок	Н3	Станок	Н4	Станок	Н5	ММ	Н6	САК
СЗ													
Н1	16,6												
Станок		21											
Н2			4,1										
Станок				21									
Н3					4,5								
Станок						21							
Н4							4,7						
Станок								24					
Н5									11,5				
ММ										21			
Н6											4,2		
САК												4,0	
СГ												11,2 п	10,8

Исходя из расчетов выбираем вторую схему ГПС.

4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы (промышленные роботы, накопители, транспортные системы, складские системы).

4.3.1 Определения количества оборудования

Автоматический режим функционирования ГПС обеспечивается организационным перемещением столов-спутников от мест складирования до станков, УПП, УАК и обратно.

Транспортным средством, доставляющим заготовки со склада на станки, перемещающим заготовки на пункты контроля и моечную машину, является электрокар. Доставка заготовки от стеллажа до рабочей зоны станка производится роботом. Число транспортных механизмов со стороны станков определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{обсл}} = \frac{К_{\text{стел}-\text{ст}} \cdot t_{\text{стел}-\text{ст}} + К_{\text{ст}-\text{ст}} \cdot t_{\text{ст}-\text{ст}}}{60}, \quad (51)$$

Где $К_{\text{стел}-\text{ст}}$ – число перемещений между стеллажом и столами; $К_{\text{ст}-\text{ст}}$ – число перемещений между столами; $t_{\text{стел}-\text{ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со стеллажа на стол и обратно, мин; $t_{\text{ст}-\text{ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со стола на стол, мин.

Время, затрачиваемое электрокаром одной передачи спутника ($t_{\text{стел}-\text{ст}}$ или $t_{\text{ст}-\text{ст}}$):

$$t_{\text{стел}-\text{ст}} = t_{\text{ст}-\text{ст}} = t_1 + t_2 = 0{,}2 + 0{,}2 = 0{,}4,$$

где, t_1– время отработки кадра «Подойти и взять спутник», мин; t_2– время отработки кадра «Подойти и поставить спутник», мин.

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

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

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

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

$$t_{\text{под}} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y}, \quad (52)$$

где L_x и L_y – соответственно длина перемещения штабелера по осям X и Y, м; V_x и V_y – соответственно скорость перемещения штабелера по осям x и y, м/мин. Для расчетов можно принимать: V_x = 60 м/мин; V_y = 6 м/мин.

Подставляя получим:

$$t_{\text{под}} = \frac{3}{60} + \frac{0{,}68}{6} = 0{,}16 \text{ мин};$$

$$t_1 = 0{,}15 + 0{,}16 + 0{,}25 = 0{,}56 \text{ мин};$$

$$t_2 = 0{,}15 + 0{,}16 + 0{,}3 = 0{,}61 \text{ мин};$$

$$t_{\text{стел}-\text{ст}} = t_{\text{ст}-\text{ст}} = t_1 + t_2 = 0{,}56 + 0{,}61 = 1{,}17 \text{ мин};$$

$$T_{\text{обсл}} = \frac{2 \cdot 1{,}17 + 9 \cdot 1{,}17}{60} = 0{,}214 \text{ мин}.$$

Рассчитав суммарное время обслуживания станков, можно определить число штабелеров для выполнения этой работы:

$$K_{\text{шт.1}} = \frac{T_{\text{обсл}}}{\Phi_{\text{ш}}}, \quad (53)$$

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

$$K_{\text{шт.1}} = \frac{0{,}214}{305} = 0{,}0007 \text{ шт}.$$

Для выполнения работы по перемещению заготовок требуется один электрокар.

4.3.1 Выбор вспомогательного оборудования

Вспомогательное оборудование – это оборудование, содействующее процессу производства, но не влияющее на свойства, передаваемые изделию.

К вспомогательному оборудованию относится транспортные механизмы, моечные машины, промышленные роботы.

В качестве промышленного робота при технологической обработки детали «Муфта» выступает промышленный робот KUKA KR 30 (рисунок 4.7), радиусом действия: 2,033 м. Робот KUKA KR 30 легко настраивается для различных приложений и проектов. Он обладает средней грузоподъемностью и способен выполнять мощные и точные движения. Технические характеристики робота представлены на рисунке 4.8.

Рисунок 4.7 – Промышленный робот KUKA KR 360 FORTEC

Технические характеристики:

Количество осей	Полезная нагрузка	Радиус действия	Точность	Масса
6	30кг	2033мм	±0.15мм	665кг

Параметры движения осей

Оси	Рабочий диапазон	Максимальная скорость
Ось 1	+185° -185°	140°/с
Ось 2	+35° -135°	126°/с
Ось 3	+158° -120°	140°/с
Ось 4	+350° -350°	260°/с
Ось5	+119° -119°	245°/с
Ось 6	+350° -350°	322°/с

Рисунок 4.8 – Технические характеристики промышленного робота KUKA KR 30

Для транспортировки грузов используется электропогрузчик производства «Волжский погрузчик» модели Е15. (Рисунок 4.9)

Рисунок 4.9 – Электропогрузчик VP E15

Технические характеристики данного транспортного вспомогательного оборудования можно найти в таблице 31.

Таблица 33 – Технические характеристики VP E15

Тип двигателя	АКБ
Грузоподъемность, кг	1500
Скорость хода с грузом, км/ч	18
Скорость подъема каретки, м/с	0,5
Габариты АКБ, мм	800x520x625

Для очистки детали от стружки перед межоперационным контролем используются моечные машины АМ2000 ВС (рисунок 4.10).

Рисунок 4.10 – Моечная машина AM2000 BC

Технические характеристики очистного устройства находятся в таблице 34:

Таблица 34 – Технические характиристики

Диаметр платформы, мм	2000
Высота рабочего пространства, мм	1000
Грузоподъемность, кг	1500
Давление насоса, бар	3,5
Мощность насоса, кВт	7,5

4.4 Базирование заготовок, полуфабрикатов, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе.

В качестве базовых поверхностей при транспортировке изделий следует принять те поверхности, которые в процессе технологической обработки не являются базовыми. Для подробного решения данного вопроса необходимо рассмотреть базирования заготовки при каждой операции.

На 005 Токарной операции с ЧПУ используется следующий комплект технологических баз, изображенный на рисунке 4.11.

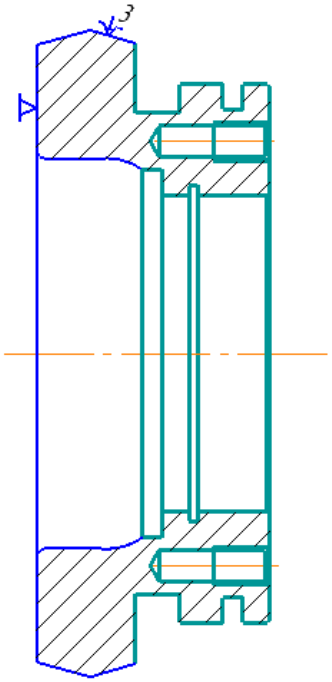


Рисунок 4.11 – Комплект баз на 005 операции.

На 010 Токарной операции с ЧПУ используются следующие базовые поверхности (рисунок 4.12).

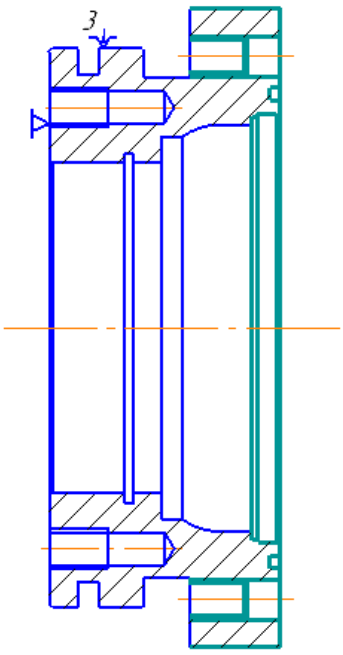


Рисунок 4.12 – Комплект баз на 010 операции.

Комплект баз, используемый на 025 протяжной операции с ЧПУ изображен на рисунке 4.13.

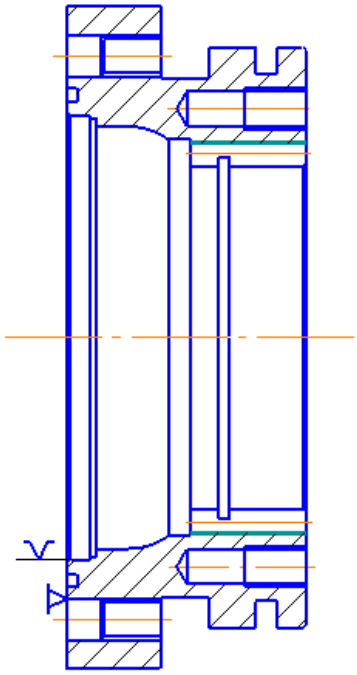


Рисунок 4.13 – Комплект технологических баз на 025 операции

030 Зубодолбежная операция с ЧПУ требует следующего базирования заготовки рисунок 4.13.

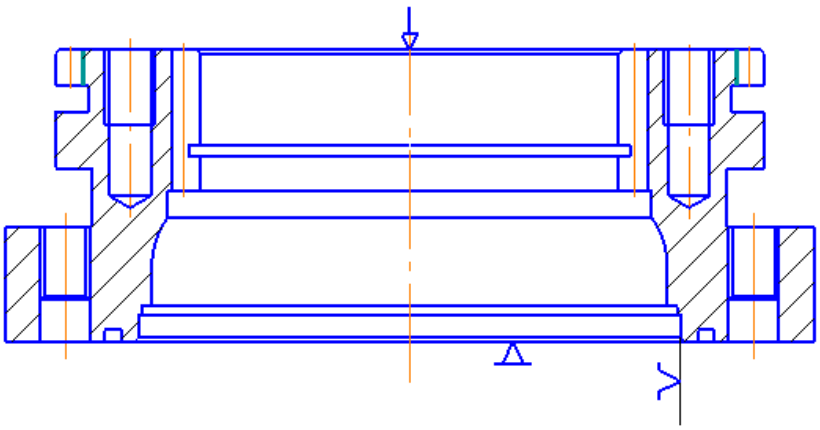


Рисунок 4.14 – Комплект технологических баз на 030 операции

Базирование заготовки в промышленном роботе изображено на рисунке 4.15

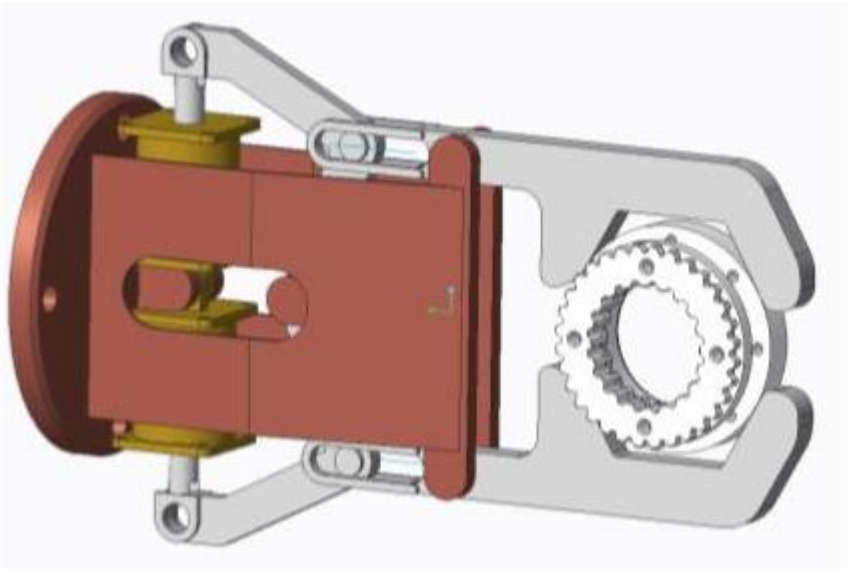


Рисунок 4.15 – Базирование заготовки в промышленном роботе

4.5 Анализ производительности автоматизированной системы

В процессе выполнения курсового проекта был рассмотрен анализ возможности автоматизации технологического процесса для детали «Муфта». Для автоматизации участка определены составы станочного и вспомогательного оборудования и произведены все необходимые расчеты.

Разработаны две схемы ГПУ, одна из которых расположена с группированием основного оборудования по конструктивному признаку, а вторая – по ходу выполнения технологического процесса. Таким образом, анализ матриц и графов перемещений для рассматриваемых вариантов компоновок ГПС показал, что наиболее предпочтительной является вторая схема.

Сравнительная характеристика двух схем ГПУ представлены на чертеже А1.

5. ОРГАНИЗАЦИОННО – ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ.

5.1 Разработка планировки участка механической обработки для проектируемого варианта технологического процесса

Для проектируемого гибкого автоматизированного участка была разработана структурная схема, которая представлена на рисунке 40.

По схеме можно определить маршрут, который проходит заготовка в пределах автоматизированного участка. Изначально заготовки находятся на складе заготовок. Заготовка с помощью электрокара со склада заготовок СК1 поступает на токарную обработку П1 и П2. После обработки заготовка отправляется в моечную машину П3 и отправляется на контроль П8. После контроля она снова поступает на обработку теперь на протяжную на П4, затем на зубодолбление П5. Далее доставляется на П6 для промывки и отправляется на контроль П8. По окончании механической обработки готовая деталь отправляется с П8 на склад готовых изделий СК2.

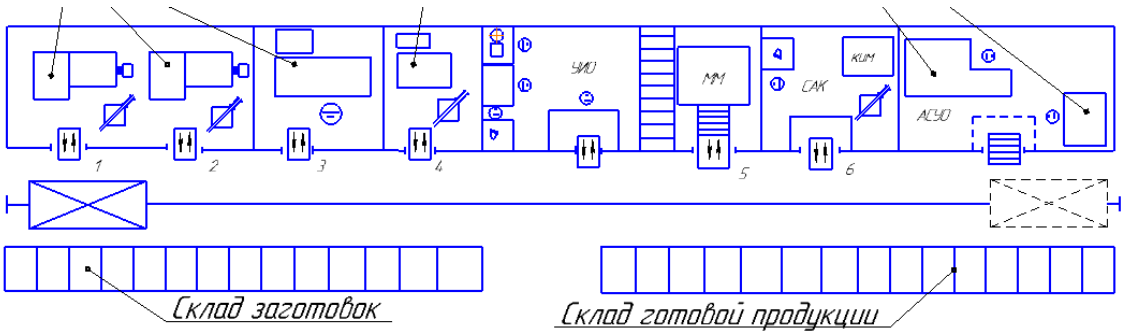


Рисунок 5.1 – Структурная схема участка.

6. БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

Все применяемое оборудование соответствует ГОСТ 12.2.003-82 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности; ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

6.1.1 Характеристика режущего инструмента.

В ходе исследований применяются следующие инструменты: резцы, фрезы. Наиболее опасным инструментом являются фрезы.

6.1.2 Шум, генерируемый работающим оборудованием

Шум – сочетание звуков разной интенсивности, оказывающий неблагоприятное воздействие на организм человека и, в первую очередь, на нервную систему. Источниками шума в лаборатории являются металлорежущие станки. Нормативные значения уровня шума для постоянных рабочих мест по ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ приводятся в таблице 33.

Таблица 35 – Уровень шума для постоянных рабочих мест по ГОСТ12.1.003-83 ССБТ

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

Все применяемое оборудование является серийным и уровень шума, генерируемый им, не превышает установленных норм.

6.1.3 Вибрация, возникающая при работе оборудования.

Вибрация – это колебания механической системы в результате действия совокупности случайных и неуравновешенных сил. Вибрация оказывает вредное воздействие на организм человека. Источниками вибраций в лаборатории являются металлорежущие. Нормированные значения вибрации по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Значения вибрации по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ

	Среднеквадратичное значение вибрации в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц								
На постоянных рабочих местах	11	22	44	88	116	331,5	663	1125	2250
Общая технологическая вибрация	–	11,3	00,46	00,22	00,2	00,2	00,2	00,2	–

Применяемое оборудование является серийным, соответствует ГОСТ 12.2.003-83 ССБТ, поэтому уровень шума не превышает допустимый.

6.1.4 Микроклимат в помещении.

К нормируемым параметрам микроклимата относятся:

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

Эти параметры микроклимата не должны выходить за пределы нормативных величин, установленных СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Предельные их значения приведены в таблице 35.

Таблица 37 – Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Категория работ по энергозатратам, Вт	Температура воздуха, C^o	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1б	21-24	15-75	0,1
Теплый	1б	22-25	15-75	0,3

Выполнение этих норм осуществляется путем проведения следующих мероприятий:

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

Приведение технологического процесса при проведении исследований в соответствие с ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности.

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

При проведении работ на металлорежущих станках для защиты от разлетающейся стружки используются очки.

6.1.5. Мероприятия по безопасной эксплуатации режущего инструмента

Для безопасной эксплуатации режущего инструмента необходимо постоянно следить за его состоянием, проверять крепление резцов в резцедержках и твердосплавных ножей в сборных инструментах.

6.1.6 Проектирование искусственного освещения на участке

Световой поток одной лампы на участке рассчитывают по формуле 41:

$$\Phi_л = \frac{100 \cdot E_н \cdot S \cdot Z \cdot к}{N \cdot \eta} \quad (54)$$

где Ен – необходимая освещенность рабочих мест операторов, Ен = 300 лк;

S – площадь освещаемого участка, S = 720,8 $м^2$;

N – количество ламп на участке, N = 100 шт;

к – коэффициент запаса, к = 1,5;

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

η – коэффициент использования светового потока, η = 55

$$Ф = \frac{100 \cdot 300 \cdot 720,8 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{100 \cdot 55} = 2,7 \text{ клм}$$

При высоте лаборатории 8 м наиболее эффективны люминисцентные лампы, расчитанному световому потоку соответствуют лампы ЛХБ 36-7 ГОСТ 6825-91 со световым потоком Фл = 2,7 клм.

6.2 Мероприятия по электробезопасности

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

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действие, вызывая местные и общие травмы. Характер действия электрического тока на организм человека в зависимости от его величины приведен ниже в таблице 38.

Таблица 38 – Действие электрического тока на организм человека

Действующий ток	Величина тока, А		Характер действия
	Переменный, 50 Гц	Постоянный	
Пороговый ощутимый	0,6- 1,5	6-7	Вызывает ощущение раздражения

Продолжение таблицы 38 – Действие электрического тока на организм человека

Пороговый неощутимый	10- 15	50-70	Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть
Пороговый фибриляционный	100	300	Непосредственное влияние на мышцу сердца, при протекании тока более чем 5 секунд может произойти остановка сердца

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

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

На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности. Так как для питания электрооборудования применяются трехфазные цепи с глухо заземленной нейтралью напряжением 220В необходимо:

- изолировать токоведущие части, что защитит электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;

- сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;

- применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;

- зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания ;

- заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;

Проводятся также следующие организационные мероприятия:

- периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;

- обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления,;

- запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;

- привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж;

- применение предупредительных надписей и указательных знаков.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

6.3.1 Оценка пожарной опасности участка

Помещение цеха относится к помещениям пожарной опасности категории D. Это помещения, в которых находятся и обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Пожары возможны по следующим причинам:

– 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 в лаборатории, связанные с курением в не установленных местах, проведением сварочных и других работ без предварительной подготовки.

Мероприятия, предупреждающие о пожаре в цехах.

Пожарная профилактика – комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров уменьшение его размеров.

Пожарная профилактика осуществляется по следующим направлениям:

1. устранение непосредственных или возможных причин пожаров в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;
2. ограничения возможного распространения пожара и взрыва;
3. обеспечение эвакуации людей и оборудования из горящего здания;
4. обеспечение быстрого развертывания действий по пожаротушению;
5. разработка наглядных пособий по пожарной безопасности;
6. разработка инструкций по пожарной безопасности.

ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В дипломной работе проведен анализ действующего технологического процесса изготовления «Муфта». На основе выявленных недостатков разработан новый технологический процесс изготовления детали.

Таким образом, новый технологический процесс является более автоматизированным, экономичным и соответствующим типу производства.

Одним из главных отличий проектного варианта от заводского, является основное обрабатывающее оборудование, которое при большей точности позволяет производить большую концентрацию переходов на операциях.

Новый способ получения заготовки даёт меньшую шероховатость поверхности, меньшее количество брака. Позволяет получить требуемую точность при меньших снимаемых припусках. Повысился КИМ изготовления детали.

Использование современного режущего инструмента повысило производительность на переходах механической обработки.

В конструкторской части курсового проекта было произведено проектирование специального режущего инструмента (протяжки).

Контроль геометрических параметров детали производится на координатно измерительный машинах. Такой подход благоприятствует автоматизации данного технологического процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулыгин, В. Л., И. А. Кулыгина. Основы технологии машиностроения: учебное пособие для вузов по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", специальности "Технология машиностроения" направления "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" - М. : БАСТЕТ, 2011 . – 168 с.

2. Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением. – М.:Машиностроение,2007.368 с.

3. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с. 19.

4. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания. Часть I-II. Нормативы режимов резания.

5. Батуев В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие к курсовому проекту / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 40 с.

6. Косилова А.Г. 1986 TI Справочник технолога – машиностроителя Том I-II.

7. http://www.toolmaker.ru/public/art_2.pdf

8. http://www.jungheinrich.ru – складское оборудование.

9. https://www.fanuc.eu – разработка решений для автоматизации производства.

10. Шамин В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: Компьютерная версия учебного пособия. — 4-е изд., перер. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. — 530 с.

11. Маргулис Д.К. и др. (1986) Протяжки для обработки отверстий.