Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Южно-Уральский государственный университет»

(национальный исследовательский университет)

Факультет «Механико-технологический»

Кафедра «Технология машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ В.И. Гузеев
08.06. 2016 г.

Проектирование и анализ технологического процесса обработки детали «корпус АКЕЯ 715564.028», представителя квалификационной группы «корпус», с целью повышения эффективности и конкурентоспособности производства

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ.151900.2016.006 ПЗ ВКР

Нормоконтролер
_____
_____ 2016 г.

Руководитель, к.т.н., доцент
_____ В.Л. Кулыгин
_____ 2016 г.
06.06.16

Автор работы,
студент группы МТ-471
_____ Ю.А.Быковская
06.06 2016 г.

Челябинск 2016

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

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ *Гузеев В. И.*
«____» _____ 2016 г.

З А Д А Н И Е

на выпускную квалификационную работу студента

Баковской Юлии Александровны

Группа: МТ – *471*

1. Тема квалификационной работы:

Проектирование и анализ технологического процесса обработки детали «корпус АКЕЯ 715564.028 », представителя квалификационной группы «корпус », с целью повышения эффективности и конкурентоспособности производства

утверждена приказом по университету от «*15*» *09.* 2016 г.
№ *661*

2. Срок сдачи студентом квалификационной работы – 20.05.2016 г.

3. Исходные данные к квалификационной работе:

3.1. Чертежи деталей и узлов
3.2. Тип производства: серийное
3.3. Режим работы участка:
3.4. Материалы производственной практики
3.5 Материалы курсовых проектов и работ по сопутствующим дисциплинам

4. Содержание расчетно-пояснительной записки:

Аннотация
Оглавление
Введение

1. Общая часть

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

1.2 Служебное назначение детали «корпус АКЕЯ 715564.028» и технические требования, предъявляемые к детали

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

1.4 Формирование целей и задач выполнения квалификационной работы

Графическая часть раздела:

–чертежи квалификационной группы деталей – 1 лист;

– конструкторский чертеж детали – 1 лист.

2. Технологическая часть

2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства.

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса.

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

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.

2.1.4 Выводы по разделу.

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «корпус АКЕЯ 715564.028 ».

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

2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта.

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса.

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

2.2.6 Выводы по разделу.

Графическая часть раздела:

– чертеж исходной заготовки или возможных вариантов получения исходных заготовок – 1 лист;

– операционные эскизы базового и проектного вариантов технологических процессов с указанием расчетного времени Тшт. – 1-2 листа;

– расчетно-технологическая карта на одну операцию механической обработки – 1 лист.

3. Конструкторская часть.

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.

3.2 Проектирование и расчёт специального станочного приспособления.

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента.

3.4 Проектирование и расчёт специального режущего инструмента

3.5 Проектирование операции технического контроля и выбор измерительного оборудования и оснастки.

Графическая часть раздела:

– чертеж специального станочного приспособления (или описание алгоритма выбора стандартизированной технологической оснастки) 1– 2 листа;

– чертеж специального режущего инструмента (или описание алгоритма выбора стандартизированного режущего инструмента) – 1 лист;

– чертеж специального контрольного приспособления или инструмента – 1 лист.

4. Научно-исследовательская часть

Выполняется по согласованию с руководителем работы

5. Автоматизация технологического процесса.

5.1 Анализ возможных направлений автоматизации технологического процесса изготовления детали.

5.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

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

5.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе

5.5 Анализ производительности автоматизированной системы

Графическая часть раздела:

– чертеж возможных вариантов структурных схем автоматизации проектируемого участка – 1 лист.

6. Организационно-производственная часть

Разработка планировки участка механической обработки, встроенного в основной цех, с учетом возможности его автоматизации для спроектированного варианта технологического процесса

Графическая часть:

– чертеж планировки расположения в основном цехе одного из вариантов спроектированного автоматизированного участка – 1 лист)

7. Безопасность технологического цикла изделия

7.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

7.2 Мероприятия по электробезопасности

7.3 Мероприятия по пожарной безопасности

8. Выводы по квалификационной работе

Список литературы

Приложения

5. Перечень графического материала:

1. Чертежи квалификационной группы деталей – 1 лист;

2. Конструкторский чертеж детали – 1 лист;

3. Чертеж заготовки или возможных вариантов заготовок – 1 лист;

4. Операционные эскизы базового и проектного вариантов технологических процессов с указанием расчетного времени Тшт. – 1-2 листа;

5. Расчетно-технологическая карта на одну операцию механической обработки – 1 лист;

6. Чертеж специального станочного приспособления – 1– 2 листа;

7. Чертеж специального режущего инструмента – 1 лист;

8. Чертеж контрольного приспособления или инструмента – 1 лист.

9. Чертеж возможных вариантов структурных схем автоматизации проектируемого участка – 1 лист;

10. Чертеж планировки расположения в основном цехе одного из вариантов спроектированного автоматизированного участка – 1 лист

Всего листов 10 – 12

6. Альбом технологической документации:

– операционный технологический процесс на один из вариантов спроектированного технологического процесса.

7. Альбом раздаточного графического материала для членов ГЭК.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выполнения квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Выполнение этапа работы
1 *Пояснительная записка*		
1.1 *Общая часть*	*20.02.2016*	
1.2 *Технологическая часть*	*12.03.2016*	
1.3 *Конструкторская часть*	*18.03.2016*	
1.4 *Научно-исследовательская часть*	*25.03.2016*	
1.5 Автоматизация системы функционирования операций технологического процесса	*10.04.2016*	
1.6 Организационно-производственная часть	*14.04.2015*	
1.7 Безопасность технологического цикла изделия	*20.04.2016*	
1.6 *Оформление пояснительной записки*	*25.04.2016*	
2 *Графические работы*	*28.04.2016*	
3 *Оформление технологического процесса*	*10.05.2016*	
4 *Окончательное оформление работы*	*16.05.2016*	
5 *Рецензирование*	*17.05.2016*	
6 *Сдача квалификационной работы на защиту*	*20.05.2016*	

Дата выдачи задания: 11.02.2016 г.

Руководитель квалификационной работы: */(подпись)* _____

_____ */ Ф. И. О./*

Задание принял к исполнению:

(Ф.И.О. студента): _____ */(подпись)* _____

АННОТАЦИЯ

Быковская Ю.А. Проектирование и анализ технологического процесса обработки детали «АКЕЯ 715564.028», представителя квалификационной группы «корпус», с целью повышения эффективности и конкурентоспособности производства: ТехМаш: Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, 2016. 89 с., 43 илл., 16 табл., 2 прил., библ. список –19 наим.

В данной работе проанализирован действующий технологический процесс изготовления детали «корпус АКЕЯ 715564.028», расчет, проектирование и компоновка ГПС. На основе данного анализа разработан новый улучшенный технологический процесс. Для этого были подобраны новое основное и вспомогательное оборудование, схемы базирования, режущий и мерительный инструмент, режимы резания, а также произведен размерный анализ данного ТП.

Таким образом, был спроектирован более современный и экономически выгодный технологический процесс механической обработки. Разработана планировка участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса. Рассмотрены мероприятия по созданию безопасных и безвредных условий труда, мероприятия по электробезопасности, а так же мероприятия по пожарной безопасности.

					151900.2016.006 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		БыковскаяЮ.А		06.06.		
Пров.		Кулыгин В.Л		06.06		ЮУрГУ Кафедра ТМ
Н.контр						
Утв.		Гузеев В.И.				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ..... 6

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ..... 7

1.1 Назначение, условия эксплуатации узла изделия..... 7

1.2 Служебное назначение детали типа «корпус АКЕЯ 715564.028» и технические требования, предъявляемые к детали 7

1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения..... 9

1.4 Формирование целей и задач проектирования 9

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... 10

2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства..... 10

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса..... 10

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента 10

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса..... 14

2.1.4 Выводы по разделу 14

2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «корпус АКЕЯ 715564.028» 11

2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки..... 11

2.2.2 Выбор основного технологического оборудования 11

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии 13

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса..... 14

2.2.5 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса 15

2.2.6 Выводы по разделу 22

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ 23

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки. 23

3.2 Проектирование и расчет специального станочного приспособления 26

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента 32

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента... 36

3.5 Проектирование операции технического контроля и выбор измерительного оборудования и оснастки 44

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА 50

4.1 Анализ возможных направлений автоматизации технологического процесса изготовления детали 50

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка 54

4.2.1 Определение состава и числа оборудования станочного комплекса ГПС 54

4.2.2 Определение характеристик стеллажа-накопителя 55

4.2.3 Расчет числа позиций загрузки и разгрузки 56

4.2.4 Расчет числа позиций контроля 57

4.2.5 Проектирование предварительной компоновки ГПС 58

4.2.6 Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС 64

4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы 66

4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе .....

4.5 Анализ производительности автоматизированной системы 71

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ..... 73

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ 74

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда 74

6.2 Мероприятия по электробезопасности. 74

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности 77

7 ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ 80

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 81

ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения - это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда, то есть при наименьшей себестоимости.

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

В современной нестабильной политической и экономической обстановке, очевидной стала необходимость развития машиностроительного комплекса в РФ, а особенно на Урале. В связи с наличием большого количества машиностроительных предприятий в нашем регионе требуется постоянно решать задачи направленные на повышение эффективности производства.

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

В данной работе произведен анализ возможности автоматизации техпроцесса для детали типа «корпус АКЕЯ.715564.028»; определено оборудование станочного комплекса ГПС; выбор вспомогательного оборудования, необходимого для функционирования ГПС.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации узла изделия

Нагрузка предназначена для регулировки минимального значения коэффициента стоячей волны по напряжению (Ксвн) в рабочем диапазоне частот. Ксвн нагрузки должен быть не более 1,1и находиться в диапазоне частот 0,7-5,2. Нагрузка (рисунок 1) состоит из цанги контакта 1,кольца регулируемого 3, гайки 5, корпуса 9, корпуса 11, контакта 12, винтов 14 (2 шт.), гайки 15, винтов 18 (3 шт.), винтов 20 (3 шт.), резистора 25. Условия эксплуатации – ненагруженные.

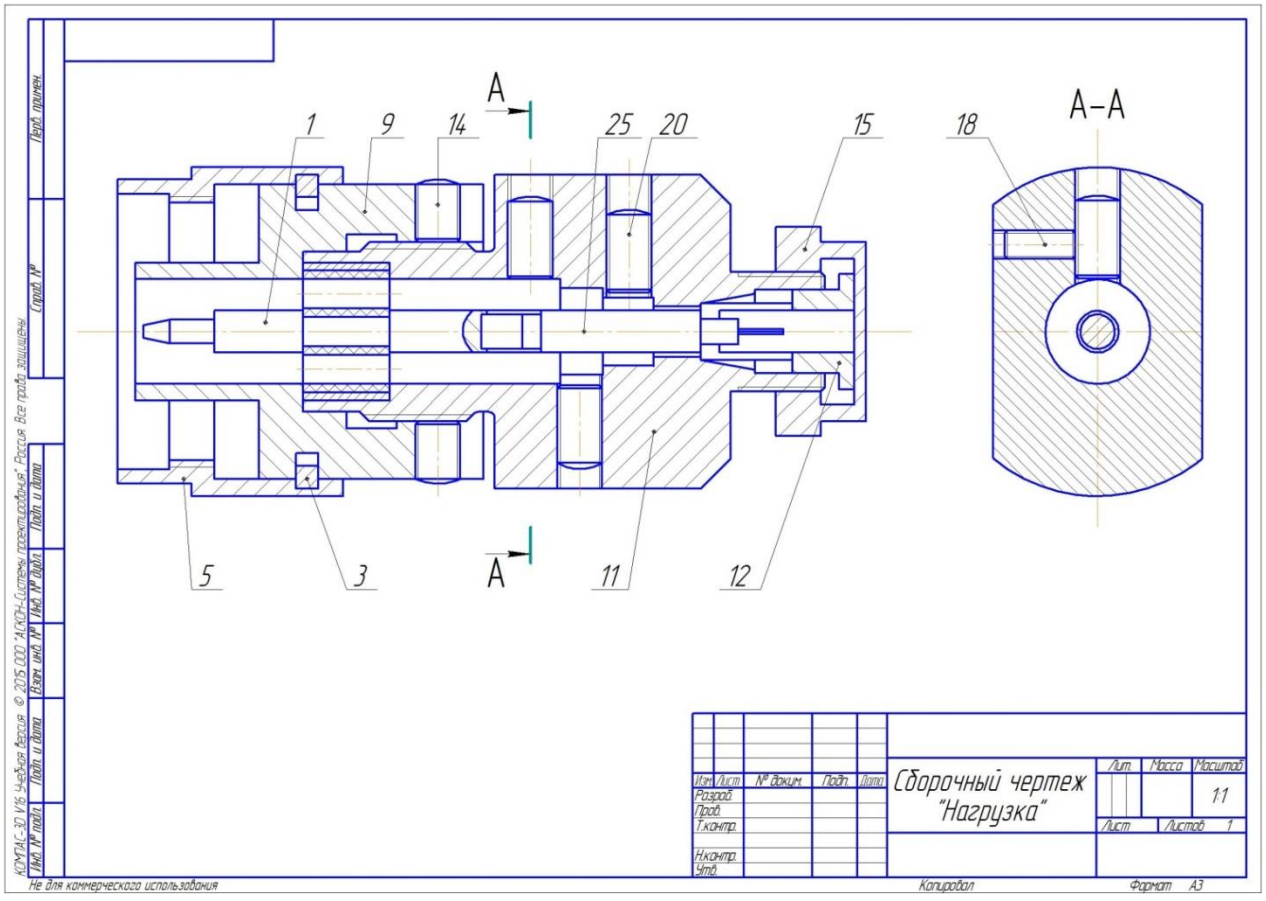


Рисунок 1 – Сборочный чертеж узла «нагрузка»

1.2 Служебное назначение детали типа «корпус АКЕЯ 715564.028» и технические требования, предъявляемые к детали

Корпус нагрузки предназначен для придания резистору 25 требуемого положения в нагрузке, защиты от внешних факторов, таких как пыль и грязь, а также для регулировки коэффициента стоячей волны по напряжению (Ксвн) в рабочем диапазоне частот при помощи винтов 20.

Рабочий чертеж детали представляет собой чертеж корпуса нагрузки, выполненный в двух проекциях, без дополнительных видов.

На рисунке 2 показан чертеж детали.

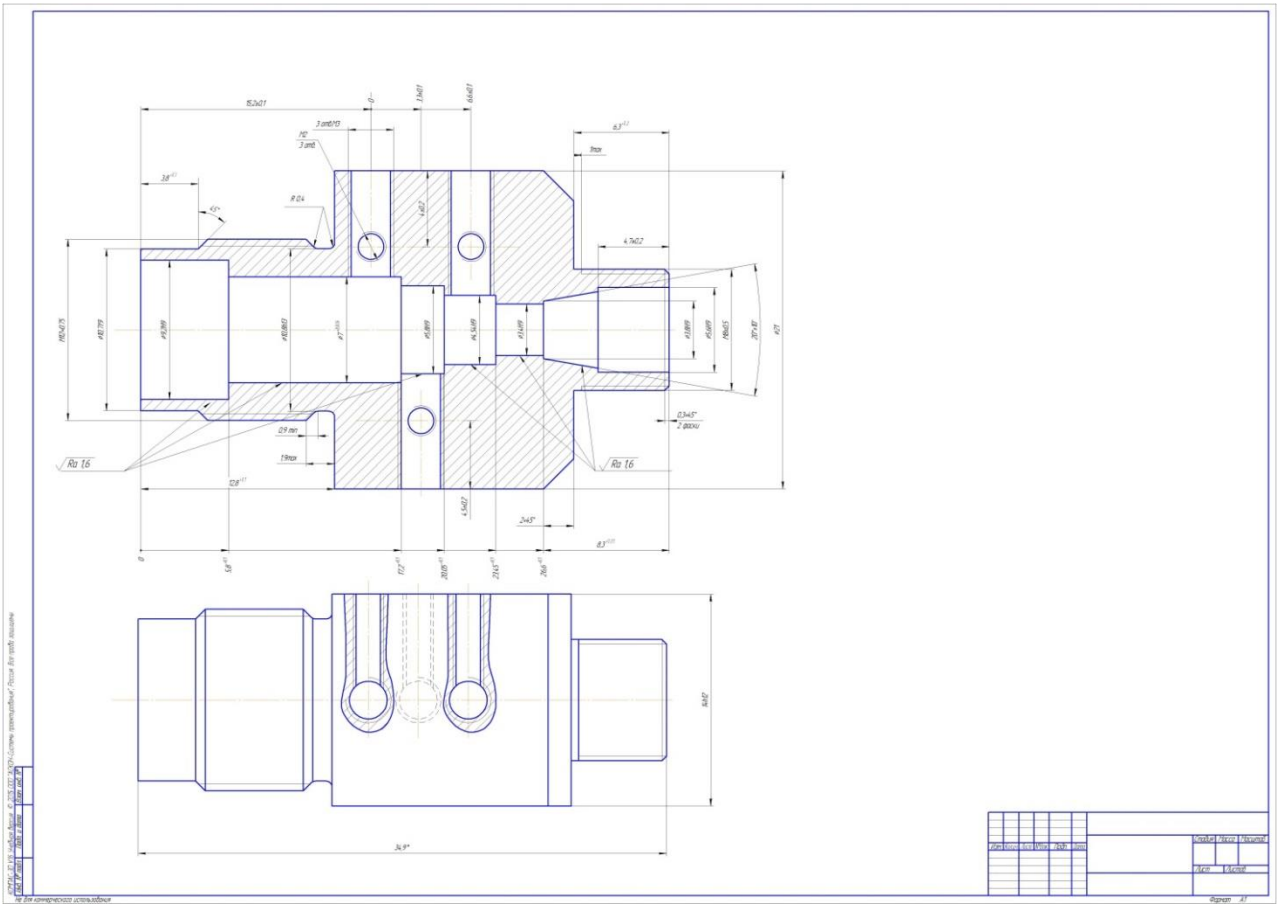


Рисунок 2 – Чертеж детали «корпус»

Обработка внутренних поверхностей производится точением на прутковом токарном автомате с ЧПУ. К ней предъявлены требование шероховатости Ra 1,6 мкм. Это требование предъявлено, так как данная поверхность контактирует в процессе работы с резистором.

Рабочий чертеж дает представление о размерах всех поверхностей, материале, технических требованиях, однако не полностью соответствует стандартам ЕСКД на оформление чертежей. На чертеже представлены необходимые обозначения, технические требования, которые должны выполняться в процессе механической и термической обработки. Технические требования обоснованы и должны выполнятся в процессе механической обработки. Невыполнение этих требований приводит к неточности установки детали в узле и неточности взаимного расположения деталей.

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

Развитие радиотехники началось с изобретения радио А. С. Поповым в 1895 году. С того времени зарубежная радиоэлектроника продвинулась намного вперед и опережает отечественную. Среди основных проблем, характеризующих российские предприятия электронной отрасли являются такие, как: низкий профессиональный уровень управления предприятиями; технологическое отставание российских предприятий от лидеров мирового рынка; низкий уровень кооперации между предприятиями отрасли и международной кооперации; неразвитая инфраструктура отрасли; высокая цена и большие сроки поставки оборудования, комплектующих и материалов, необходимых для разработки и производства электроники. Зарубежные же предприятия практически полностью автоматизировали производственный процесс изготовления деталей для радиотехники и радиоэлектроники.

1.4 Формирование целей и задач проектирования

Цель: проектирование и анализ технологического процесса обработки детали типа «корпус АКЕЯ 715564.028»; а также расчет, проектирование,

компоновка ГПС в условиях конкурентоспособного производства, в условиях серийного производства в две рабочие смены.

Для достижения заданной цели необходимо решить следующие задачи:

– анализ и обзор действующего технологического процесса, взятый с завода;

– составление технологического процесса механической обработки;

– подбор режущего инструмента, технологической оснастки и приспособления для данной детали;

– выбор состава и расчет станочного комплекса ГПС для заданной детали;

– выбор состава и расчет числа оборудования автоматизированной транспортно-складской системы;

– проектирование схемы планировки оборудования и систем ГПС как единого производственного комплекса.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса

Анализ операционных карт действующего технологического процесса невозможен, так как на предприятии отсутствуют карты.

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента

Данный технологический процесс состоит из 8 операций:

005 Токарная с ЧПУ

010 Токарная с ЧПУ

015 Фрезерная

020 Слесарная

025 Координатно-расточная

030 Слесарная

035 Гальваническая

040 Термическая

На 005 токарной операции с ЧПУ (рисунок 3) осуществляется точение наружных поверхностей, сверление и растачивание отверстий, нарезание резьбы. Комплект баз: двойная направляющая, опорная. Обработка проводится на токарно-прутковом автомате Ray Feng серия RC-25. В качестве режущего инструмента используются резцы и сверла: резец проходной PWLNR 1616H-06 и пластинку Iscar WNMG 06T304-NF IC9150; резец SER1212F и пластину 16ER 0.50 ISO IC908; твердосплавные сверла SCD 054-020-060 AP3, SCD 032-020-060 AP3, SCD 044-020-060 AP3.

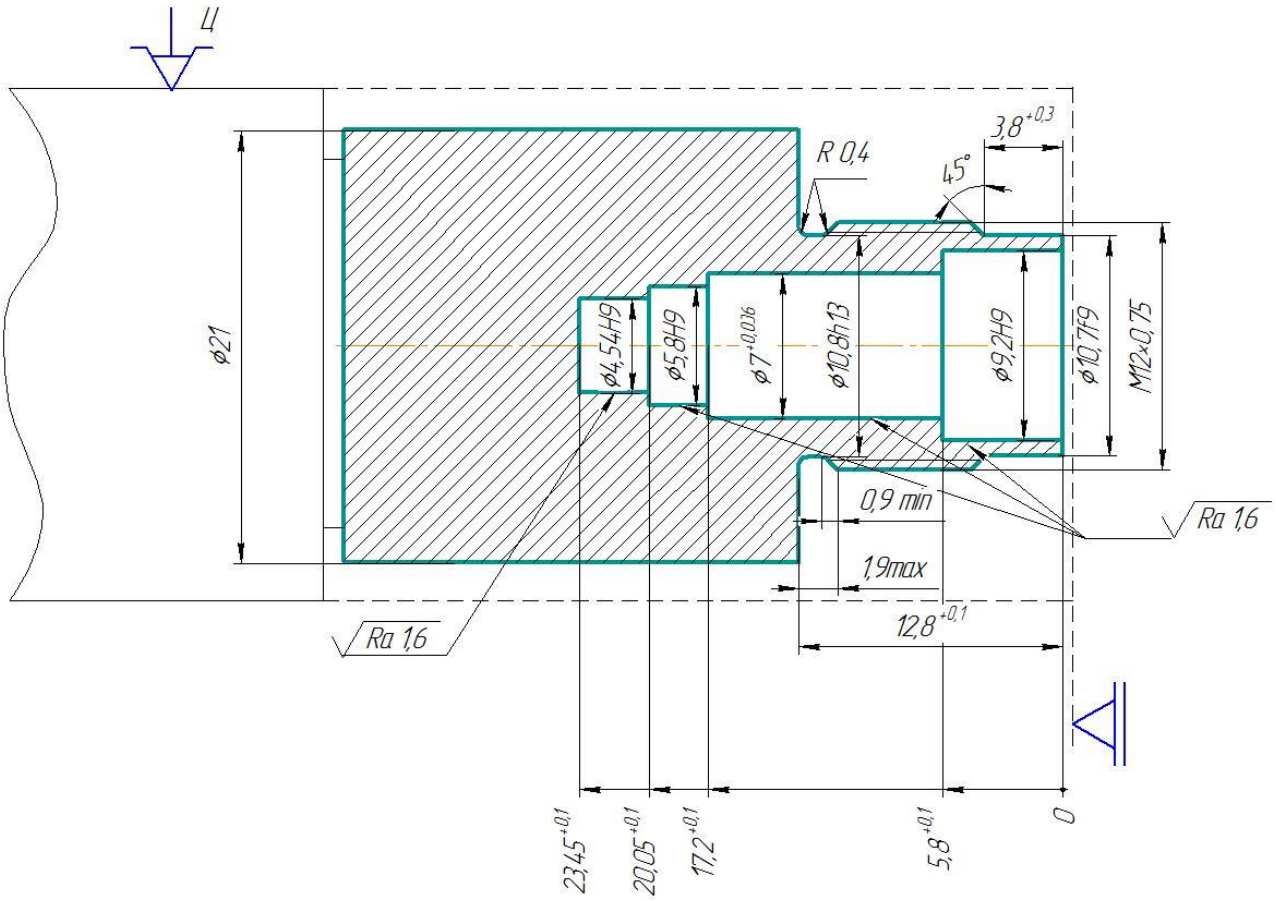


Рисунок 3 –Токарная операция

На 010 токарной операции (рисунок 4) осуществляется точение наружных поверхностей, сверление и растачивание отверстий, нарезание резьбы. Комплект баз: двойная направляющая, опорная. Обработка проводится на токарно-прутковом автомате Ray Feng серия RC-25. Комплект баз: двойная направляющая, опорная. В качестве режущего инструмента используются резцы и сверла: резец проходной PWLNR 1616H-06 и пластинку Iscar WNMG 06T304-NF IC9150; резец SER1212F и пластину 16ER 0.50 ISO IC908; твердосплавные сверла SCD 070-020-060 АРЗ, SCD 088-020-060 АРЗ.

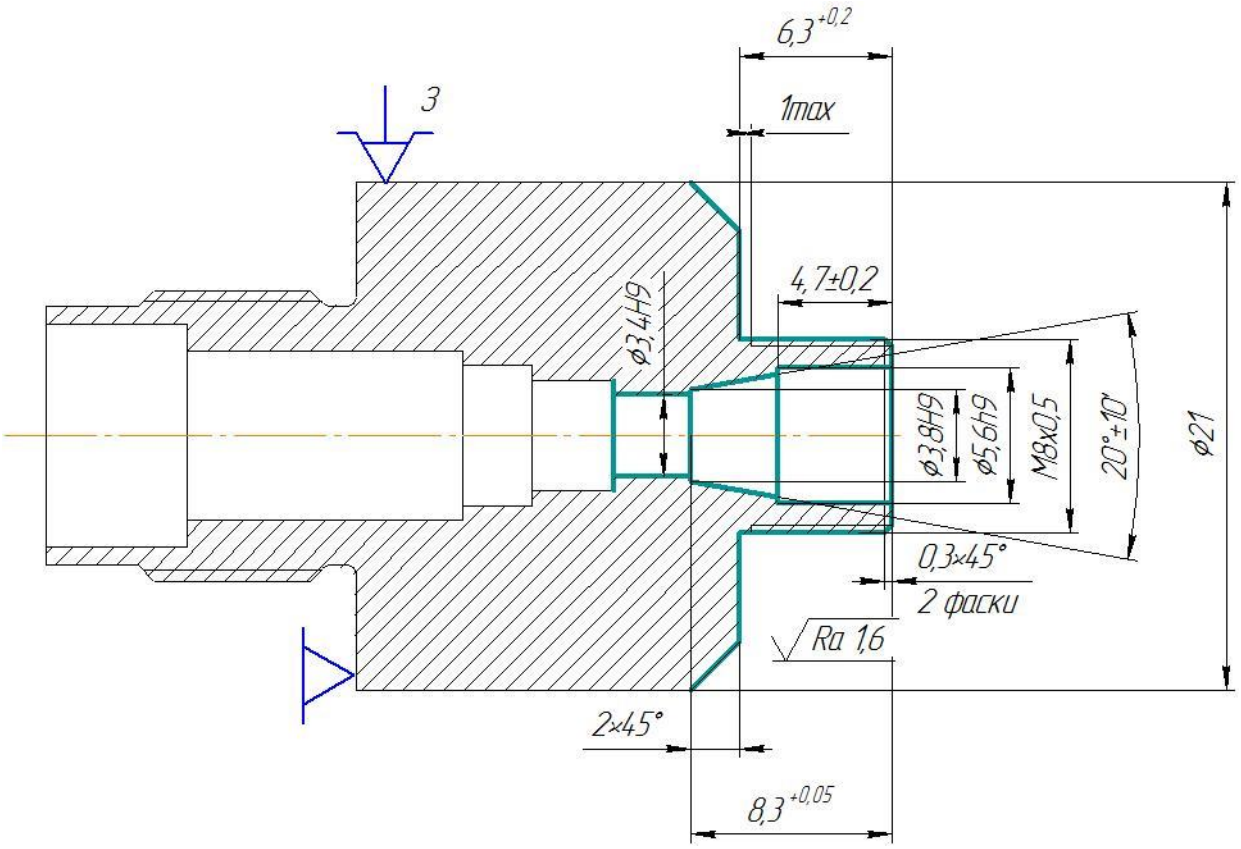


Рисунок 4 –Токарная операция

На 015 фрезерной операции (рисунок 5) осуществляется фрезерование лысок. Обработка проводится на вертикально фрезерном универсальном станке First LC-1 1-2. Комплект баз: установочная, направляющая. В качестве режущего инструмента используется концевая фреза ECA–B–3 10–22C10–72.

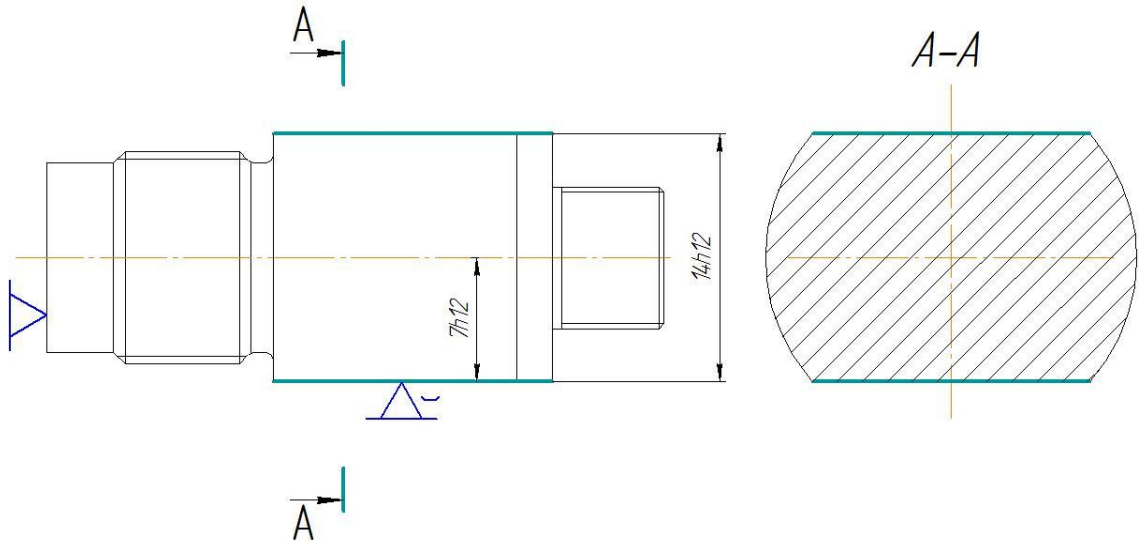


Рисунок 5 – Фрезерная операция

На 025 координатно-расточной операции (рисунок 6) осуществляется сверление отверстий и нарезание резьбы. Обработка проводится на координатно-расточном станке 2Е450АФ4. Комплект баз: установочная, направляющая. В качестве режущего инструмента используются: твердосплавные сверла SCD 016-016-030 AP6, SCD 025-016-030 AP6; метчики TPH M-2X0.4-W, TPH M-3X0.4-W.

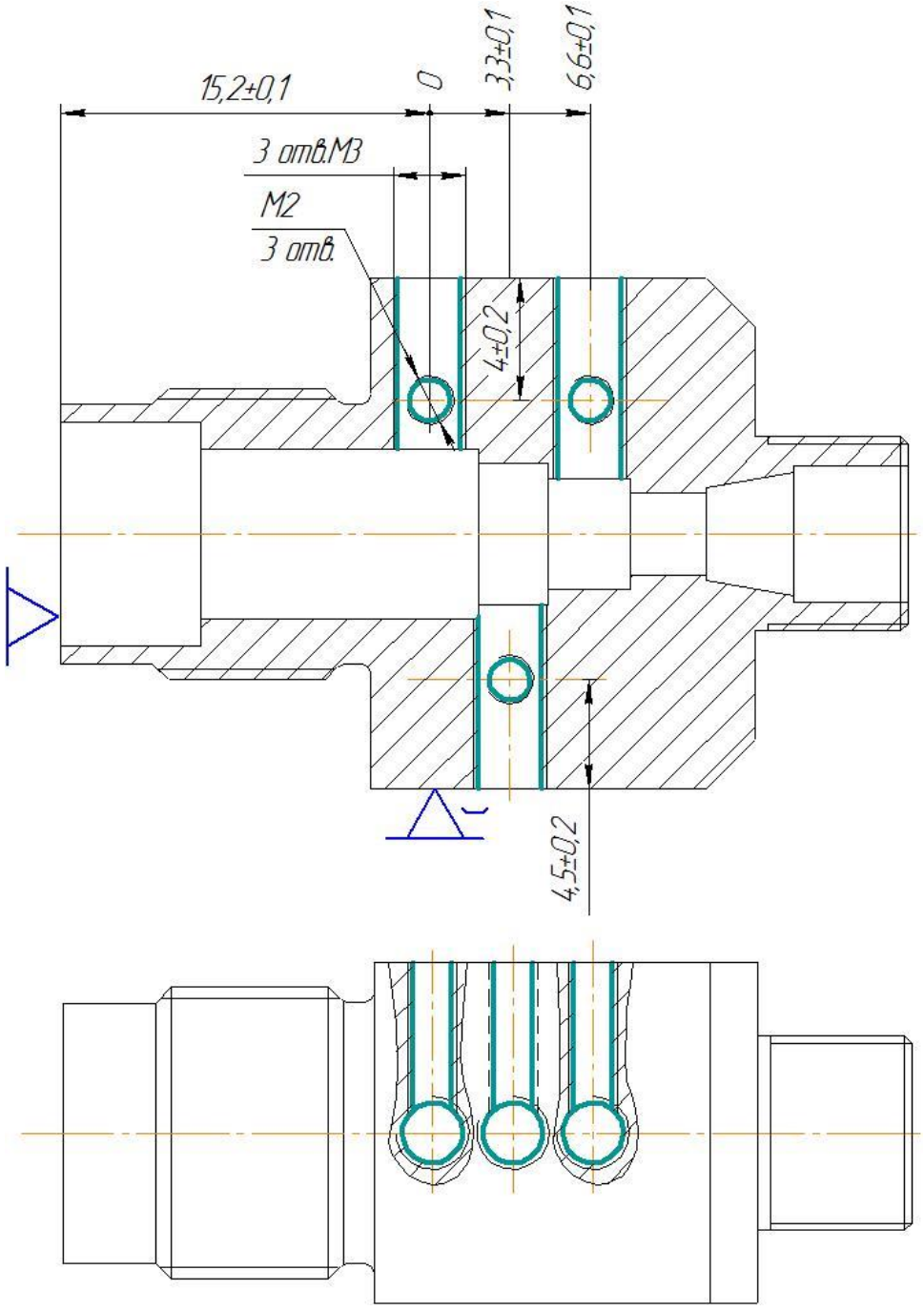


Рисунок 6 – Координатно-расточная операция

На 030 слесарной операции избавляются от заусенцев.

На 035 гальванической операции изменяется поверхностный слой детали. Операция не является механической обработкой (во время операции изменяются свойства поверхностного слоя заготовки), поэтому комплекта баз и определённости базирования здесь нет.

На 040 термической операции проводят азотирование, с целью увеличения твердости детали. Операция не является механической обработкой (во время операции изменяются свойства детали), поэтому комплекта баз и определённости базирования здесь нет.

045 Контрольная. На этой операции производят окончательный контроль детали мерительными инструментами, представленными в п. 3.5

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса

Размерный анализ (приложение А) решает более широкий круг задач и кроме расчета операционных цепей, охватывает очень широкий комплекс технологических расчетов. В проектировании необходимо, чтобы назначенные припуски были минимально необходимыми и достаточными. Припуски не должны быть чрезмерно большими, чтобы не удорожать обработку.

$[147\ 148] = -(148\ 18)+(18\ 118)+(118\ 147) = -34{,}9+26^{+0,1}+8{,}3^{+0,05}=0^{+0,15}$

Рассчитываются минимальные необходимые припуски для точения. Минимальный припуск для любой операции рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\text{точ.min}} = Df + Rz, \qquad (2.1)$$

где Df – величина дефектного слоя, мм;

Rz – шероховатость с предшествующей операции, мм.

Для точения (010 операция): Df = 30 мкм; Rz = 20 мкм. Тогда:

$$\Delta_{точ.min} = 0,03 + 0,02 = 0,05 \text{ мм.} \quad (2.2)$$

Размерный анализ проводится с целью расчета припусков замыкающих звеньев и выявления брака. В ходе расчетов выявили, что припуски не являются чрезмерно большими.

2.1.4 Выводы по разделу

Исходная заготовка поступает на завод в виде горячекатаного прутка диаметром 23 мм. Материалом прутка является сталь 14Х17Н2 ГОСТ 5632-72. Недостатком горячекатаного прутка является то, что поверхностный слой заготовки имеет большую погрешность по толщине, неровность прутка, а так же после термической операции деталь приходится рихтовать. КИМ=0,5

2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «корпус АКЕЯ 715564.028»

2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Для получения заготовки выбирается холоднотянутый пруток диаметром 23 мм. Холоднотянутые прутки проходят более длинный путь обработки: подвергаются травлению, и только после этого передаются на станы холодной прокатки. Холоднотянутые прутки имеют одинаковую толщину на всей площади, не имеют окалины. При холодном прокате поверхностный слой металла упрочняется, что повышает его механические свойства. Горячекатаные прутки имеют довольно большую погрешность по толщине, неровность самого прутка, после термической обработки его коробит, приходится рихтовать.

2.2.2 Выбор основного технологического оборудования

Для токарной, сверлильной, фрезерной обработки возьмем токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC. На нем будет происходить полная обработка детали за два установа. Станок представлен на рисунке 7.

Рисунок 7 – Токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC

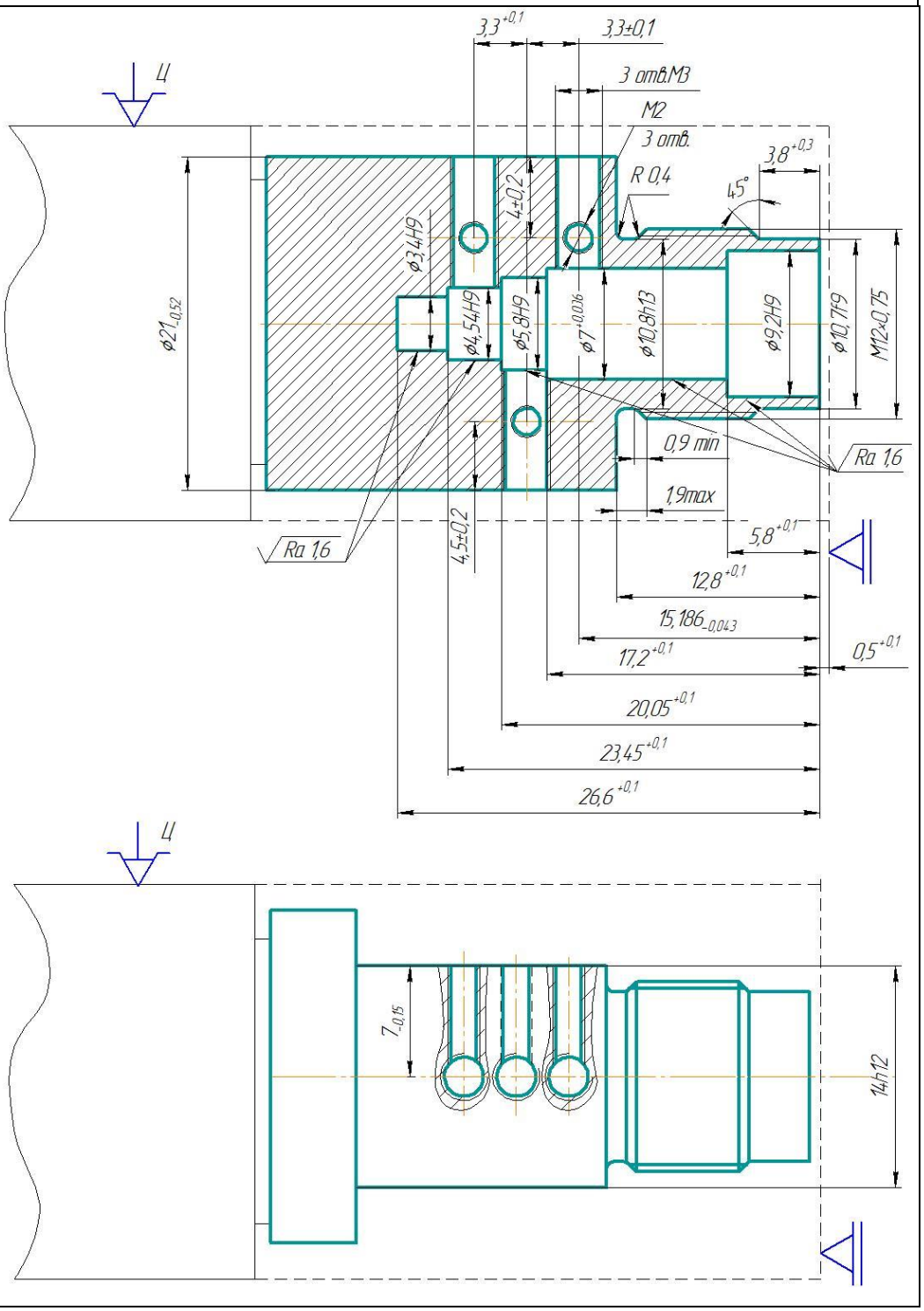
Технические характеристики представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Технические характеристики станка

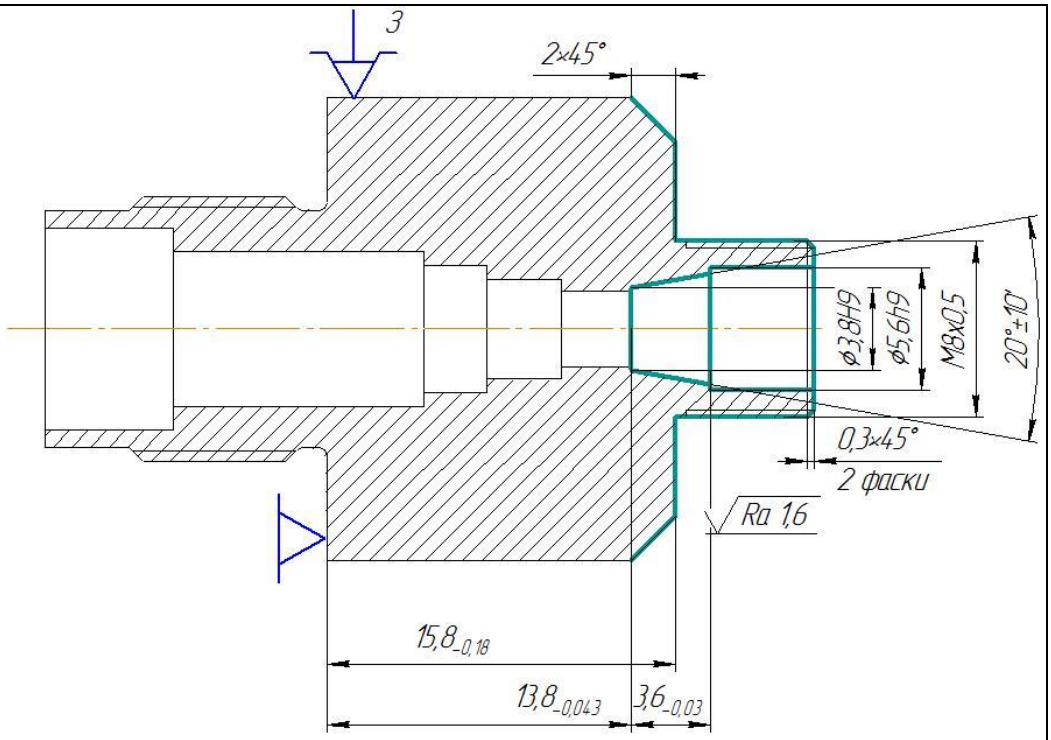
Технические характеристики	Параметры
Рабочий диаметр над станиной, мм	530
Макс. Диаметр над суппортом, мм	260
Макс. Длина точения, мм	485
Ход по оси X/Z, мм	168/485
Отверстие шпинделя, мм	92
Мощность шпинделя главного (S1)/контршпинделя (S1), кВт	9
Макс. Обороты главного шпинделя, об/мин	5000
Макс. Обороты контршпинделя шпинделя, об/мин	5000
Число позиций инструментальной головки	12
Макс. Обороты инструментального шпинделя, об/мин	3000
Мощность инструментального шпинделя, кВт	4,5
Макс. Крутящий момент инструментального шпинделя, Нм	17
Масса станка, кг	4000

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии

Таблица 2 – Операционный техпроцесс

000 Заготови-тельная	
005 Токарная с ЧПУ установ А	

Окончание таблицы 2

005 Токарная с ЧПУ установ Б	
010 Слесарная	
015 Гальвани-ческая	
020 Контроль ная	

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса

В результате расчета звеньев через припуск получил размеры на заготовительной операции. Размеры расставлены таким образом, что все выполняются. Размерная цепочка представлена в приложении Б.

$[138\ 148]=(148\ 48)–(48\ 118)–(118\ 138)=22{,}1^{0{,}1}–13{,}8_{-0{,}043}–3{,}6_{-0{,}03}=4{,}7^{+0{,}123}$

0,123<0,4; размер выполняется.

Аналогично рассчитываются замыкающие звенья [118 148] и [128 148].

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

а) Расчет режимов резания для точения

1. п/чистовое точение для поверхности 1;

Материал пластины: Т15К6;

Вид крепления: клин прихватом;

Вид пластины: трехгранная;

Главный угол в плане φ, град: 60;

Вспомогательный угол в плане φ_1, град: 15;

Задний угол α, град: 5;

Передний угол γ, град: -8;

Угол наклона режущей кромки λ, град: 0;

Радиус при вершине r,мм: 0,8;

Радиус скругления $r_{скр}$,мм: 0,02;

Стойкость инструмента Т, мин: 30.

Выбор глубины резания: t=0,9мм.

Выбор подачи: Sот=0,10 мм/об;

Поправочные коэффициенты на подачу:

Ksи=1,0 от инструментального материала;

Ksд=1,0 от крепления державки резца;

Ksh=1,0 от прочности режущей части;

Ksm=0,7 от механических свойств обрабатываемого материала;

Ksy=0,8 от схемы установки обработки;

Ksn=1,0 от состояния поверхности заготовки;

Ks φ=1,3 от геометрических параметров резца;

$$So1 = Sот \cdot Ksи \cdot Ksp \cdot Ksд \cdot Ksh \cdot Ksm \cdot Ksy \cdot Ksn \cdot Ks\,\varphi \cdot Ksj = 0{,}0728 \text{ мм/об.}$$

Сила резания табличная: Рхт=530 Н; Рут=160 Н.

Поправочные коэффициенты на силу резания:

Крмх=1,25; Крму=1,25 – от свойств обрабатываемого материала;

Крφх=0,85; Крφу=1,5 – от главного угла в плане;

Крγх=1,5; Крγу=1,3 – от переднего угла;

Крλх=1,0; Крλу=1,0 – от угла наклона режущей кромки.

$$Px = Pxт \cdot Крмх \cdot Кр\ \varphi x \cdot Кр\ \gamma x \cdot Кр\ \lambda\ x = 1647{,}1\ Н;$$

$$Py = Pyт \cdot Крму \cdot Кр\ \varphi y \cdot Кр\ \gamma y \cdot Кр\ \lambda\ y = 497{,}25\ Н.$$

Табличная скорость и мощность станка: V1=165 м/мин; N1=3,2 кВт.

Поправочные коэффициенты на скорость резания:

Kvc=0,9 от группы обрабатываемости материала;

Kvo=1,0 от вида обработки;

Kvm=0,6 от механических свойств обрабатываемого материала;

Kvг=1,0 от периода стойкости режущей части;

Kvж=1,0 от наличия охлаждения;

Kvи=0,95 от инструментального материала;

$$V = Vт \cdot Kvc \cdot Kvи \cdot Kvj \cdot Kvm \cdot Kvг \cdot Kvж \cdot Kvo = 97{,}34 м/мин.$$

Частота вращения шпинделя:

$$n1 = (1000 \cdot 97{,}34)/(3{,}14 \cdot 12) = 2583{,}3\ об/мин.$$

Табличное значение подачи допустимой шероховатостью: Sот=0,35 мм/об.

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от шероховатости:

Ksм=1,3– от механических свойств обрабатываемого материала;

Ksи=1,0– от инструментального материала;

Kso=1,0– от вида обработки;

Ksж=1,0– от наличия охлаждения.

$$So=Sот \cdot Ksm \cdot Ksn \cdot Kso \cdot Ksж=0,455 \text{ мм/об.}$$

Аналогично рассчитываем остальные режимы резания для точения (таблица 3).

Таблица 3 – Режимы резания для точения

	Подача Sот, мм/об	Сила резания Рхт, Н	Сила резания Рут, Н	Скорость Vт, мм/мин	Частота вращ-я n, об/мин	Подача So, мм/об
Пов-ть 1 п/чистовая	0,0728	1647,1	497,25	97,3	2583,3	0,455
Пов-ть 1 чистовая	0,012	1647,1	497,25	218	5785,6	0,39
Пов-ть 2 п/чистовая	0,1019	1647,1	497,25	97,3	1476,2	0,455
Пов-ть 2 чистовая	0,02	1647,1	497,25	218	3306,1	0,39
Подрезка торца	0,0728	1647,1	497,25	97,3	2583,3	0,455
Растачивание черновое	0,0728	1647,1	497,25	87,6	1328,5	0,455
Растачивание чистовое	0,0728	1647,1	497,25	192,26	2915,7	0,455

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

$$Тшт=Тосн+Твсп+Тобсл+Тотд,$$

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. Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$Тосн=L/(S \cdot n) = 0,5 \text{ мин.}$$

б) Расчет режимов резания для сверления.

Сверло ГОСТ 10903;

Материал сверла – Р6М5;

Диаметр сверла: 3,2 мм;

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: 1,6мкм;

Стойкость инструмента, Т = 30 мин.

Выбор глубины резания: t=1,6 мм.

Выбор подачи: Sот=0,07 мм/об;

Vт=29м/мин;

Рт=460Н;

Nт=0,13кВт;

L=17,7мм.

Поправочные коэффициенты для расчета подачи:

Ksm=0,58 от механических свойств обрабатываемого материала;

$$So = Sот \cdot Ksm = 0{,}0406 \text{ мм/об.}$$

Поправочные коэффициенты на скорость резания:

Kvm=0,58 от механических свойств обрабатываемого материала;

Kvз=1,0 от вида заточки инструмента;

Kvж=1,0 от наличия охлаждения;

Kvт=1,15 от периода стойкости инструмента;

Kvw=0,9 от состояния обрабатываемой поверхности;

Kvи=1,0 от инструментального материала;

Kvl=1,0 от длины рабочей части сверла;

Kvп=1,4 от покрытия инструментального материала.

$$V = Vт \cdot Kvз \cdot Kvт \cdot Kvw \cdot Kvm \cdot Kvи \cdot Kvж \cdot Kvп \cdot Kvl = 24{,}37 \text{м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = (1000 \cdot 24{,}37)/(3{,}14 \cdot 3{,}4) = 2282{,}7 \text{ об/мин.}$$

Скорость резания:

$$Vs = So \cdot n = 0{,}0406 \cdot 2282{,}7 = 92{,}68 \text{ м/мин.}$$

Аналогично рассчитываем остальные режимы резания для сверления (таблица 4).

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$Tосн = L/(S \cdot n) = 4{,}85 \text{ мин.}$$

Таблица 4 – Режимы резания для сверления

	Сила резания P, Н	Скорость Vs, мм/мин	Частота вращ-я n, об/мин	Подача So, мм/об
Сверление Ø 3,4	460	92,68	2282,7	0,0406
Сверление Ø 3	460	92,68	2282,7	0,0406
Сверление Ø 2	460	92,68	2282,7	0,0406
Нарезание резьбы М3	1,72	5,9	626,3	0,5
Нарезание резьбы М2	1,72	5,9	939,5	0,4

в) Расчет режимов резания при фрезеровании.

Материал инструмента: Р6М5;

Задний угол α: 16^{o};

Передний угол γ: 10^{o};

Стойкость инструмента Т: 30мин.;

Число зубьев: 3

Количество рабочих ходов: 2.

Выбор глубины резания: t=8 мм.

Выбор подачи: Sz^{l}= 0,08мм/зуб.

Поправочные коэффициенты на подачу:

Ksм=0,6– от механических свойств обрабатываемого материала;

Ksи=1,0– от инструментального материала;

Ksz=1,0– от количества зубьев;

Ksl=1,25– от отношения вылета фрезы к ее диаметру.

$$Sz=Sz^{l}\cdot Ksm\cdot Ksи\cdot Ksz\cdot Ksl=0,06 \text{ мм/зуб.}$$

Выбор скорости и мощности резания:

$$Vt=36 \text{ м/мин}; Nt=0,32 \text{ кВт}.$$

$Kvo=K_No= 0,5$ – от группы обрабатываемости материала;

$Kvm=0,6$; $K_Nm=1,6$ – от механических свойств обрабатываемого материала;

$Kvи=K_{NИ}= 1,0$ – от материала режущей части;

$Kvт=K_Nт= 1,25$ – от периода стойкости режущей части;

$Kvb=K_Nb= 1,0$ – от ширины фрезерования;

$Kvп=K_Nп= 1,0$ – от состояния поверхности заготовки;

$Kvж=K_Nж= 1,0$ – от наличия охлаждения.

$$V=Vт\cdot Kvo\cdot Kvи\cdot Kvт\cdot Kvm\cdot Kvb\cdot Kvж\cdot Kvп=13,5 \text{ м/мин}.$$

$$N=Nт\cdot K_Nb\cdot K_Nт\cdot K_{NИ}\cdot K_Nm\cdot K_No\cdot K_Nж\cdot K_Nп=0,32 \text{ кВт}.$$

Частота вращения шпинделя:

$$n=(1000\cdot 13,5)/(3,14\cdot 16)=268,7 \text{ об/мин}.$$

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$Tосн=L/(S\cdot n) = 1,1 \text{ мин}.$$

Таблица 5 – Основное, вспомогательное и штучное время

	Точение	Фрезерование	Сверление
Тосн, мин	0,5	1,1	4,85
Твсп, мин	0,17	0,17	0,17
Тшт, мин	0,72	1,37	5,42

2.2.6 Выводы по разделу

Проектный вариант технологического процесса изготовления детали «корпус АКЕЯ 715564.028» усовершенствован за счет уменьшения количества операций (три операции заменены на 2 установа) и уменьшения количества технологического оборудования для обработки данной детали. Также выбран другой способ получения заготовки, вместо горячекатаного прутка калиброванный. Исходя из этого уменьшилось время на обработку данной детали.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки.

Промышленный робот – это устройство с программным управлением. Робот подобно человеку, но автоматически, выполняет вспомогательные (установ, съем, погрузка, разгрузка) и основные технологические операции (сборка, сварка, пайка, покраска) в процессе изготовления изделия. Все промышленные роботы имеют “руку”, которую называют манипулятором, механизмы для захвата и подачи предмета обработки и средства обработки. Схватом называется механическое захватное устройство, представляющее собой механизм, удерживающий объект посредством зажима рабочими элементами при их перемещении двигателем. Классификация ЗУ представлена на рисунке 8.

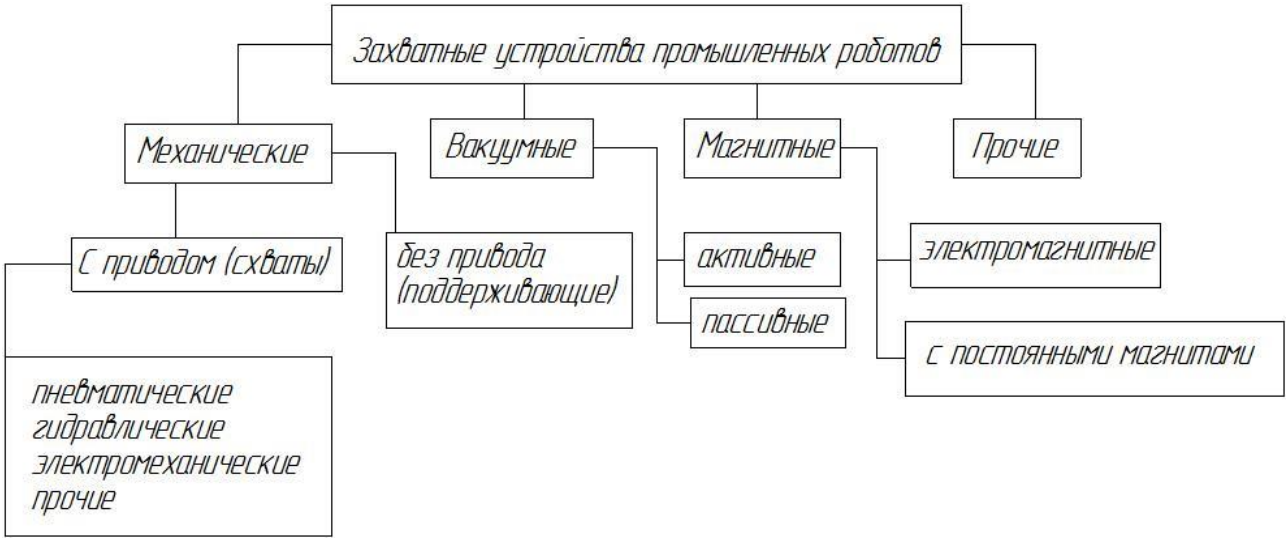


Рисунок 8 – Захватные устройства промышленных роботов

Основными техническими характеристиками захватных устройств всех типов являются: номинальная грузоподъемность, усилие захватывания, предельно допустимые значения приложенных сил и моментов по осям

системы координат захватного устройства, время захватывания и время отпускания, масса, габаритные размеры, показатели надежности.

В большом многообразии известных конструкций схватов можно классифицировать их по следующим основным признакам:

1) По типу закрепляемых деталей:

- для деталей типа валов;
- для деталей типа фланцев, дисков, шкивов, зубчатых колес и т.д.;
- для деталей плоской и прямоугольной формы.

При выборе кинематической схемы и конструкции схвата необходимо обязательно учитывать характер движения губок схвата. Так для закрепления и надежного удержания и базирования деталей круглой формы (валы, шкивы, диски и др.) губки схвата могут перемещаться как по радиусу, так и в плоскопараллельном направлении, поскольку эти оба вида перемещения практически не повлияют на надежность закрепления и точность базирования. В то же время при захвате заготовок плоской и прямоугольной формы губки схвата должны перемещаться только в плоскопараллельном направлении. В противном случае не будет обеспечен правильный контакт губок схвата с закрепляемыми поверхностями.

2) По характеру базирования заготовок различают:

- центрирующие схваты, обеспечивающие точное положение оси или плоскости симметрии захватываемого объекта. В таких схватах должно обеспечиваться одновременное перемещение всех губок по направлению к центру или плоскости симметрии заготовки;
- базирующие схваты определяют точное положение базовой поверхности закрепляемой заготовки. В этом случае одна из губок (базовая) остается неподвижной, а вторая перемещается в направлении к закрепляемой поверхности;
- фиксирующие схваты, в которых сохраняется точное положение объекта в момент захватывания его.

3) По числу рабочих позиций схваты можно разделить на однопозиционные и многопозиционные. По характеру работы многопозиционные схваты можно разделить на три группы: последовательного, параллельного и комбинированного действия.

- К схватам последовательного действия относят двухпозиционные устройства, имеющие загрузочную и разгрузочную позиции.
- Многопозиционные схваты параллельного действия имеют ряд позиций для одновременного захватывания или высвобождения группы деталей.
- Схваты комбинированного действия оснащены группами параллельно работающих позиций, причем группы эти проводятся в действие независимо одна от другой.

4) По рабочему диапазону размеров закрепляемых деталей различают:

- широкодиапазонные схваты, способные к центрированию и удержанию заготовок деталей и объектов в широком диапазоне размеров захватываемых поверхностей без переналадки или подстройки;
- узкодиапазонные, способные к удержанию объектов в ограниченном диапазоне размеров захватываемых поверхностей. При использовании узкодиапазонных схватов для сокращения времени переналадки для перехода на другой закрепляемый объект применяют конструкции быстросменных или автоматически заменяемых схватов.

5) По типу привода различают схваты:

- с пневмоприводом, использующим сетевой сжатый воздух с давлением 0,4 Мпа. Такой тип привода применяют для закрепления объектов массой до 10кг;
- с гидроприводом, использующим специальную гидростанцию с рабочим давлением масла от 3 до 12,5 Мпа. Такой тип привода целесообразно применять для захватывания крупногабаритных тяжелых объектов массой более 20кг;

- с электроприводом, использующим малогабаритные электродвигатели постоянного тока. Таким приводом оснащают захватные устройства для деталей массой от 5 до 20 кг;
- неприводные схваты, в которых детали удерживаются вследствие эффекта самозатягивания или запирающего действия губок. Как правило, работа схватов такого типа возможна при их вертикальном положении, при котором запирающее действие обеспечивается весом захватываемого объекта.

Наиболее подходящим вариантом для заданной детали типа «корпус» массой 68 грамм является унифицированное захватное устройство, предназначенное для деталей типа вал, с центрирующим схватом, обеспечивающим точное положение оси. По числу рабочих позиций: однопозиционной, узкодиапазонный, так как тип производства деталей крупно-серийный, с пневмоприводом (для захвата деталей меньше 10 кг).

3.2 Проектирование и расчет специального станочного приспособления

Наиболее подходящим вариантом для заданной детали типа «корпус АКЕЯ 715564.028» массой 68 грамм является унифицированное захватное устройство для деталей плоской или прямоугольной формы. По числу рабочих позиций: однопозиционной, узкодиапазонный, так как тип производства деталей крупно-серийный, с пневмоприводом (для захвата деталей меньше 10 кг).

Проведение расчетов схвата осуществляется в следующей последовательности:

1) расчет усилий захватывания заготовки губками схвата;

2) расчет сил, действующих на элементы конструкции схвата, и определение размеров силового гидро- или пневмопривода;

3) расчет конструктивных параметров нагруженных элементов схвата.

Расчет захватного устройства для детали «корпус»

Исходные данные:

– транспортируемая деталь: коробка с деталями (35 штук);

– масса детали – 68·35=2380 г;

– принятое максимальное ускорение при переносе детали,

а=3 м/с^2 (выбирается в зависимости от массы детали);

Принятая схема схвата приведена на рисунке 9. Данная схема рычажного типа обеспечивает поступательное перемещение губок, точное центрирование, а также самая технологичная.

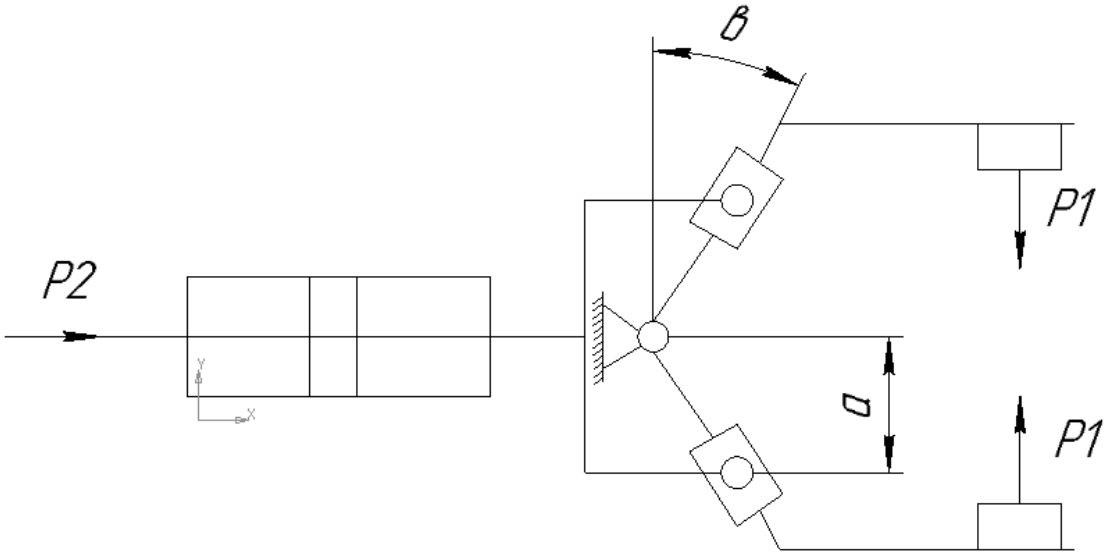


Рисунок 9 – Кинематическая схема выбранного типа ЗУ

Так как схват может занимать как вертикальное, так и горизонтальное положение, принимаем способ удерживания заготовки за счет сил трения. Учитывая, что заготовка стальная, выбираем механический тип ЗУ.

Определим потребное усилие для удержания транспортируемой детали, считая, что удержание детали происходит за счет сил трения.

$$P_1 = m(g + a) \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где m – масса удерживаемой детали, кг;

g – ускорение силы тяжести (9,8 м/с^2);

а – ускорение центра масс при транспортировке, м/с^2;

$К_1$ – коэффициент, зависящий от формы губок схвата, положения детали по отношению к губкам схвата и направления действия силы тяжести;

$К_2$ – коэффициент запаса (1,5…2,0).

$$К_1 = (tgв/2)+(a/2b),$$

где в=45^o, а=50мм, b=100мм.

$$К_1=(tgв/2)+(a/2b)=(1/2)+(50/200)=0,75.$$

$$Р_1 = m\cdot (g+a)К_1\cdot К_2=2,38\cdot (9,8+3)\cdot 1,5\cdot 0,75=45,6 \text{ Н}.$$

Усилие привода $Р_2$ для принятой схемы схвата :

$$Р_2 = (2Р_1\cdot в\cdot Cos^2\Theta)/a,$$

где в=100мм (принимаем из конструктивных соображений); а=50мм (принимаем из конструктивных соображений).

Угол Θ определим из величины максимального перемещения губок:

$$S = (Dмакс–Dмин)/2+\Delta,$$

где Dмакс - максимальный диаметр детали, мм;

Dмин - минимальный диаметр детали, мм;

Δ - дополнительный ход губок для выхода губок от поверхности детали.

S=25 мм.

Тогда,

$$\Theta = \arcsin(S/l)= \arcsin(25/50)=30^o.$$

$$Р_2 = (2Р_1\cdot в\cdot Cos^2\Theta)/a=(2\cdot 45,6\cdot 100\cdot Cos^2 30)/50=136,8 \text{ Н}$$

Определим необходимый диаметр пневмоцилиндра привода схвата:

$$d=\sqrt{(4P_2/пи\cdot P\cdot ŋ_1\cdot ŋ_2}$$

где Р - давление в пневмосистеме, Мпа. Принимаем Р = 0,4 Мпа.

d= 20,88 мм

Принимаем d= 20 мм (по ГОСТ 6540-68).

Из конструктивных соображений принимаем расстояние между шарнирами в рычагах с = 50 мм. Тогда усилие, действующее на шарниры,

$$F_{ш}=\frac{F\cdot l}{c}=\frac{1{,}710\cdot 50}{50}=1{,}7\ \text{Н}$$

Диаметр шарниров выбираем из расчета на срез:

$$d=\sqrt{\frac{4\cdot F_{ш}}{120\pi}}$$

Тогда,

$$d=\sqrt{\frac{4\cdot 1{,}7}{120\cdot 3{,}14}}=\sqrt{\frac{6{,}8}{38{,}21}}=0{,}17\ \text{мм}$$

Принимаем $d_ш$=10 мм.

Проверяем шарниры на смятие, задаваясь допускаемым напряжением на смятие для стали 14Х17Н2 [σ см] = 196 Мпа:

$$\sigma_{см}=\frac{2F_{ш}}{\pi d_{ш} b},$$

где b = 50 мм (принятая ширина шарнира).

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 1{,}7}{3{,}14 \cdot 10 \cdot 50} = 0{,}003 \text{Мпа} < 196 \text{ МПа}.$$

В ходе проверки шарниров на смятие убедились, что максимальное возможное напряжение на смятие намного меньше допустимого, из этого следует, что коробка с деталями в ходе схвата роботом не сомнется в процессе эксплуатации.

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента

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

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно, это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

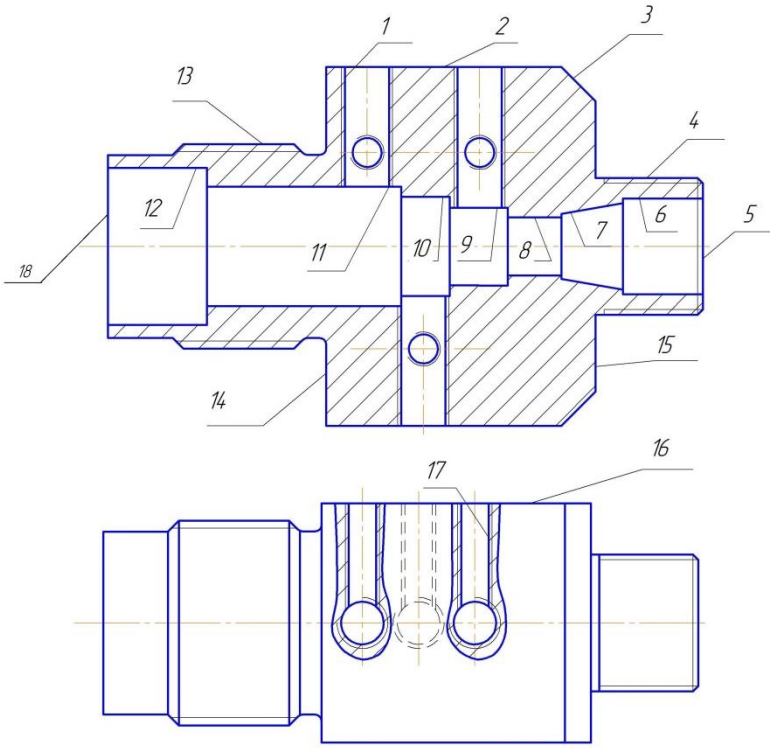


Рисунок 10 – Эскиз детали «корпус»

При изготовлении детали «корпус» для обработки поверхностей 6 и 7 разрабатываем комбинированный инструмент. Для остальных же операций применим современный режущий инструмент.

Для обработки поверхности 1 применим фрезу концевую ECA–B–3 10–22C10–72 (рисунок 11).

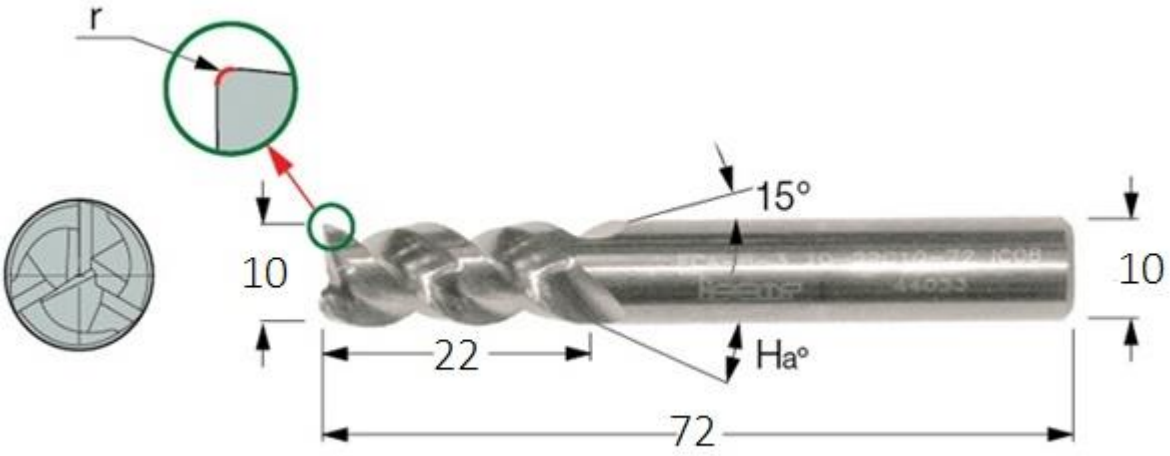


Рисунок 11 – Фреза концевая ECA–B3 10–22C10–72

Для обработки поверхности 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15 (внешний контур детали) применим проходной резец с державкой PWLNR 1616H-06 (рисунок 12) и пластиной Iscar WNMG 06T304-NF IC9150 (рисунок 13).

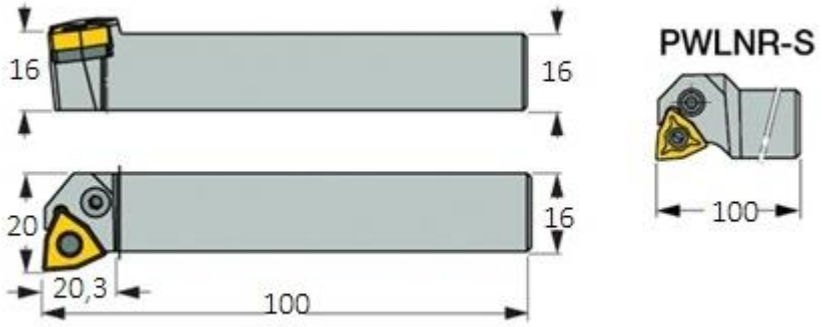


Рисунок 12 – Державка PWLNR 1616H-06

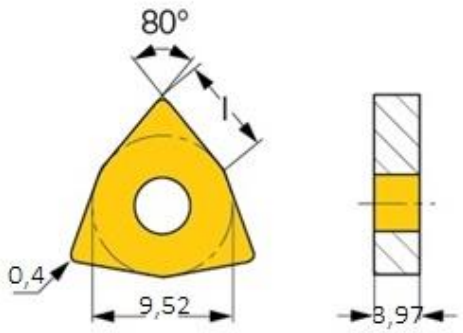


Рисунок 13 – Пластина Iscar WNMG 06T304-NF IC9150 (l=6.52, α=5°, γ= 5°)

Для обработки поверхности 4 применим резьбовой резец с державкой SER1212F (рисунок 14) и пластиной 16ER 0.50 ISO IC908 (рисунок 15).

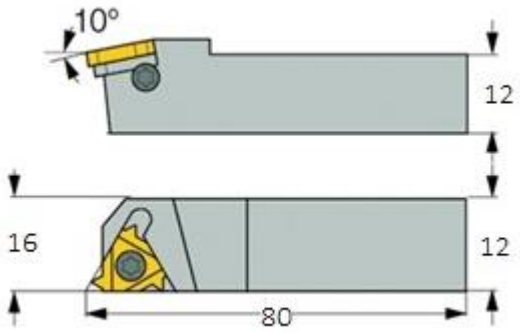


Рисунок 14 – Державка SER1212F

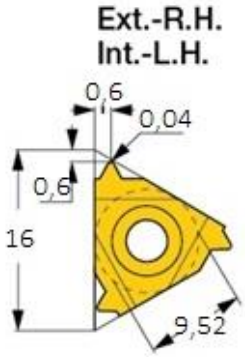


Рисунок 15 – Пластина Iscar 16ER 0.5 ISO IC908 (z=1, α=3°, γ= 10°)

Для обработки поверхности 8 применим твердосплавное сверло диаметром 3,2 мм.

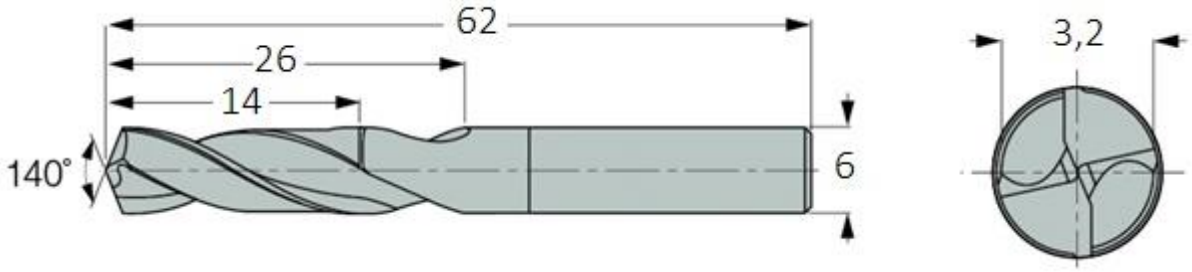


Рисунок 16 – сверло SCD 032-020-060 AP3

Для обработки поверхности 13 применим резьбовой резец с державкой SER1212F (рисунок 17) и пластиной 16ER 0.75 ISO IC908 (рисунок 18).

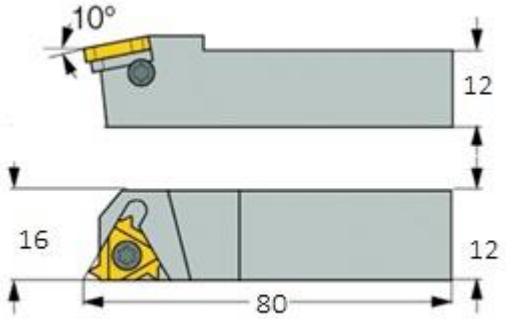


Рисунок 17 – Державка SER1212F

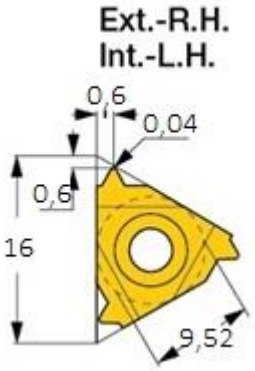


Рисунок 18 – Пластина Iscar 16ER 0.75 ISO IC908 (α=3°, γ= 10°)

Для обработки поверхности 1 и 17 применим твердосплавные сверла диаметрами 1,6 и 2,5 мм (рисунок 19). Характеристика сверл указана в табл.6.

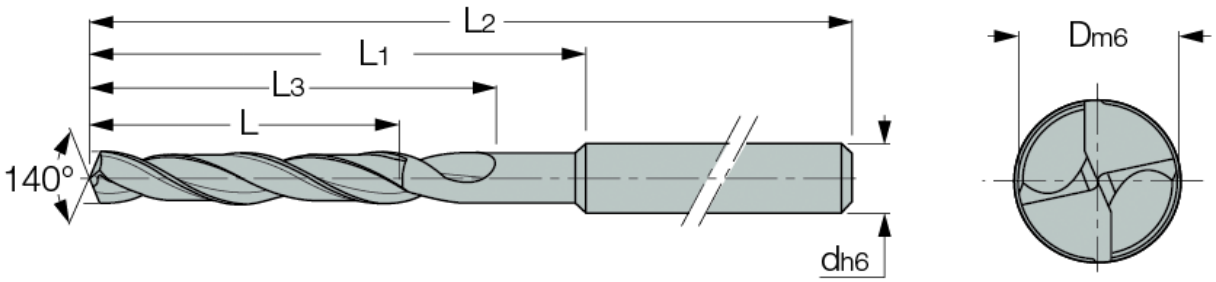


Рисунок 19 – Сверло SCD 0**-016-030 AP6

Таблица 6 – Характеристика сверл

Наименование сверла	L(мм)	L3(мм)	L2(мм)	d(мм)	D(мм)	L1(мм)
SCD 016-016-030 AP6	9,6	12,8	46	3	1,6	16,7
SCD 025-016-030 AP6	15	20	60	3	2,5	23,5

Для обработки 1 и 17 поверхности (нарезание резьбы) применим метчики TPH M-*X0.4-W (рисунок 20). Характеристика метчиков указана в табл.7.

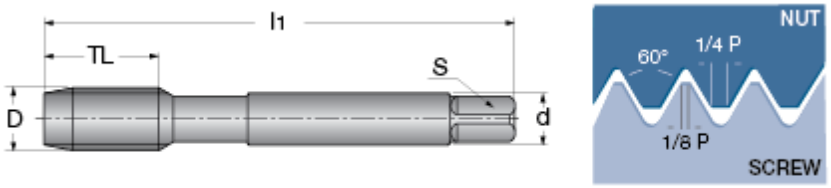


Рисунок 20 – Метчик TPH M-*X0.4-W (α=4°, γ= 10°)

Таблица 7 – Характеристика метчиков

Наименование метчика	l1(мм)	TL(мм)	S(мм)	d(мм)	D(мм)
ТРН М-2Х0.4-W	36	8	2.1	2.8	М2
ТРН М-3Х0.4-W	15	20	60	3	М3

Для обработки поверхности 18 (отрезка детали) применим отрезной резец с державкой DGTR 16B–2D32 (рисунок 21) и пластиной DGN 2202J IC908 (рисунок 22).

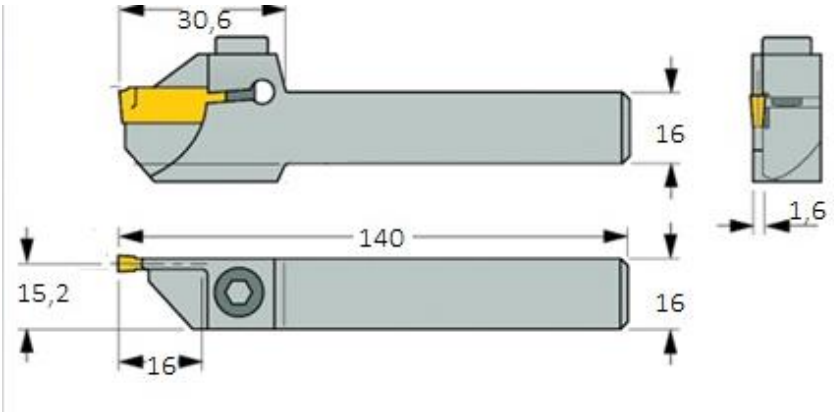


Рисунок 21 – Державка DGTR 16B–2D32

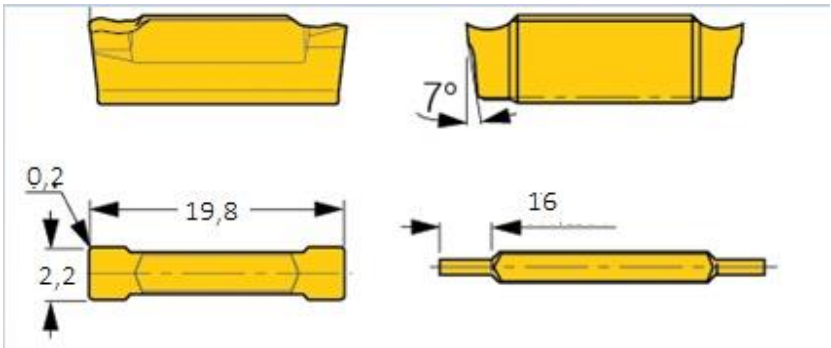


Рисунок 22 – Пластина DGN 2202J IC908 ($\alpha = 2^{o}$; $\gamma = -5^{o}$)

Для расточки внутренних поверхностей 9,10,11,12 применим расточной резец с державкой E06H SWUBL-06 (рисунок 23) и пластиной WBMT 060101R (рисунок 24).

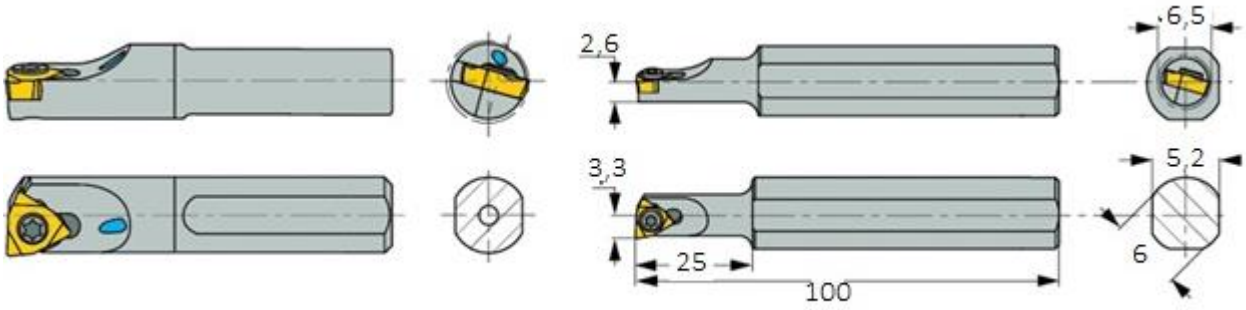


Рисунок 23 – Державка E06H SWUBL-06

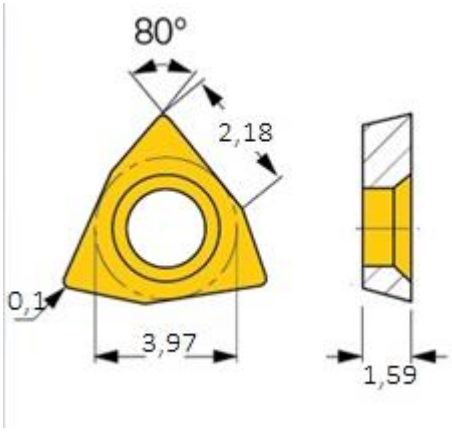


Рисунок 24 – Пластина WBMT 060101R (α=3°, γ= 15°)

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента

Исходные данные:

- обрабатываемый материал – Сталь 14Х17Н2 (НВ 10^{-1} = 229-293 МПа);
- параметры для развертывания: Ø3,8Н9($^{+0,03}$); Ø5,6Н9($^{+0,03}$); глубина развертывания соответственно: 3,6$^{+0,05}$мм; 4,7±0,2мм;

Исходя из этого, проектируется комбинированный инструмент – ступенчатая развертка.

Комбинированная развёртка (рисунок 25) – точный инструмент, который предназначен для обработки комбинированного отверстия. Преимущество использования комбинированной развёртки – сокращение

количества рабочих ходов, точность отверстий, концентричность операций и сокращение времени, затраченного на обработку отверстий.

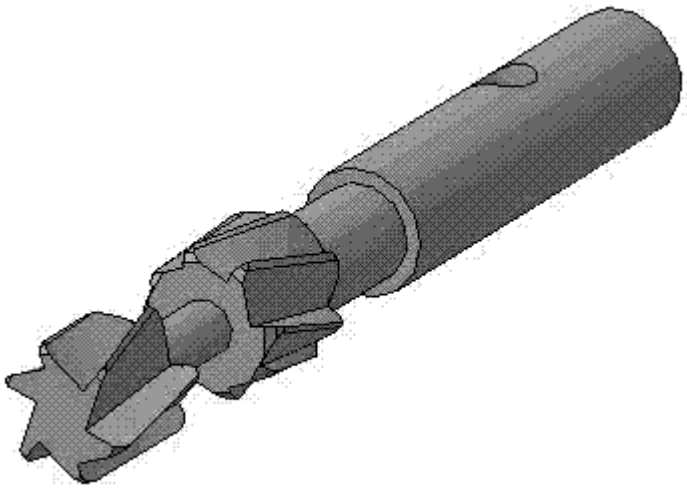


Рисунок 25 – Комбинированная развертка

Из исходных данных берем все необходимые размеры и проектируем развертку, которая удовлетворяла бы всем требованиям. Материал сверла берем Р9Ф5, ванадиевая быстрорежущая сталь. Рекомендуется для изготовления разверток для чистовой обработки. Применяется для обработки труднообрабатываемых материалов.

1) номинальный диаметр меньшего отверстия D1=3,8H9+0,03 мм;

2) номинальный диаметр большего отверстия D2=5,6H9+0,03 мм.

Диаметр развертки:

$$D_i = D_{imin} + B_i + p,$$

где D_{imin} – минимальный диаметр соответствующей ступени отверстия; Bi – верхнее предельное отклонение диаметра отверстия; p – допуск на разбивание отверстия =0,02мм.

$$D_1 = 3,8 + 0,03 = 3,83 \text{ мм};$$

$$D_2 = 5,6 + 0,03 = 5,63 \text{ мм}.$$

1) $d_{min1} = 3,8$ мм;

$$d_{max1}=3,8+0,03+0,02=3,85 \text{ мм.}$$

2) $d_{min1}=5,6$ мм;

$$d_{max1}=5,6+0,03+0,02 =5,65 \text{ мм.}$$

Геометрические параметры развертки принимаем по ГОСТ 1672–80:

Передний угол примем $\Upsilon=5°$, а задний угол $\alpha=10°$. Величина заднего угла выберется одинаковой на режущей и калибрующей частях. На калибрующей части выполняется ленточка f=0.2 мм.

Угол наклона зубьев целесообразно выполнить равным нулю, что упрощает технологию изготовления развертки.

Главный угол в плане φ на заборной части зависит от свойств обрабатываемого материала, поэтому примем $\varphi=5°$

Длина калибрующей части развертки:

$$L_к=0,25\cdot D_i+L_{кс}\cdot n,$$

где $L_{кс}$ = 0,7мм – величина калибрующей части стачивания при одной переточки; n=10 – число переточек;

$L_к=0,25\cdot 3,83 +0,7\cdot 10=7,9575$ мм;

$L_к=0,25\cdot 5,63 +0,7\cdot 10=8,4075$ мм.

Длина заборной части:

$$L_{зч}=(1,3…1,4)t\cdot ctg\varphi+1…3$$

$L_{зч}=3$ мм.

Длина рабочей части ступени:

$$L_i=(0,8…3)D$$

$L_1=3,8$ мм;

$L_2=5$ мм.

Чтобы исключить повреждение обработанной поверхности при выводе развертки из отверстия, конец калибрующей части необходимо выполнить по радиусу равному 3–5 мм.

Число зубьев развертки определяется зависимостью:

$$Z=1{,}2\sqrt{D}+2$$

$Z_1 \approx 6$; $Z_2 \approx 6$.

Принимаем для всех ступеней развертки число зубьев 6

Размеры профиля стружечных канавок развертки представлены в таблице 8.

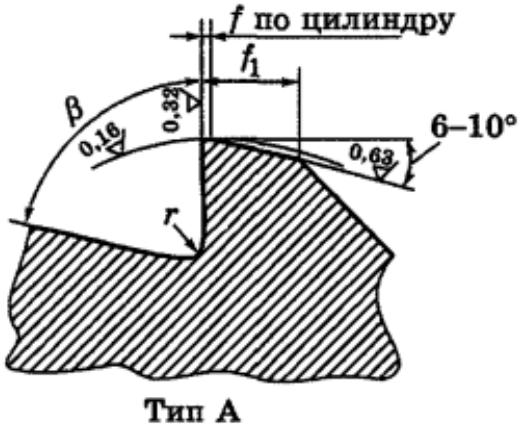


Рисунок 26 – Параметры профиля стружечных канавок

Таблица 8 – Размеры профиля стружечных канавок развертки

f,мм	f1,мм		β,°	r,мм
0,1–0,2	номинальный	допуск	85–90	0,5
	0,5–0,7	0,2		

Угловой шаг ω зубьев развертки выбирается по ГОСТ 7722–77:

$\omega_1=58°02`$; $\omega_2=59°53`$; $\omega_3=62°05`$.

Рисунок 27 – Угловой шаг зубьев развертки

Хвостовик развертки:

Хвостовик комбинирующей развертки берем цилиндрический. Параметры цилиндрического хвостовика принимаем по ГОСТ 1672–80.

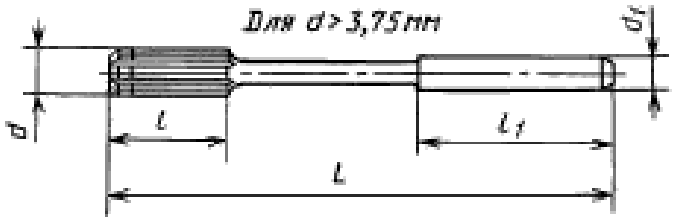


Рисунок 28 – Параметры развертки с цилиндрическим хвостовиком

d_1=9мм

l_1=25мм

Общая длина развертки равна:

$$L=l_1+l_2+l_{ш1}+l_{ш2}+l_{хв}=3,8+7+7+25=42,8 \text{ мм}$$

Проверочный расчет режимов резания:

В качестве проверочного расчета принимаем проверку условий резания по мощности.

$$N_э < N_{ст} \cdot \eta,$$

где $N_э$ – эффективная мощность резания;

$N_{ст}$ – мощность станка;

η –коэффициент полезного действия.

Принимаем:

$N_{ст}$=5,5кВт;

η=0,8.

Определим скорость главного движения резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{qv}}{T^{mv} \cdot S^{yv} \cdot t^{xv}} \cdot k_v,$$

где C_v – коэффициент учитывающий условия обработки;

q_v, x_v, m_v, y_v – показатели степени;

T – период стойкости;

t – глубина резания;

k_v–общий поправочный коэффициент;

S– подача.

Принимаем:

C_v =10,6; q_v=0,3; x_v=0,2; m_v=0,4; y_v=0,65; T =30; t_1 =0,25мм; t_2 =0,25мм; k_v=0,63; S=0,04 мм/об.

$$V_1 = \frac{10,6 \cdot 3,8^{0,3}}{30^{0,4} \cdot 0,04^{0,65} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,63 = 28,476 \text{ м/с};$$

$$V_2 = \frac{10,6 \cdot 5,6^{0,3}}{30^{0,4} \cdot 0,04^{0,65} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,63 = 32 \text{ м/с}.$$

Число оборотов определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1},$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 28,476}{\pi \cdot 3,8} = 2386 \text{мин}^{-1},$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 32}{\pi \cdot 5{,}6} = 1819 \text{мин}^{-1}$$

Момент сопротивления сил резанию (крутящий момент) при развертывании определяется по формуле:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^{xp} \cdot S_Z{}^{yp} \cdot D \cdot Z}{2 \cdot 100},$$

где C_p – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала;

x_p, y_p – показатели степени;

S_z – подача на один зуб;

Z – число зубьев развёртки.

Принимаем:

C_p =300; x_p=1; y_p =0,75; S_z =0,006 мм/об; t_1 =0,25мм; t_2 =0,25мм; Z =6.

$$M_1 = \frac{300 \cdot 0{,}25^1 \cdot 0{,}006^{0{,}75} \cdot 3{,}8 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 0{,}18 \text{ Нм};$$

$$M_2 = \frac{300 \cdot 0{,}25^1 \cdot 0{,}006^{0{,}75} \cdot 5{,}6 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 0{,}28 \text{ Нм}.$$

$M_{кр}$=0,18+0,28=0,46 Нм

Тогда мощность резания (эффективная):

$$N_э = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} \text{ кВт},$$

где $n_{ст}$=2000мин$^{-1}$ – частота вращения инструмента при растачивании.

$$N_э = \frac{0{,}46 \cdot 2000}{9750} = 0{,}1 \text{ кВт}.$$

0,1 < 5,5· 0,8

0,1 < 4,4

Проверочный расчет показал, что мощности станка хватит для развертывания отверстия.

3.5 Проектирование операции технического контроля и выбор измерительного оборудования и оснастки

Таблица 9 – Приборы контроля детали «корпус АКЕЯ 715564.028»

Контролируемый параметр	Контрольный прибор
34,9; 14h12;	Микрометр МК 25-1 ГОСТ 6507-90
ø3,4H9; ø5,8H9; ø4,54H9; ø3,8H9; ø5,6H9; ø7+0,036; ø9,2H9;	Индикаторный нутромер Mitutoyo 526-152-1 ГОСТ 868-82
ø21-0,52; ø10,7f9; ø10,8h13;	Штангенциркуль ШЦ-125-0,01 ГОСТ 166-89
4,7±0,2; 8,3+0,05; 12,8+0,1; 5,8+0,1; 17,2+0,1; 20,05+0,1; 23,45+0,1; 26,6+0,1; 6,3+0,2;	Глубиномер ГМЦ-25-1 ГОСТ 7470-92
Шероховатость Ra1,6	Визуально, образцы шероховатости.
Резьба внутренняя: М2х0,4; М3х0,5.	– Калибр-пробка 8221-3013 ПР-НЕ; – Калибр-пробка 8221-3019 ПР-НЕ; ГОСТ 24939-81
Резьба наружная: М12х0,75; М8х0,5.	–Калибр-кольцо 8211-0039 ПР; –Калибр-кольцо 8211-0057 ПР. ГОСТ 17763-72

1) Микрометр МК 25–1 (рисунок 29).

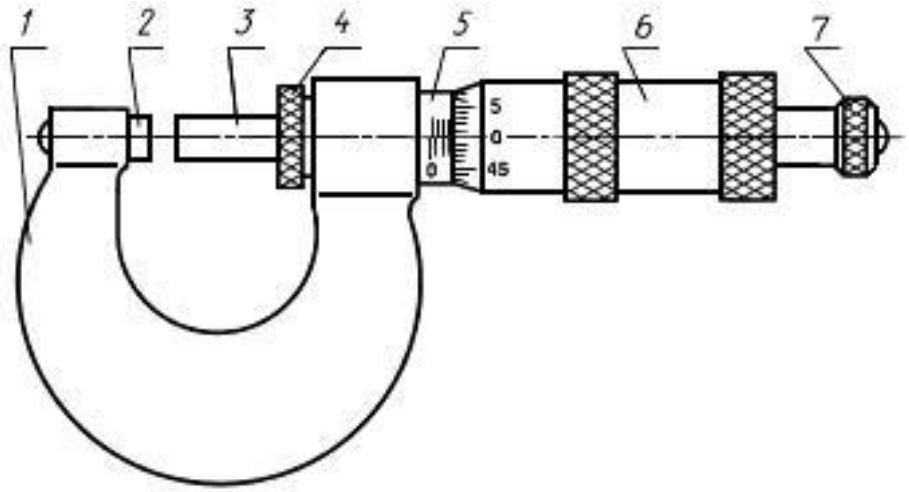


Рисунок 29 – Микрометр МК (1 - скоба; 2 - пятка; 3 - микрометрический винт; 4 - стопор; 5 - стебель; 6 - барабан; 7 - трещотка (фрикцион)

Микрометр гладкий (МК) – средство для измерения наружных линейных размеров, основанием которого является скоба, а преобразующим устройством служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта и микрометрической гайки. Для ограничения измерительного усилия микрометр снабжён трещеткой. Выпускаются в соответствии с ГОСТ 6507-90 и относятся к микрометрическому инструменту и используются для измерения наружных (охватываемых) размеров изделий и деталей прямым абсолютным методом. Измерительные поверхности гладких микрометров оснащаются твердым сплавом. Гладкие части микрометрического винта имеют диаметр 8h9 или 6h9. Для настройки микрометры оснащаются установочными мерами. К микрометрам с диапазоном измерения от 25 мм до 300 мм прилагается одна установочная мера, соответствующая размером нижней границе диапазона микрометра.

2) Индикаторный нутромер Mitutoyo 526-152-1 ГОСТ 868-82 (рисунок 30) Индикаторный нутромер реализует относительный метод измерения. Данный прибор широко применяется для замеров внутренних размеров изделий. Нутромеры индикаторного вида выпускают со стандартизованными пределами измерений (6-10 мм, 10-18 мм, и др.). К прибору прилагаются

сменные стержни и шайбы, устанавливающиеся в отверстие тройника головки нутромера. Они отличаются друг от друга на величину в 1 мм или 5 мм.

Рисунок 30 – Нутромер индикаторный

3) Штангенциркуль нониусный ШЦ-I-125 0,1 кл.1 (рисунок 31) ГОСТ 166-89 изготовлен из углеродистой и нержавеющей стали с хромовым покрытием. Значение отсчёта по нониусной шкале 0,05 мм и 0,1 мм, класс точности изделия – 1 и 2 Шкала – дюймовая и метрическая. Инструментальная сталь имеет твёрдость измерительных поверхностей не менее 51,5 HRC.

Штангенциркуль механический нониусный ШЦ обеспечивает измерение внутренних и наружных линейных размеров, а также измерение глубины. Конструкция штангенциркуля обеспечивает механический принцип измерения. Отсчет измеряемой величины производится методом визуальной оценки и совпадения делений мерительной шкалы на штанге, с делениями нониуса, который расположен на рамке.

Изготовленный в соответствии с ГОСТ 166-89 нониусный штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 кл.1 имеет массовое применение в самых

различных отраслях. ШЦ-I-125 0,1 кл.1 – это профессиональный инструмент, который обеспечивает необходимые требования по проведению измерений, а результаты их выражены в допущенных к применению в РФ единицах величин, а точностные показатели не выходят за установленные границы. Неоспоримым достоинством ШЦ-I-125 0,1 кл.1 является его невысокая цена.

Рисунок 31 – Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1

3) Глубиномер ГМЦ-25-1 ГОСТ 7470-92

Микрометрические глубиномеры (рисунок 32) предназначаются для измерения глубин пазов и высоты уступов до 300 мм. Изготавливаются в соответствии с ГОСТ 7470-92. Принцип действия микрометрического глубиномера основывается на пропорциональности угла поворота измерительной головки и продольного перемещения измерительного стержня (винта). По шкале, которая нанесена на стебле, оценивается количество полных оборотов, а доли оборотов считываются по круговой шкале, которая нанесена на барабан.

Микрометрические глубиномеры могут быть:

- с отсчетом по шкалам стебля и барабана (ГМ),

- с отсчетом по электронному цифровому устройству и шкалам стебля и барабана (ГМЦ).

Рисунок 32 – Глубиномер ГМЦ-25-1 ГОСТ 7470-92

4) Шероховатость поверхностей измеряется визуально. По образцам шероховатость контролируют, сравнивая контролируемую поверхность с эталонным образцом (рисунок 33).

Плюсы контроля: простота, удобство и эффективность, возможность определения качества поверхности в сложных условиях, повышение производительности, длительный срок эксплуатации.

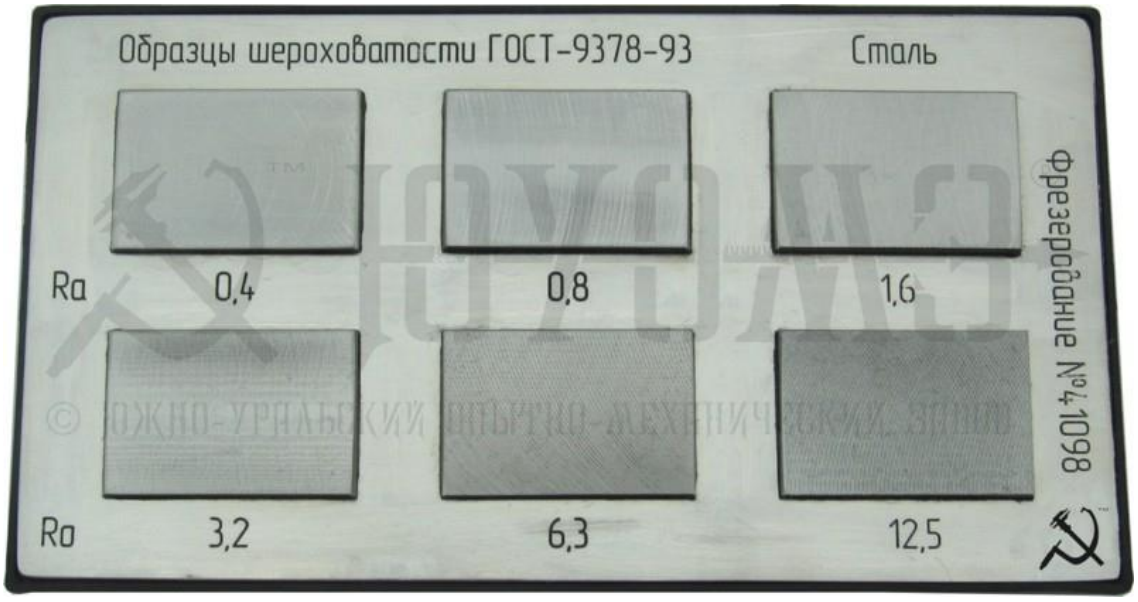


Рисунок 33 – Эталонные образцы шероховатости

5) Для контроля наружной и внутренне метрической резьбы использовать резьбовые пробки ГОСТ 17756-72 и резьбовые кольца ГОСТ 17763-72 соответственно.

Калибры-пробки (рисунок 34) для контроля внутренней резьбы:

– Калибр-пробка 8221-3013 ПР-НЕ;

– Калибр-пробка 8221-3019 ПР-НЕ.

Калибры-кольца (рисунок 35) для контроля наружной резьбы:

–Калибр-кольцо 8211-0039 ПР;

–Калибр-кольцо 8211-0057 ПР.

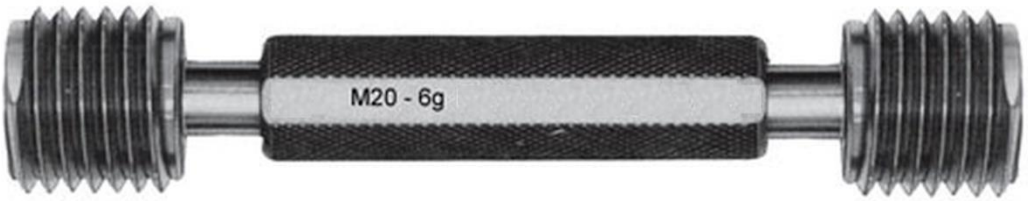


Рисунок 34 – Калибр-пробка резьбовой ПР-НЕ

Рисунок 35 – Калибр-кольцо резьбовой ПР

Калибрами называются такие измерительные инструменты, которыми проверяются правильность размеров и формы изделий и при помощи которых

можно установить, что изготовленные изделия соберутся друг с другом в сборке и что это соединение изделий будет нужного качества.

Калибры предназначаются, главным образом, для измерения одного определенного размера. Они не позволяют измерить фактический размер изделия, а только дают возможность установить, что изделие не вышло за пределы указанных в чертеже допусков на его изготовление.

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений автоматизации технологического процесса изготовления детали

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

Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций. Технологический процесс детали «корпус АКЕЯ.715564.028» предусматривает слесарную операцию, а именно удаление заусенцев и притупление острых кромок, появившихся на предыдущих операциях.

Возможность встраивания основного оборудования в ГПС. К выбранному в проектном варианте технологического процесса основному оборудованию можно добавить барфидер для подачи прутка на станок с ЧПУ, а также имеется возможность добавления датчиков для наладки и диагностики оборудования и режущего инструмента.

Концентрация переходов на операциях механической обработки. Переходы на операциях механической обработки сконцентрированы. Концентрация переходов позволяет сократить вспомогательное время на перемещение и переустановку заготовок и улучшить точность обработки, в результате выполнения принципа совмещения баз, а также повышает степень автоматизации технологического процесса.

Габаритные размеры детали: 34,9x21x14 мм; вес – 0,068 кг. Габаритные размеры детали и ее вес позволяют устанавливать деталь, как рабочим, так и малогабаритным роботам, перемещать ее со станка на участок слесарной

обработки. Также требуется использование кран-балки для перемещения заготовок (прутков) со склада заготовок к барфидеру.

Для автоматизации процесса можно использовать промышленного робота со схватом, который будет перемещать коробку с деталями со станка на участок слесарной обработки. Единичное перемещение детали нецелесообразно из-за ее небольших размеров.

Проведенный анализ возможности автоматизации показал, что проектный вариант технологического процесса обработки детали «корпус АКЕЯ.715564.028» возможно частично автоматизировать. Присутствие человека необходимо на участке слесарной обработке, на участке активного контроля, а также для разгрузки кран-балки и загрузки заготовок в барфидер.

С целью принятия решений о производстве изделия, анализе технологической подготовки производства, разработке мероприятий по повышению эффективности производства отработаем конструкцию детали на технологичность.

Так как не учитывается показатель трудоемкости изготовления, себестоимость и коэффициент унификации конструктивных элементов, то оценивают технологичность детали только по качественным показателям. Качественная оценка технологичности детали, обрабатываемой в условиях гибкой производственной системы, приведена в таблице 10.

Таблица 10 - Качественная оценка технологичности детали

№	Критерий оценки	Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
1	Унифицированность элементов форм детали	Резьбы не унифицированы	Нетехнологично
2	Простота формы детали	Форма сложная (имеется 13 отверстий различного диаметра, лыски)	Нетехнологично

Продолжение таблицы 10

3	Возможность обработки максимального количества поверхностей детали за один установ	За один установ можно обработать 5 из 8 отверстий и 2 из 3 наружные поверхности	Технологично
4	Доступность поверхностей детали для обработки	Все поверхности доступны для обработки режущим инструментом	Технологично
5	Наличие труднообрабатываемых поверхностей детали	На детали нет труднообрабатываемых поверхностей	Технологично
6	Возможность совмещения конструкторских и технологических баз	Все базы можно совместить	Технологично
7	Обеспечение конструкцией детали нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Конструкция обеспечивает нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Технологично
8	Возможность достижения наиболее точных размеров детали на основном оборудовании	Достижения точных размеров на основном оборудовании возможно	Технологично
9	Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании	Достижения минимальной шероховатости на основном оборудовании возможно	Технологично

Окончание таблицы 10

10	Высокая обрабатываемость основного материала	Материал имеет хорошую обрабатываемость	Технологично
11	Возможность обработки детали универсальным режущим инструментом	Обработка унифицированным режущим инструментом возможна	Технологично
12	Коэффициент использования материала	КИМ =0,5	Нетехнологично
13	Минимальная номенклатура режущего инструмента необходимая для обработки всех поверхностей детали при обеспечении заданной точности и шероховатости	Номенклатура режущего инструмента не минимальная (10 инструментов, среди которых для черновой и чистовой обработки)	Нетехнологично
14	Наличие поверхностей для захвата детали промышленным роботом и базирования на промежуточных накопителях и в основном оборудовании	Поверхности для захвата и базирования детали промышленным роботом имеются	Технологично

Качественная оценка технологичности детали показывает, что данная деталь в целом технологична.

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

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

4.2.1 Определение состава и числа оборудования станочного комплекса ГПС

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

$$К = \frac{С_{ср}}{Т_{ср}},$$

где $С_{ср}$ – средняя станкоемкость, приходящаяся на каждый станок, мин;

$Т_{ср}$– средний такт выпуска деталей, мин;

К – число станков по виду оборудования.

$$Т_{ср} = \frac{60Ф_{о}К_{исп}}{N_{год}},$$

где $Ф_{о}$ – годовой фонд времени оборудования, ч ($Ф_{о} = 4025$ ч);

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

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

$$T_{ср} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{2000} = 102,64$$

Результаты определения количества оборудования на каждую операцию технологического процесса сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Количество оборудования на операции ТП

Наименование операции	Средняя станкоемкость, мин	Расчетное количество оборудования, шт	Принятое количество оборудования, шт
005 Токарная с ЧПУ	7,51	0,055	1

4.2.2 Определение характеристик стеллажа-накопителя

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

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

где $Ф_{ст}$ – месячный фонд отдачи станка, ч ($Ф_{ст} = 305$ ч);

$n_{ст}$ –число станков, входящих в ГПС;

$t_{об}$ – средняя трудоемкость обработки одной деталеустановки, мин;

N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования.

Подставляя, получим:

$$K_{наим} = \frac{60 \cdot 305 \cdot 1}{7 \cdot 200} = 13,07 \text{шт.}$$

Полученное число деталеустановок определяет число ячеек в стеллаже. Для обеспечения нормальной работы ГПС необходим запас ячеек в накопителе, равный примерно 10 % от $К_{наим}$, поэтому принимаем

$К_{наим}$=14 шт.

4.2.3 Расчет числа позиций загрузки и разгрузки

Расчет необходимого числа позиций загрузки и разгрузки производят по формуле:

$$n_{поз} = \frac{t \cdot K_{дет}}{Ф_{поз} \cdot 60},$$

где t - средняя трудоемкость операций на позиции, мин;

$K_{дет}$ – число деталеустановок, проходящих через позицию в течение месяца, шт.;

$Ф_{поз}$ – месячный фонд времени работы позиции, ч ($Ф_{поз} = Ф_{ст}$ = 305 ч).

$$K_{дет} = K_{наим} \cdot N,$$

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

Подставляя получим:

$$K_{дет} = 14 \cdot 200 = 2800 \text{ шт.}$$

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

Подставляя получим:

$$n_{поз} = \frac{8 \cdot 2800}{305 \cdot 60} = 1{,}22 \approx 1.$$

4.2.4 Расчет числа позиций контроля

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

$$n_{поз.к} = \frac{t_к \cdot K_{дет.к}}{Ф_{поз} \cdot 60},$$

где $t_к$ – суммарное время контроля одной деталеустановки, мин;

$K_{дет.к}$ – число деталеустановок, проходящих контроль за месяц, шт.;

$Ф_{поз}$ – месячный фонд времени работы позиции контроля, ч.

$$K_{дет.к} = \frac{K_{дет}}{n},$$

где $K_{дет}$ – число деталеустановок, обрабатываемых на комплексе за месяц, шт.;

n – число деталеустановок, через которое деталь выводится на контроль, шт.:

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

где n_1 – плановое число деталеустановок, через которое деталь выводится на контроль по требованию технолога, шт. (n_1=2);

k_1 и k_2 – поправочные коэффициенты, связанные с выводом деталей на контроль по требованию наладчика соответственно для первой деталеустановки в начале смены (k_1) и сразу же после установки нового инструмента (k_2) (k_1 = 1,15; k_2 = 1,05).

Подставляя получим:

$$n = \frac{2}{1{,}15 \cdot 1{,}05} = 1{,}65 \approx 2;$$

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{2800}{2} = 1400.$$

Время контроля одной деталеустановки:

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

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

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

$t_п$ = 5 мин;

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

$t_{к.ок}$ = 10 мин.

Подставляя получим:

$$t_k = 5 + 10 = 15 \text{ мин};$$

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{15 \cdot 1400}{305 \cdot 60} = 1{,}14 \approx 1$$

4.2.5 Проектирование предварительной компоновки ГПС

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

Первый вариант расположения оборудования представлен на рисунке 36.

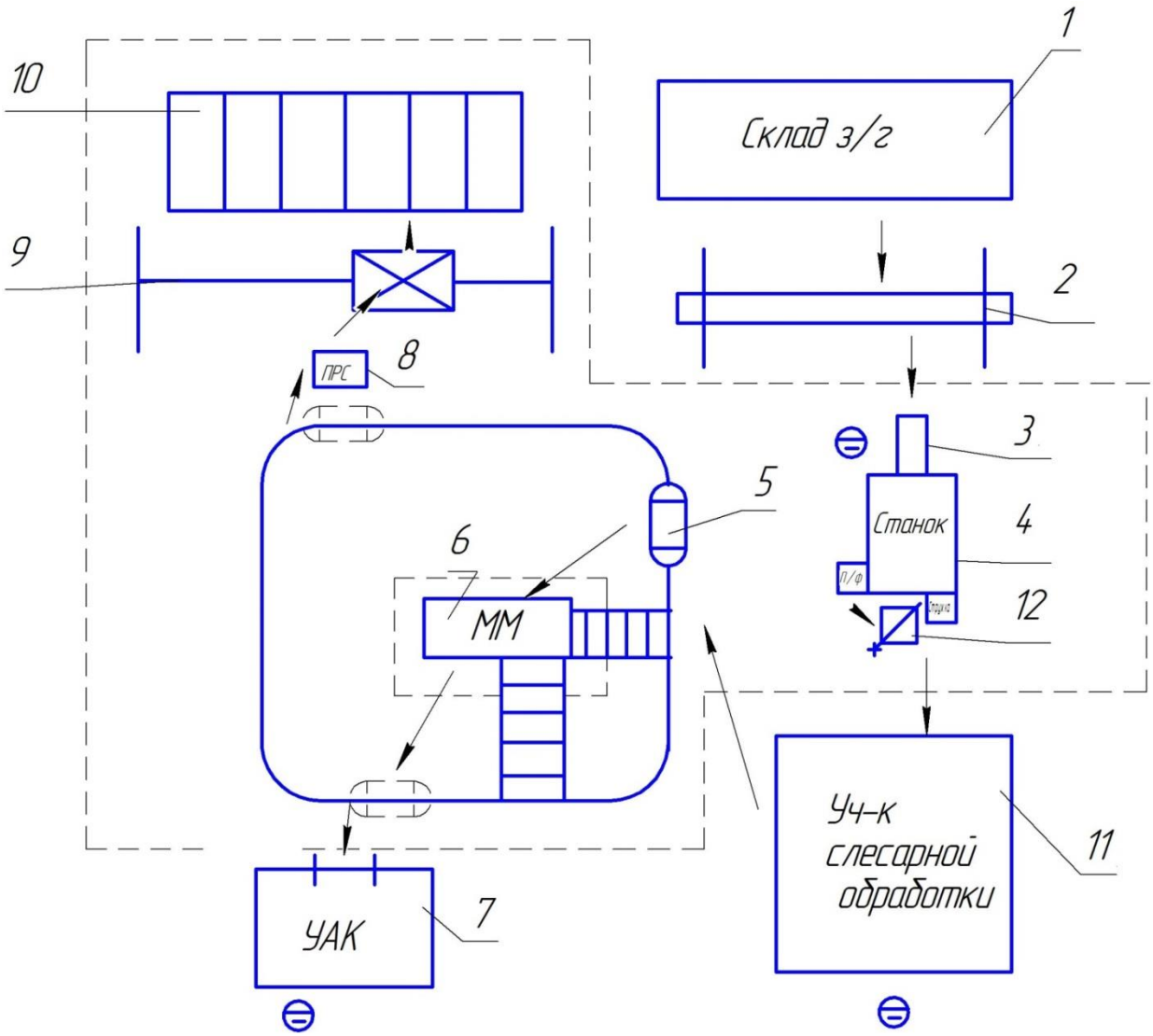


Рисунок 36 – Схема расположения станков

На данной схеме показано перемещение со склада заготовок кран-балкой на барфидер (при участии человека); со станка на участок слесарной обработки, при помощи промышленного робота. Далее с участка слесарной обработки робокар отвозит заготовки на моечную машину, а после на участок активного контроля, где при участии человека производится промежуточный контроль. После контроля робокар перевозит заготовки на приемо-раздаточный стол, откуда кран-штабелёр доставляет их на склад.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 12).

Структурная схема представляет из себя:

1) склад заготовок;

2) кран-балка;

3) барфидер;

4) станок токарный с ЧПУ;

5) робокар;

6) моечная машина;

7) участок активного контроля;

8) приемо-раздаточный стол;

9) кран-штабелёр;

10) склад готовых деталей;

11) участок слесарной обработки;

12) промышленный робот.

Таблица 12 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС (в мм)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		1000										
2			1500									
3				0								
4												600
5						1000						
6							2000					
7								6000				
8									1000			
9										1000		
10												
11					3000							
12											600	

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПС – 16700 (мм).

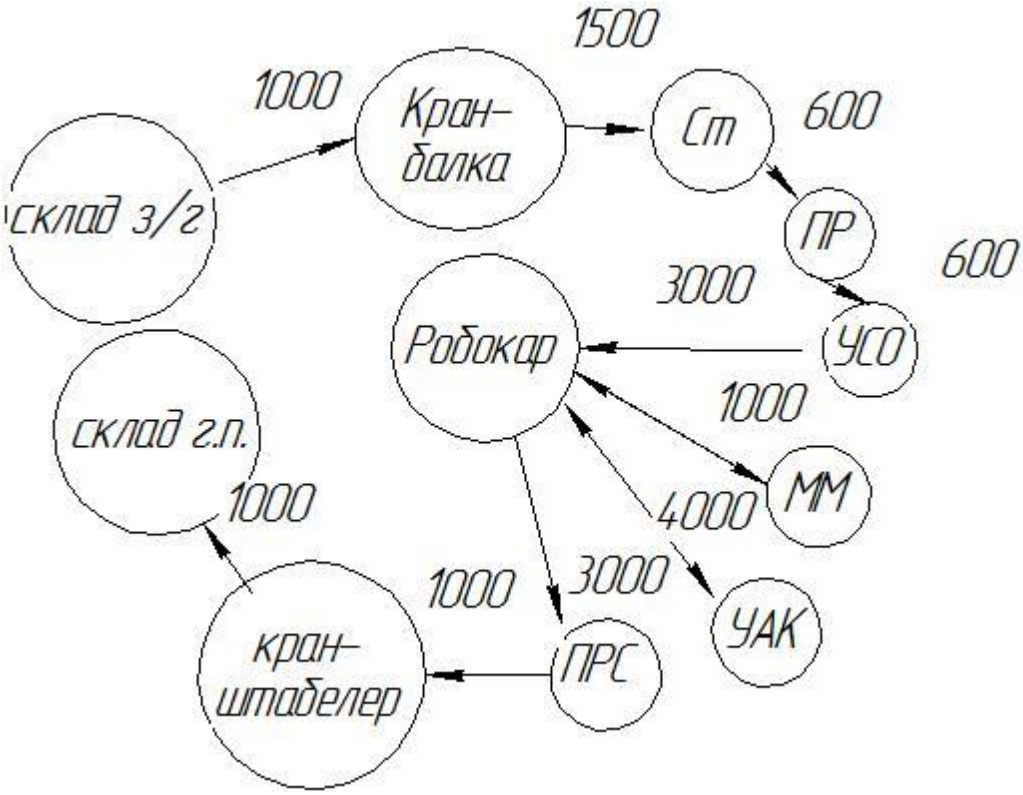


Рисунок 37 – Граф перемещений 1ый вариант

Второй вариант расположения оборудования представлен на рисунке 38.

При такой схеме расположения оборудования задействовано 2 станка. На данной схеме показано перемещение со склада заготовок кран-балкой на барфидер (при участии человека). Барфидер в свою очередь подает заготовку на станок 1, далее со станка 1 промышленный робот переносит заготовки на станок 2. Со станка заготовки отправляются на участок слесарной обработки при помощи робокара, после робокар отвозит их в моечную машину. Далее с моечной машины робокар перемещает детали на участок активного контроля, где при участии человека производится промежуточный контроль. После контроля робокар перевозит заготовки на приемо-раздаточный стол, откуда кран-штабелёр доставляет их на склад.

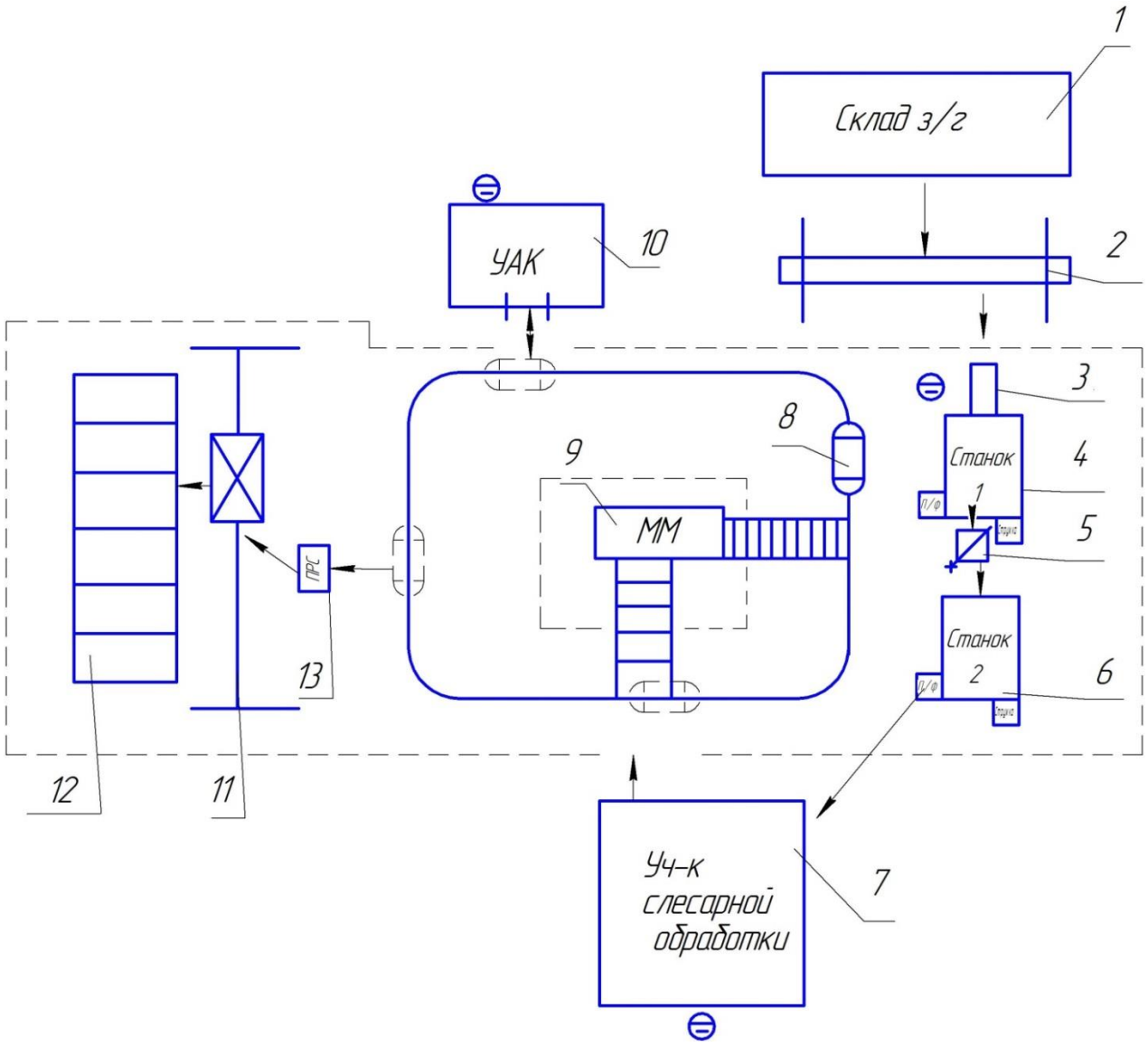


Рисунок 38 – Схема расположения станков

Структурная схема представляет из себя:

1) склад заготовок;

2) кран-балка;

3) барфидер;

4) станок токарный с ЧПУ;

5) промышленный робот;

6) Фрезерный станок с ЧПУ;

7) участок слесарной обработки;

8) робокар;

9) моечная машина;

10) участок активного контроля;

11) кран-штабелёр;

12) склад деталей;

13) Приемо-раздаточный стол.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 13).

Таблица 13 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		1000											
2			1500										
3				0									
4					700								
5						700							
6								1000					
7								1000					
8							1000		1000	6000			3000
9													
10								1000					
11												700	
12													
13											700		

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПС равно 19300 мм.

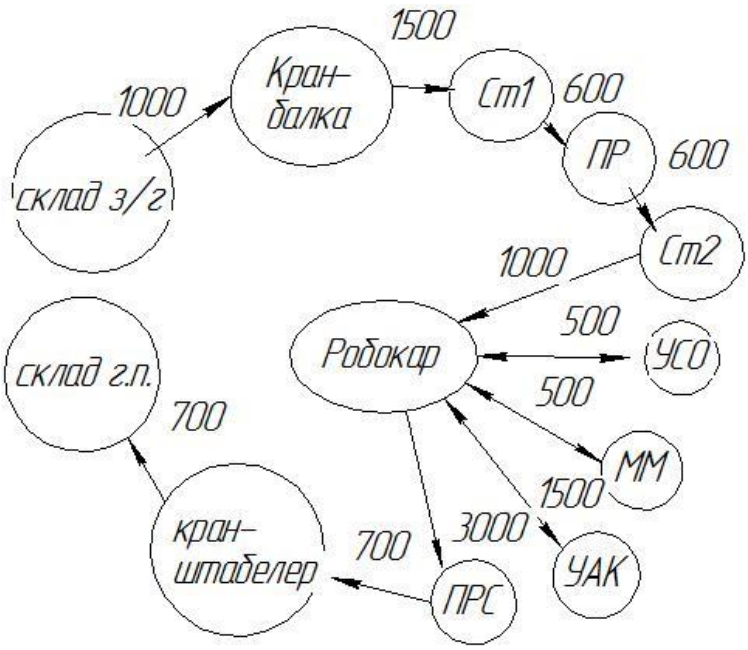


Рисунок 39 – Граф перемещений 2ой вариант

Исходя из расчетов, выбираем первую схему расположения станков.

4.2.6 Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС

Робот штабелер, расположенный со стороны станков, должен передавать ящик с заготовками со стеллажа на станок, со станка на станок и со станка на стеллаж.

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

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

где $K_{стел-ст}$ – число перемещений между стеллажом и станками;

$K_{ст-ст}$ – число перемещений между станками;

$t_{стел-ст}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу заготовки со стеллажа на станок и обратно, мин;

$t_{ст-ст}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со станка на станок, мин.

Время выполнения штабелером одной передачи спутника равно:

$$t_{стел–ст} = t_{ст–ст} = t_1 + t_2,$$

где t_1 – время отработки кадра "Подойти и взять ящик", мин;

t_2 – время отработки кадра "Подойти и поставить ящик", мин.

$$t_1 = t_k + t_{под} + t_{в.с},$$

$$t_2 = t_k + t_{под} + t_{п.с},$$

где t_k – время расчета и передачи кадра команды от ЭВМ в устройство ЧПУ робокара, мин;

$t_{под}$ – время подхода робокара к заданной точке, мин;

$t_{в.с}$ – время работы цикловой автоматики по выполнению команды «Взять ящик», мин; $t_{п.с}$ – то же «Поставить ящик», мин.

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

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

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

V_x и V_y – соответственно скорость перемещения штабелера по осям x и y, м/мин. Для расчетов принимаем: V_x = 60 м/мин; V_y = 6 м/мин; L_x = 3 м; L_y = 1 м.

Подставляя получим:

$$t_{под} = \frac{3}{60} + \frac{1}{6} = 0{,}22 \text{ мин};$$

$$t_1 = t_2 = 0{,}17 + 0{,}22 + 0{,}2 = 0{,}59 \text{ мин};$$

$$t_{\text{стел}-\text{ст}} = t_{\text{ст}-\text{ст}} = 0{,}59 + 0{,}59 = 1{,}18 \text{ мин};$$

$$T_{\text{обсл}} = 2 \cdot 0{,}59 + 0 \cdot 1{,}18 = 1{,}18 \text{ мин}.$$

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

$$\text{К}_{\text{шт1}} = \frac{\text{Т}_{\text{обсл}}}{\Phi_{\text{ш}} \cdot 60},$$

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

Подставляя получим:

$$\text{К}_{\text{шт1}} = \frac{1{,}18}{305 \cdot 60} = 0{,}65 \cdot 10^{-4} \approx 1.$$

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

4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы

Для перемещения коробки с деталями со станка на участок слесарной обработки выбрали робот KAWASAKI RS05N (рисунок 40), технические характеристики которого представлены в таблице 14. Для выбора промышленного робота сравнили технические характеристики подходящих роботов и выбрали наиболее оптимальный вариант, сравнение роботов представлено в таблице 15.

Таблица 14 – Сравнение роботов по техническим характеристикам

Наименование	Макс. грузоподъемность (кг)	Число степеней свободы	Радиус действия (мм)	Точность позиционирования (мм)	Масса (кг)
FANUC 200iD/7L	7	6	911	±0,03	27
Kuka KR 6-2	6	6	1611	±0,05	235
KAWASAKI RS05N	5	6	750	±0,02	34
ABB IRB 140	6	6	810	±0,03	98

Таблица 15 – Характеристики промышленного робота KAWASAKI RS05N

Максимальная грузоподъемность, кг	5
Число степеней свободы	6
Рабочая зона действия, мм	750
Точность позиционирования, мм	0,02
Масса робота, кг	34

Рисунок 40 – Промышленный робот KAWASAKI RS05N

Особенности и преимущества ПР:

–высокие угловые скорости осей;

–высокая производительность при перемещении заготовок;

–внутренний кабельный пакет делает робота чрезвычайно простым в эксплуатации и обслуживании;

–отсутствие риска контакта кабелей с внутренними частями обслуживаемого станка;

Схема возможных перемещений рабочих органов робота (структурная схема) представлена на рисунке 41.

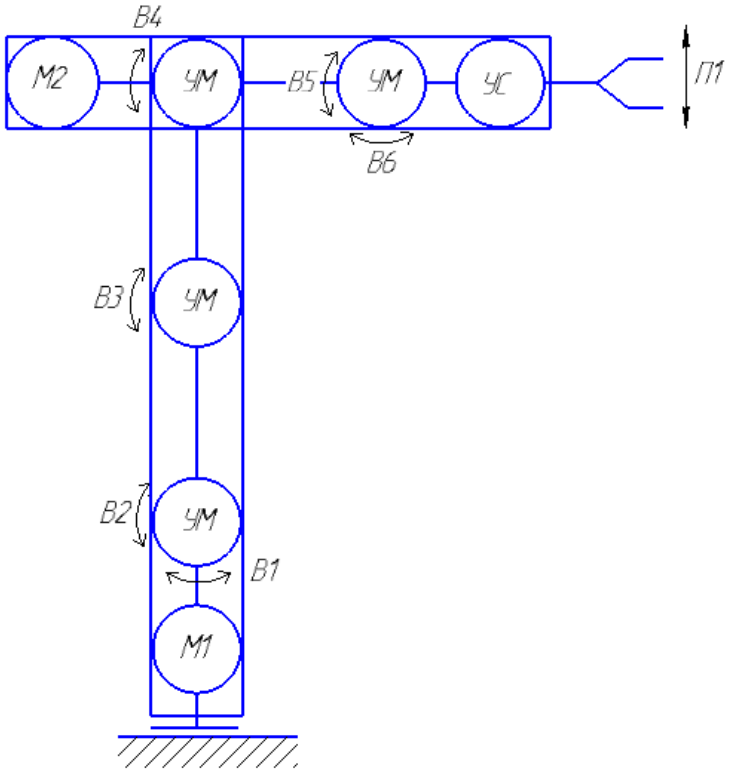


Рисунок 41 – Структурная схема робота

Для захвата корпуса необходим рабочий орган – схват промышленного робота. Эскиз схвата представлен на рисунке 42.

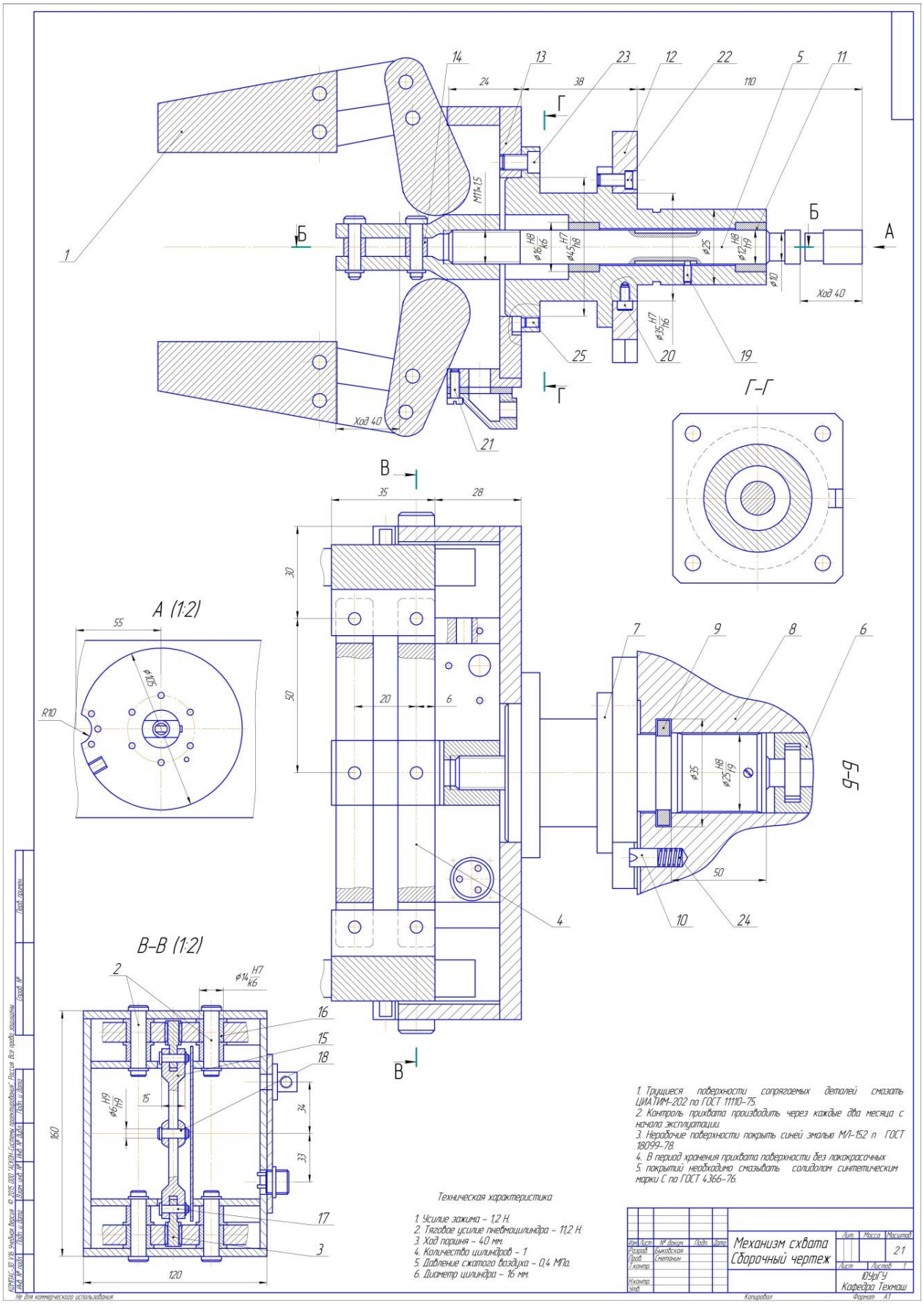


Рисунок 42 – Схват промышленного робота с деталью

4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе

В техпроцессе при изготовлении детали используют прутковый автомат, в накопитель (барфидер) которого заготовки загружаются в виде прутков, а готовые детали при помощи ловителя помещаются в тару. Поэтому базирование заготовки не производится в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе.

4.5 Анализ производительности автоматизированной системы

При разработке структурной схемы гибкого производственного участка был произведен расчет расстояний перемещений детали. В первом случае перемещения составили 16700 мм, во втором варианте компоновки 19300 мм.

Исходя из расчетов расстояния перемещения детали, выбираем вторую схему расположения станков. Более детальный вариант планировки ГПС представлен на рисунке 43.

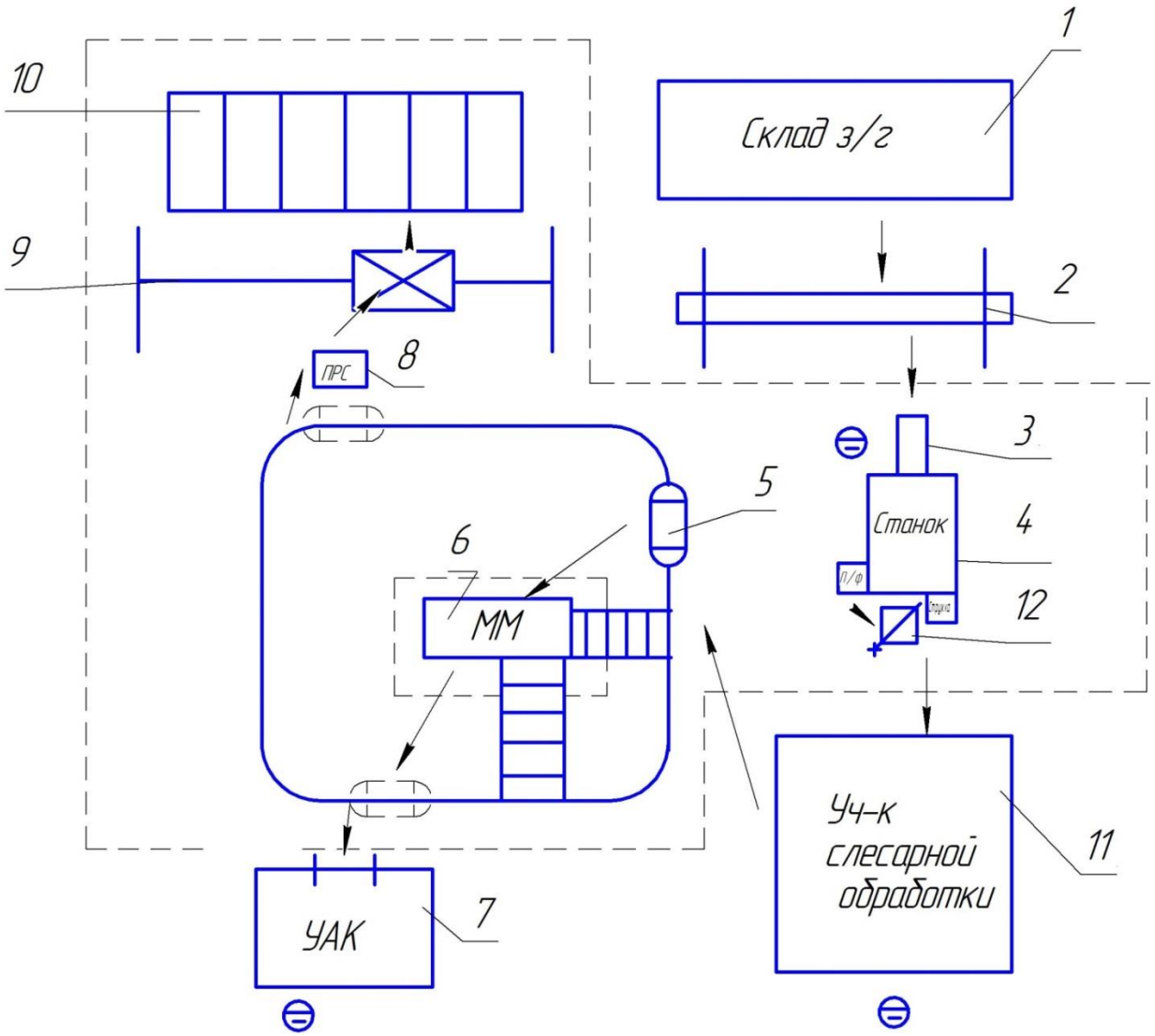


Рисунок 43 – Схема окончательного варианта планировки ГПС

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Участок обработки деталей типа корпус состоит из:

1) склад заготовок;
2) кран-балка;
3) барфидер;
4) токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC;
5) робокар;
6) моечная машина Сивер 60 НТ;
7) участок активного контроля;
8) приемо-раздаточный стол;
9) кран-штабелер;
10) склад готовой продукции;
11) участок слесарной обработки;
12) промышленный робот KAWASAKI RS05N;
13) пожарный стенд (ПС);
14) ящик с песком (ЯП);
15) Накопитель режущего инструмента (НРИ).

Все оборудование расположено в трех пролетах вдоль колонн на расстоянии 2 м от колонн с одной стороны, транспортная система участка – в середине пролета. Заготовки доставляются в цех в виде прутков. После чего они разгружаются на склад заготовок. Со склада на участок механической обработки заготовки доставляются при помощи крана-штабелера в таре. Далее рабочий отправляет прутки в барфидер, затем заготовка перемещается со станка на участок слесарной обработки, при помощи промышленного робота. С участка слесарной обработки робокар отвозит заготовки в моечную машину, а после на участок активного контроля, где при участии человека производится промежуточный контроль. После контроля робокар перевозит заготовки на приемо-раздаточный стол, откуда кран-штабелёр доставляет их на склад.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

На всех предприятиях, в учреждениях, организациях создаются безопасные и безвредные условия труда. Обеспечение безопасных и безвредных условии труда возлагается на собственника или уполномоченный им орган. Условия труда на рабочем месте, безопасность технологических процессов, машин, механизмов, оборудования и других средств производства, состояние средств коллективной и индивидуальной защиты, используемых работником, а также санитарно-бытовые условия должны отвечать требованиям нормативных актов об охране труда.

Обработка детали «корпус АКЕЯ 715564.028» относится к категории IIа, т.к. масса детали менее 1 кг. К категории IIа относятся работы с интенсивностью энергозатрат 175-232 Вт, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.). Нормируемые параметры микроклимата не должны выходить за пределы нормативных величин, приведенных в таблице 16.

Таблица 16 – Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха (поверхностей), ^{0}C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	19-21 (18-22)	60-40 (до 75)	0,2
Теплый	20-22 (19-23)	60-40(75-55)	0,2

Выполнение этих норм осуществляется путем проведения следующих мероприятий:

1) в теплое время за счет вентиляции;

2) в холодное время за счет вентиляции, отопления.

Мероприятия, проводимые при использовании СОТС:

1) на состав применяемой СОТС необходимо разрешение санитарного надзора;

2) состав СОТС на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 121.3.025-80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности»;

3) приготовление и подача СОТС к станкам должна быть централизованной;

4) периодичность и промывка систем для подачи СОТС должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев;

5) станки должны быть оборудованы специальными сборниками и экранами защиты оператора;

6) помещение оборудуется общеобменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. Общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 $м^3$/час на один станок;

7) рабочие должны использовать дерматологические кремы и пасты.

Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие виды защиты:

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

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

3) сигнализирующие, окраска опасных частей оборудования в красный цвет;

4) у станков предусмотрены дверцы для защиты от разлетающейся стружки.

Мероприятия по безопасной эксплуатации лезвийного инструмента:

Для безопасной эксплуатации режущего инструмента необходимо постоянно следить за его состоянием, проверять крепление инструмента в оправках и твердосплавных пластин в сборных инструментах.

Проводятся также следующие организационные мероприятия:

1) Инструктаж техники безопасности производится, как правило, во время приобретения профессионально и/или специального образования. Так же правила техники безопасности публикуются в соответствующих той или иной специальности учебных пособиях. По характеру и времени проведения, инструктажи подразделяют на:

–вводный;

–первичный на рабочем месте;

–повторный;

–внеплановый;

–целевой.

2) запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;

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

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.

На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности:

1) изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;

2) сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;

3) применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, то есть защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;

4) зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания;

5) заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Горение – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением тепла. Для возникновения горения необходимы:

– горючее вещество;

– окислитель;

– источник загорания.

Опасными факторами пожара являются:

– повышенная температура воздуха и предметов;

– открытый огонь и искры;

– токсичные продукты горения;

– дым;

– взрывы;

– повреждения и разрушения зданий и сооружения.

Оценка пожарной опасности участка.

Спроектированный участок размещается в помещении пожарной опасности категории D. Это помещения, в которых находятся и обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Выбор первичных средств пожаротушения. На участке располагаются следующие первичные средства пожаротушения:

– огнетушитель углекислотный ОУ-10 (1 шт), применяется для тушения электроустановок;

– огнетушитель ОП-10 (1 шт), применяемый тушения пожаров класса Д (металлы и металлоорганические вещества);

– ящики с песком (1 шт);

– ломы (1 шт);

– топоры (1 шт).

Мероприятия, предупреждающие пожар на участке.

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.

К организационным мероприятиям относятся:

– разработка инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;

– организация обучения рабочих и служащих по правилам пожарной безопасности.

Порядок действия при пожаре:

1) отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду;
2) эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации;
3) приступить к ликвидации пожара огнетушителями.

7 ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В ходе курсового проектирования был произведен анализ действующего технологического процесса, выявлены его недостатки и разработан новый технологический процесс механической обработки для детали «корпус». Для проектного варианта был выбран наилучший способ получения заготовки: холоднотянутый прокат. Были подобраны основное и вспомогательное оборудование, рассчитаны режимы резания и нормы времени на все операции технологического процесса. Так же был произведен размерный анализ действующего и проектного вариантов технологического процесса.

В конструкторской части была проанализированы и выбраны технологическая оснастка и режущий инструмент, были рассчитаны станочное приспособление (схват промышленного робота) и режущий инструмент (комбинированная коническая развертка), а так же спроектированы операции технологического контроля и выбрано измерительное оборудование.

В процессе выполнения курсового проекта была разработана схема гибкого производственного участка для изготовления детали типа «корпус АКЕЯ.715564.028». Для автоматизации участка определены составы станочного и вспомогательного оборудования, а также разработана структура АТСС и АСУО.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Батуев, В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие по выполнению курсового проекта / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 39 с.

2. Батуев, В.В. Оформление технологической документации: учебное пособие / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 50 с.

3. Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах: учебное пособие/ В.Н. Бекасова, С.И. Боровик, Н.В. Глотова и др.; под ред. И.С. Окраинской. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 166 с.

4. Белянин, П.Н. Промышленные роботы и их применение: робототехника для машиностроения / П. Н. Белянин.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. - 312 с.

5. Буторин, Г.И. Оформление текстовых и графических документов при курсовом и дипломном проектировании: учебное пособие / Г.И. Буторин, Т.В. Столярова, В.А. Кувшинова; под ред. В.Н. Выбойщика. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 110 с.

6. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 97 с.

7. ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2008. – 15 с

8. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 24 с.

9. Каширин, Н.А. Оформление технологических карт в курсовых и дипломных проектах: Учебное пособие. Компьютерная версия/ Н.А. Каширин, В.А. Батуев, И.М. Морозов– 2-е изд. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006 – 77 с.

10. Каширин, Н.А. Технологическая документация при выполнении дипломных и курсовых проектов: Учебное пособие. Компьютерная версия. / Н.А. Каширин, И.М. Морозов, В.А. Батуев. – 2-е изд., перер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 74 с.

11. Общий каталог металлорежущего инструмента фирмы ISCAR.

12. Отений, Я. Н., Ольштынский П. В. Выбор и расчет захватных устройств промышленных роботов: Учебное пособие. – Волгоград: ВолгГТУ, 2000. – 64 с.

13. Попов, Л.М. Схваты промышленных роботов: Учебное пособие для курсового проектирования. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. – 39 с.

14. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков; под ред. В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2005. – 368 с.: ил.

15. Соломенцев, Ю.М. Промышленные роботы в машиностроении: альбом схем и чертежей. Учебное пособие для технических вузов/ Ю.М. Соломенцев, К.П. Жуков, Ю.А. Павлов и др. – М.: Машиностроение, 1986 – 140с.

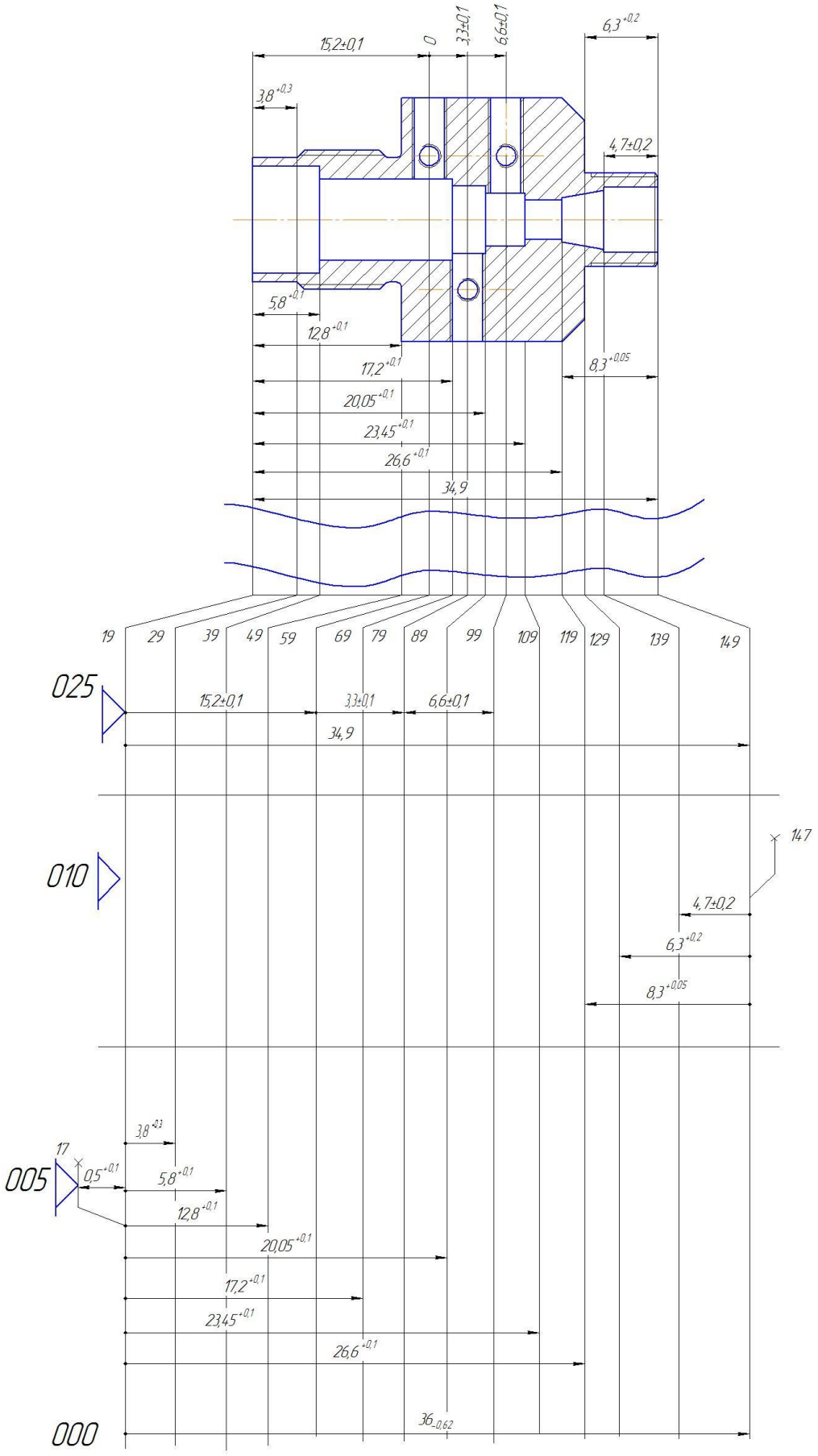
16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т/ Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1986. – Т1–656с.

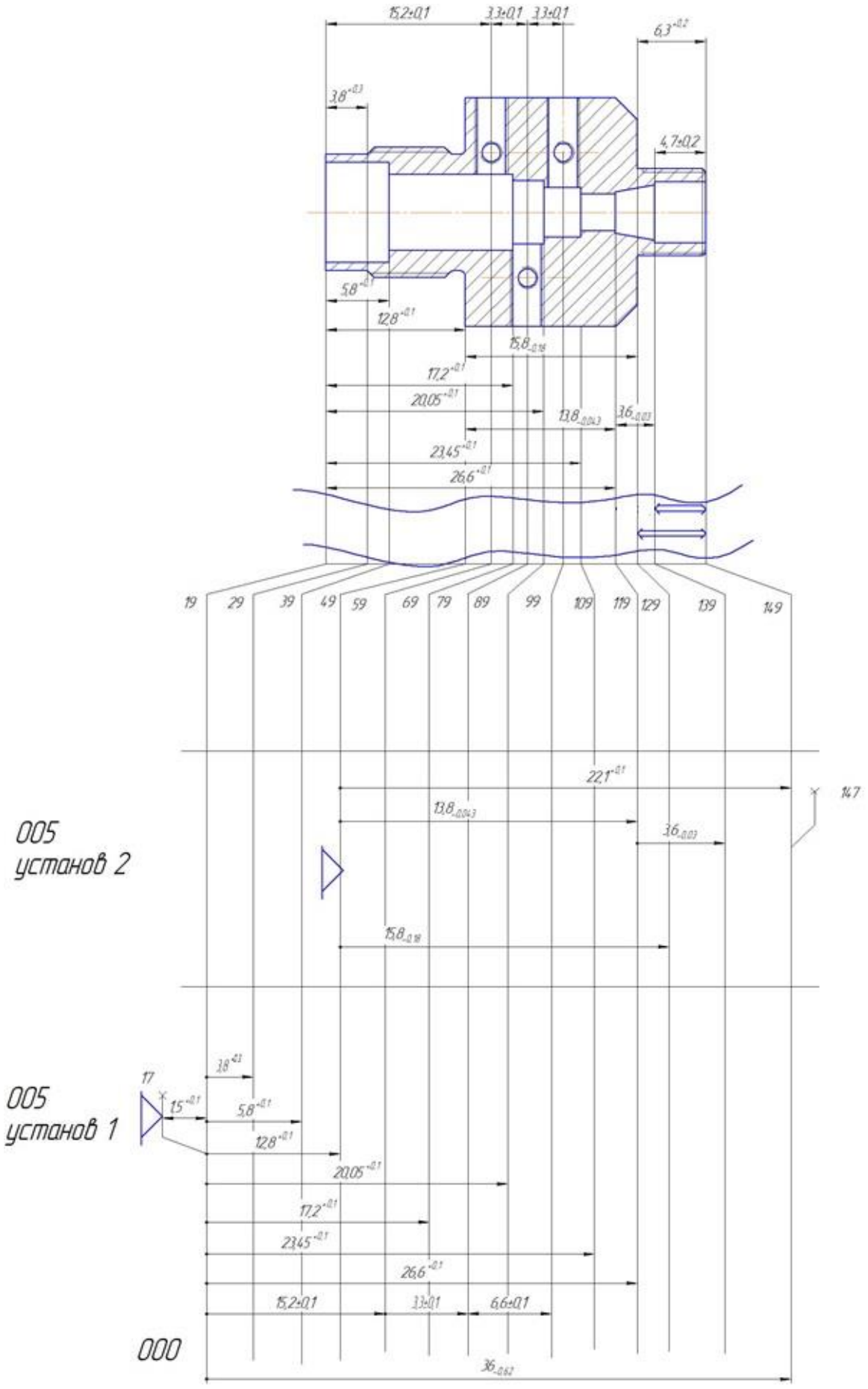
17. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1986. – Т2–496с.

18. 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. Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: электронное учебное пособие/ В.Ю. Шамин – 5-е изд., перер. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 530 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (размерная цепь для базового тех.процесса)



					151900.2016.006 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (размерная цепь для проектного тех.процесса)