

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте
Факультет техники и технологии
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

ДОПУСК К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
д. т. н., профессор
[Подпись] / А. В. Козлов /
«23» _____ 2016 г.
[Подпись]

Разработка технологического процесса механической обработки детали
«Суппорт литой»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-151900.2015.911 ПЗ ВКР

Консультант:

Безопасность жизнедеятельности
к. т. н., доцент
[Подпись] / А. В. Бобылев /
«23» _____ 2016 г.
[Подпись]

Руководитель проекта

к. т. н., доцент
[Подпись] / А. В. Бобылев /
«23» _____ 2016 г.
[Подпись]

Автор проекта

студент группы ФТТ-401
[Подпись] / Р. В. Бондаренко /
«23» _____ 2016 г.
[Подпись]

Нормоконтролёр

к. т. н., доцент
[Подпись] / И. Н. Миронова /
«23» _____ 2016 г.
[Подпись]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии

Направление Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
Кафедра Технология машиностроения, станки и инструменты

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
К Козлов А.В./
23 июня 2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента

Бондаренко Руслана Викторовича
Группа ФТТ-401

1. Тема работы Разработка технологического процесса механической обработки
детали «Суппорт литой»
утверждена приказом ректора ЮУрГУ от «15» апреля 2016 г. №661
2. Срок сдачи студентом законченной работы 15 июня 2016 г.
3. Исходные данные к работе
 - 3.1 Чертеж детали
 - 3.2 Задание на разработку технологического процесса изготовления детали
 - 3.3 Годовая программа выпуска деталей –200-300
 - 3.4 Материал курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.911.00.000 ПЗ

Лист

9

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
Введение	12.03.2016	<i>Аксел</i>
Обзорный анализ		
Технологический раздел	20.04.2016	<i>Аксел</i>
Безопасность жизнедеятельности	01.05.2016	<i>Аксел</i>
Организационно-экономический раздел	05.05.2016	<i>Аксел</i>
Оформление проекта	10.05.2016	<i>Аксел</i>

Зав. кафедрой _____ /А.В. Козлов/
(подпись)

Руководитель работы _____ /А.В. Бобылев/
(подпись)

Студент-дипломник _____ /Р.В. Бондаренко/
(подпись)

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Анализ исходных данных. Описание узла изделия. Служебное назначение детали. Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям назначения. Задачи проектирования.

4.2 Технологический раздел. Анализ технологичности детали. Разработка варианта технологического процесса. Размерный анализ разработанного технологического процесса. Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел. Проектирование расточной оправки для расточки отверстия. Расчет и проектирование контрольно-измерительного прибора для контроля перпендикулярности торца относительно оси отверстия. Проектирование зажимного приспособления для установки детали в обрабатывающем центре. Выводы.

4.4 Безопасность жизнедеятельности. Анализ опасных и вредных факторов производстве изготовления детали «Корпус». Выводы.

4.5 организационно-экономический раздел. Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали. Выводы.

Заключение

Библиографический список

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.911.00.000 ПЗ

АННОТАЦИЯ

Бондаренко Р. В. Разработка технологического процесса механической обработки детали «Суппорт литой» – Златоуст: филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ), факультет техники и технологии; 2016, 102 с. 45 ил. Библиографический список – 22 наименования. 8 чертежей ф. А1.

На основе анализа исходных данных технологическом разделе проекта разработан единичный технологический процесс механической обработки детали «Корпус».

Для оснащения предложенного технологического процесса в конструкторском разделе проекта разработана быстросперенастраиваемая технологическая оснастка: зажимное приспособление для механической обработки детали на третьем станове на обрабатывающем центре; расточная оправка с микрометрической регулировкой вылета реза; приспособление для контроля перпендикулярности внутреннего торца цилиндра относительно оси его отверстия.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены вопросы: технические средства защиты от вибрации и шума при эксплуатации и обслуживании на фрезерном вертикальном обрабатывающем центре; порядок аттестации рабочего места при работе на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре Extron M322.

В организационно-экономическом разделе подсчитана примерная себестоимость изготовления детали «Корпус»

Изм.	Лист	Меловым.	Подпись	Дата
Разраб.	Бойлыченко	12.07	23.06	
Провер.	Бойлычев	14.08	23.06	
Т. Контр.	Губин		23.06	
Н. Контр.	Миронова		23.06	
Утверд.	Козлов		23.06	

151900.2016.911 ПЗ

Разработка технологического процесса механической обработки детали «Суппорт литой»

Филиал ФГБОУ ВПО ЮУрГУ (НИУ) в г. Златоусте
Кафедра ТМСИ

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- 1 Корпус 2,0
- 2 Корпус отливка 1,0
- 3 Размерный анализ (схема первой и второй проекций) 2,0
- 4 Оправка расточная 0,5
- 5 Зажимное приспособление 1,0
- 6 Контрольное приспособление 1,0

Всего 7,5 листов

6. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Задание выдал (консультант)	Подпись, дата	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	Бойлычев А.В.	А.В.Бойлычев		А.В.Бойлычев

7. Дата выдачи задания 04.03.2016
 Руководитель Бойлычев Андрей Викторович (ф.и.о.)
 Задание принял к исполнению 04.03.2016
 Студент-дипломник Бондаренко Руслан Викторович (ф.и.о.)

А.В.Бойлычев (подпись)
Р.В.Бондаренко (подпись)

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

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

Научная организация производства должна базироваться на внедрении принципов единой системы технологической подготовки производства, создании автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП). АСТПП является важнейшей подсистемой автоматизированной системы управления предприятием (АСУП), главным образом определяющей эффективность всей АСУП. Задачи, решаемые при разработке единичных технологических процессов механической обработки изготовления деталей на основе процесс-аналогов и использующие принцип типовых решений, являются формализуемыми. Их можно рассматривать как отдельные программные модули, которые могут входить в состав АСТПП. МК / ОК применяют при разработке единичных технологических процессов. В этом документе указывают данные по технологическим режимам. Состав необходимых данных должен быть настолько полным, чтобы их было достаточно для выполнения операции с заданным качеством. Цены на восстановленные детали разрабатывают на основании единичных технологических процессов с использованием поддетальных норм расхода материалов и типовых норм времени. Однако наиболее трудно формализуемой задачей, решаемой при разработке единичных технологических процессов изготовления деталей при индивидуальном проектировании, что характерно для предприятий технического сервиса, является создание маршрутной, маршрутно-операционной технологии. При разработке этих технологических процессов необходим синтез структуры маршрутного технологического процесса - определение состава и структуры и последовательности технологических операций. В математической постановке эта задача сводится к поиску вариантов структур в счетных множествах с весьма значительным, хотя и ограниченным, числом

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

элементов. Формализация именно таких задач и представляет наибольшие трудности.

Работа посвящена этой актуальной теме разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус».

Цель дипломного проекта – разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус».

Задачи работы:

- разработать единичный технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовки на третьем установе зажимное приспособление;
- спроектировать расточную оправку для расточки отверстия;
- спроектировать приспособление для контроля перпендикулярности торца относительно оси отверстия;
- определить примерную себестоимость изготовления детали «Корпус».

Объект работы – корпусная деталь узла «Привод тормоза ИМТ-15».

Предмет работы – процесс разработки технологического процесса механической обработки детали «Корпус». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Корпус».

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узлов изделий. Служебное назначение деталей

Деталь «Корпус» ПАБР.304560.400.000. входит в узел электромеханической тормозной системы ЭМТС-1. Электромеханическая тормозная система ЭМТС-1, и ее модификации предназначены для затормаживания тормозного диска, установленного непосредственно на выходной вал тягового двигателя посредством прижима колодок, установленных в суппорте тормозного привода ИМТ-15, который является неотъемлемой частью тормозной системы. Электромеханическая тормозная система ЭМТС-1, может применяться в тормозных системах трамваев в условиях У1 по ГОСТ 15150. Габаритные размеры электромеханической тормозной системы ЭМТС-1 приведены на рисунке 1.1. Степень защиты IP56 ГОСТ 14254-96 группа условий эксплуатации в части воздействия механических факторов М29 ГОСТ 17516.1.

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

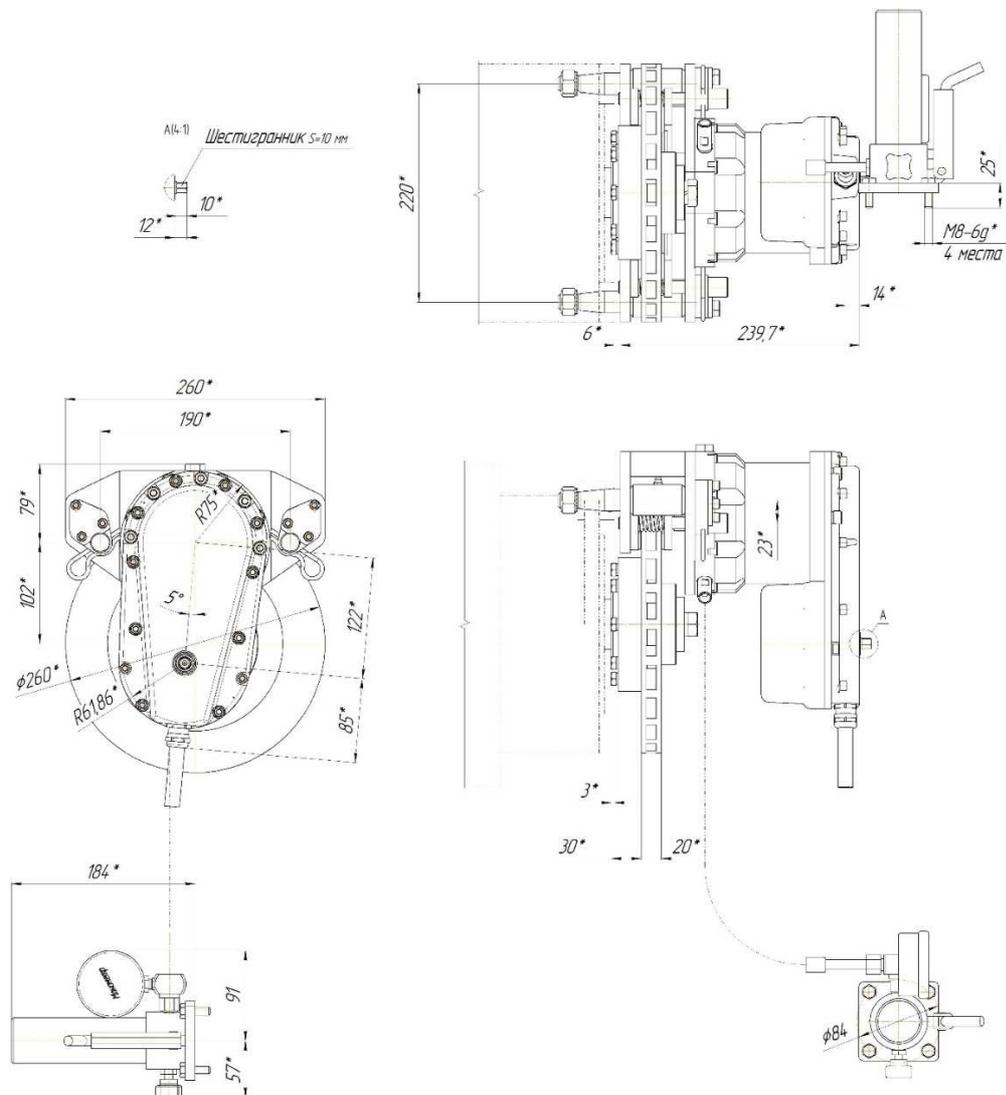


Рисунок 1.1 – Габаритные размеры тормозной систем

Основные технические параметры привода максимальное и минимальное выходные усилия (контролируются тензодатчиком), ход колодки (контролируется штангенциркулем). Остальные параметры являются справочными и не влияют на основные технические характеристики. Основные и справочные технические параметры привода должны соответствовать данным, указанным в таблице 1.1.

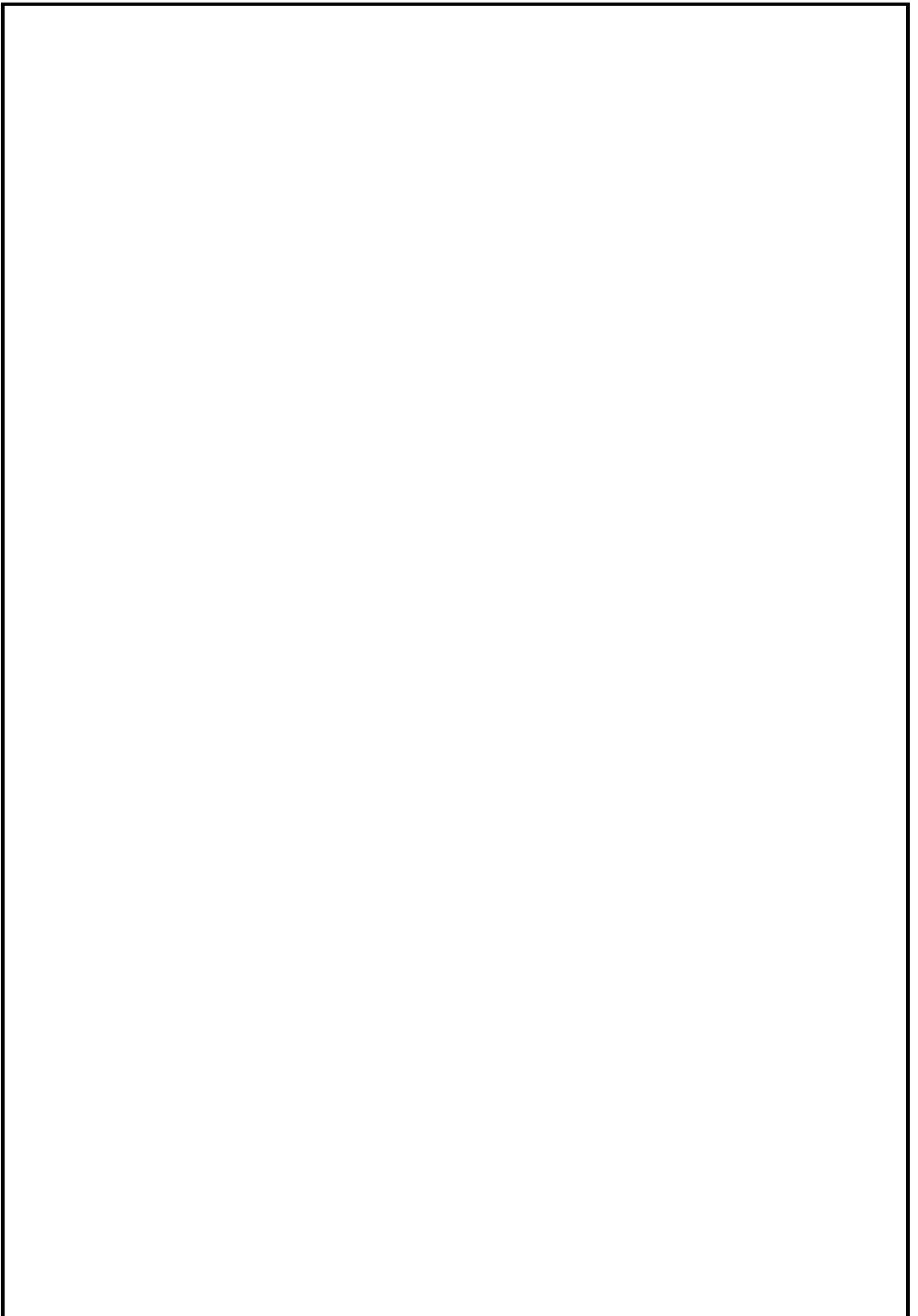
Таблица 1.1 – Характеристики привода

Наименование параметра	Значение
Рабочий ход, мм	13
Максимальное усилие зажима колодок, Н	9000+900

Окончание таблицы 1.1

Наименование параметра		Значение
Минимальное усилие зажима колодок, Н		6000±600
Наименование параметра		Значение
Номинальное напряжение питания, В		24
Ток потребления, А		2
Максимальное давление, МПа		10
Масса, кг	Привод тормозной	26
	Диск тормозной в сборе	6,6
	Гидравлическая система	3

Состав привода ИМТ-15 который является основным компонентом электромеханической тормозной системы ЭМТС-1 поясняется рисунком 1.2. Наименование, обозначение и количество входящих в изделие деталей, узлов и комплектующих указаны в таблице 1.2.



					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

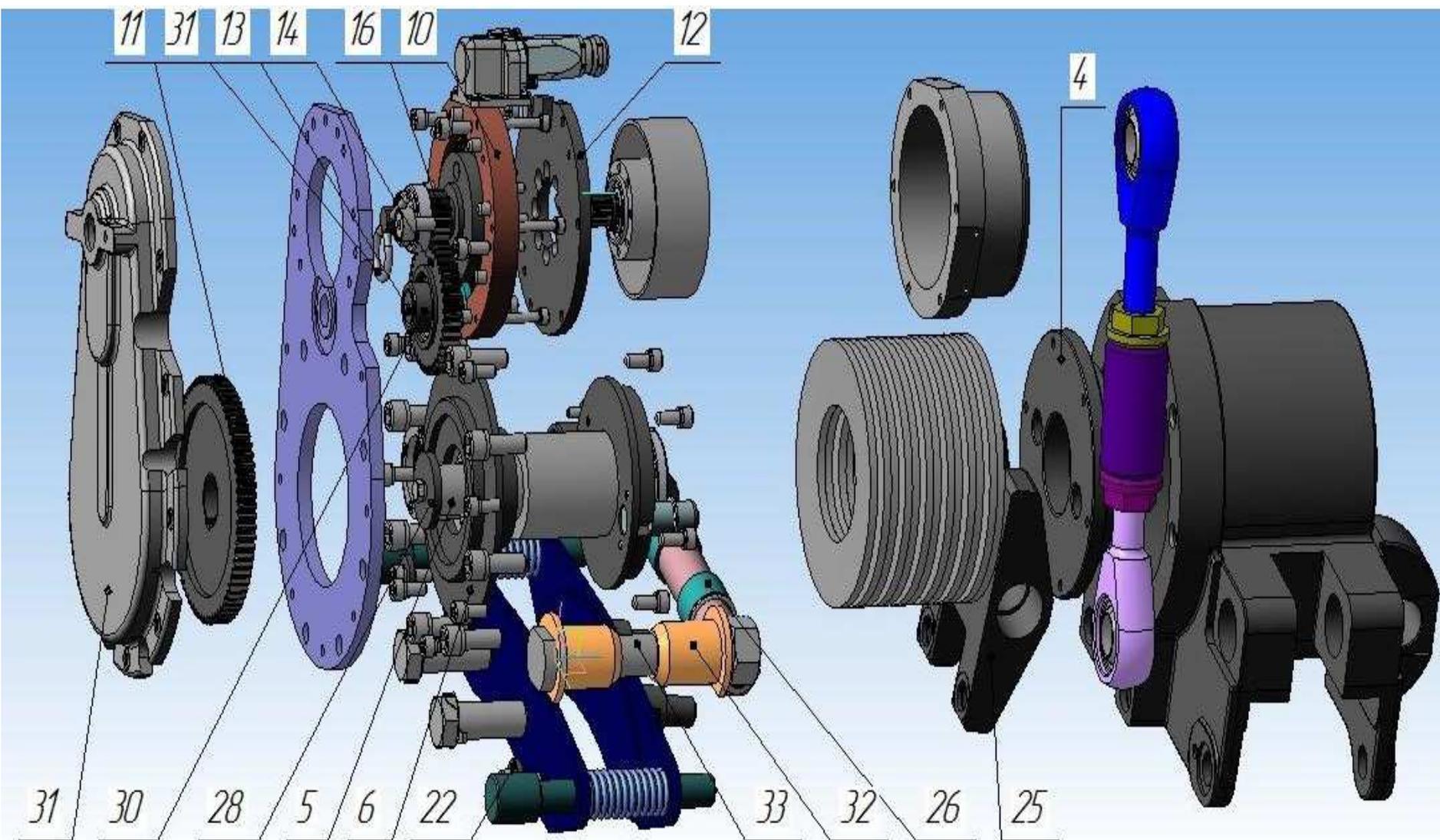


Рисунок 1.2 – Привод электромеханической тормозной системы ИМТ-15 (а)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.911.00.000 ПЗ

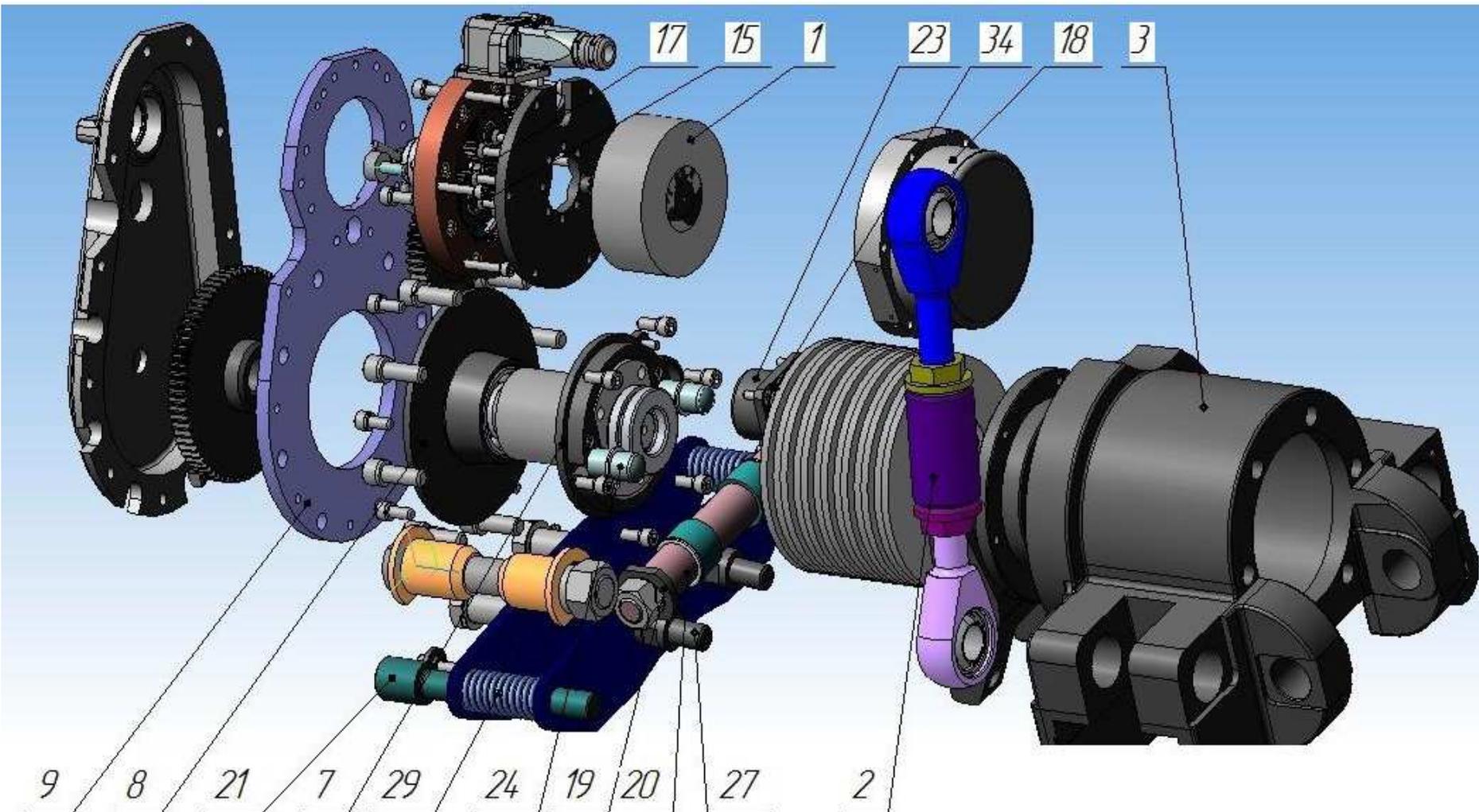


Рисунок 1.2 – Привод электромеханической тормозной системы ИМТ-15 (б)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.911.00.000 ПЗ

Таблица 1.2 – Перечень единиц входящих в узел ИМТ-15

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Наименование изделия	Конструкторское обозначение	Количество	Поз
Двигатель ДВМ-100-05	-05	1	1
Тяга реактивная	ПАБР.304560.403.000	1	2
Корпус	ПАБР.304560.400.001	1	3
Фланец	ПАБР.304560.400.002	1	4
Винт	ПАБР.304560.400.003	1	5
Накладка	ПАБР.304560.400.004	1	6
Шайба упорная	ПАБР.304560.400.005	1	7
Фланец передний	ПАБР.304560.400.006	1	8
Пластина	ПАБР.304560.400.007	1	9
Колесо корончатое	ПАБР.304560.400.008	1	10
Колесо выходное	ПАБР.304560.400.009	1	11
Пластина двигателя	ПАБР.304560.400.010	1	12
Ось колеса	ПАБР.304560.400.011	1	13
Шайба	ПАБР.304560.400.012	1	14
Колесо паразитное	ПАБР.304560.400.013	1	15
Ось сателлита	ПАБР.304560.400.014	3	16
Водило	ПАБР.304560.400.015	1	17
Сателлит	ПАБР.304560.400.016	3	18
Крышка двигателя	ПАБР.304560.400.017	1	19
Шайба рычага	ПАБР.304560.400.019	1	20
Ось рычага	ПАБР.304560.400.021	1	21

Продолжение таблицы 2.4

Окончание таблицы 1.2

Наименование изделия	Конструкторское обозначение	Количество	Поз
Ось колодки	ПАБР.304560.400.022	2	22
Шайба оси колодки	ПАБР.304560.400.023	2	23
Крышка	ПАБР.304560.400.024	2	24
Толкатель	ПАБР.304560.400.025	2	25
Рычаг	ПАБР.304560.400.026	1	26
Втулка рычага	ПАБР.304560.400.027	2	27
Толкатель колодки	ПАБР.304560.400.028	2	28
Шайба винта	ПАБР.304560.400.035	1	29
Пружина колодки	ПАБР.304560.400.037	3	30
Втулка	ПАБР.304560.400.038	1	31
Крышка верхняя	ПАБР.304560.400.039	1	32
Фиксатор	ПАБР.304560.400.040	1	33
Втулка	ПАБР.304560.400.041	2	34
Винт	ПАБР.304560.400.043	1	35
Кольцо уплотнительное	ПАБР.304560.400.045	2	36

1.2 Анализ требований чертежа деталей требованиям ее назначения

Проанализировав диаметральные и линейные параметры чертежа детали, а также конструкцию узла изделия, в который входит деталь. Можно сделать вывод, что в целом требования чертежа детали соответствуют требованиям ее назначения в конструкции изделия.

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Устройство и работа

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Продолжение таблицы 2.4

Электромеханическая тормозная система ЭМТС-1 рисунок 1.4 состоит из тормозного привода ИМТ-6 поз. 1, который установлен на направляющих 4, закрепленных гайками 5 и стопорными шайбами 6 на фланце тягового двигателя. На выходном валу двигателя напрессован тормозной диск 2 и при помощи болта 7 шайбы 8 и шайбы 9 закреплен от осевого перемещения. Тормозной диск расположен таким образом, что тормозные колодки рис. 3 поз. 3 привода ИМТ-6 охватывают его с двух сторон и при отключенном приводе ИМТ-6 зажимают тормозной диск 2, затормаживая тяговый двигатель.

Для приводов с гидравлическим растормаживанием в удобном месте рамы тележки установлен ручной гидравлический насос 3, предназначенный для ручного растормаживания привода, посредством разведения колодок 3 на рисунке 1.3 и освобождения тормозного диска 2. Насос ручной 3 соединен с приводом ИМТ-6 поз. 1 рукавом высокого давления 12 через штуцер 10 и шайбу уплотнительную 11. Рабочая жидкость - масло гидравлическое MOBIL UNIVIS HVI 26 или другое с аналогичными характеристиками. Для контроля за давлением масла насос 3 укомплектован манометром с диапазоном измерений 0...250 кгс/см², класс точности 1,5, заполнение силиконом. Максимальное рабочее давление жидкости в системе 150 кгс/см².

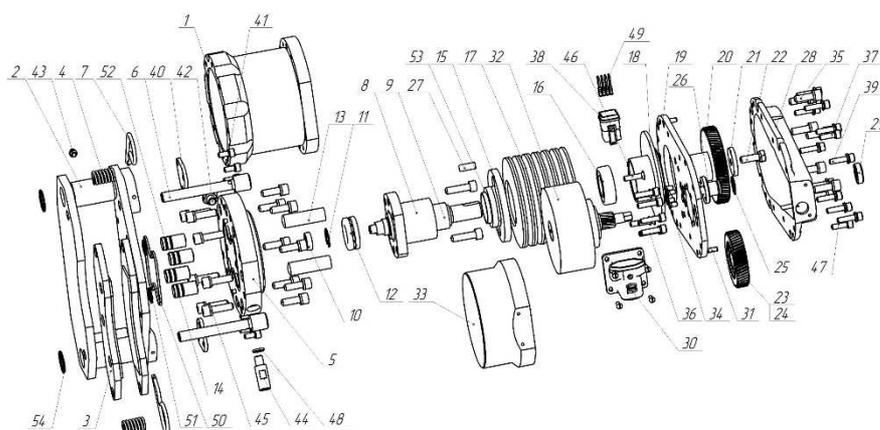


Рисунок 1.3 – Состав тормозного привода с гидравлическим растормаживанием

Таблица 1.3 – Состав тормозного привода

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Продолжение таблицы 2.4

Наименование изделия	Конструкторское обозначение	Количество	Поз
Стакан	ПАБР.304560.600.002	1	1
	ПАБР.304560.300.001-01		
Суппорт	ПАБР.304560.601.000	1	2
	ПАБР.304560.601.000-04		
Колодка тормозная	ПАБР.304560.600.017	2	3
Пружина	ПАБР.304560.600.021	2	4
Фланец	ПАБР.304560.600.001	1	5
Направляющая	ПАБР.304560.600.016	2	6
Фиксатор	ПАБР.304560.600.020	2	7
Втулка винтовая	32-5	1	8
Винт	ПАБР.304560.600.006	1	9
	ПАБР.304560.600.006-02		
Подшипник 1000900 ГОСТ8338-75		1	10
Шайба А22.50ХГА ГОСТ 13943-86		1	11
Подшипник 82204 ГОСТ 7872-98		1	12
Толкатель	ПАБР304560.600.012	2	13
	ПАБР304560.600.012-01		
Шток	ПАБР.304560.600.0134	4	14
Шайба упорная	ПАБР.304560.600.022	1	15
Подшипник 204 ГОСТ8338-75		1	16
Пружина тарельчатая 4411 lesjofors		13	17
Фланец поджимной	ПАБР304560.600.005	1	18

Продолжение таблицы 1.3

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Продолжение таблицы 2.4

Наименование изделия	Конструкторское обозначение	Количество	Поз
Пластина	ПАБР.304560.600.004	1	19
Колесо зубчатое	ПАБР.304560.600.007	1	20
Шайба	ПАБР.304560.600.015	1	21
Болт М8х25ГОСТ 7805-70 с шайбой 8 65Г ГОСТ6402-70		1	22
Колесо паразитное	ПАБР.304560.600.011	1	23
Подшипник 203 ГОСТ 8338-75 (завальцован)		1	24
Шайба А17.50ХГА ГОСТ13942-86		1	25
Ось	ПАБР.304560.600.010	1	26
Шпонка 6х6х20 ГОСТ23360-78		1	27
Крышка	ПАБР.304560.600.007	1	28
Манжета 1.2-12х25-1/4 ГОСТ8752-79		1	29
Корпус MD 09 40 003 0950 Harting		6	30
Штифт 5m6x10 ОСТ3-2234-93		2	31
Двигатель ДВМ.100.05	ПЖСИ.525000.100	1	32
Крышка	ПАБР.304560.600.008	1	33
Винт А.М5х11 ГОСТ174 75-80		4	34
Винт М8х25ГОСТ11738-84 с шайбой 8 65ГОСТ6402-70		7	35
Болт М6х25ГОСТ7805-80 с шайбой 6 65ГОСТ6502-70		6	36
Винт М6х25ГОСТ 11738-87 с шайбой 8 65 ГОСТ6402-70		6	37
Вставка Q12 09 12 012 3001 Harting		8	38

Окончание таблицы 1.3

Наименование изделия	Конструкторское обозначение	Количество	Поз
----------------------	-----------------------------	------------	-----

Продолжение таблицы 2.4

Винт М6х30 ГОСТ 11738-87 с шайбой 6 65ГШ602-70		4	39
Крышка	ПАБР.304560.600.036	2	40
Винт М6х14 ГОСТ11738-84 с шайбой 6 65Г ГОСТ6402-70		6	41
Заглушка	ПАБР.304560.600.023	1	42
Масленка 1.1.kd6 ГОСТ 19853-74		2	43
Штуцер	ПАБР.304560.600.065	1	44
Винт М8х30ГОСТ 11738-87 с шайбой 8 65Г ГОСТ6402-70		7	45
Винт АМ6х20 ГОСТ174 75-80		4	46
Винт М6х20 ГОСТ 11738-87		2	47
Шайба уплотнительная	ПАБР.304560.600.063	2	48
Кримп-контакт 0,5 мм 2 09 15 000 6103		8	49
Кольцо 90-95-30		1	50
Кольцо 16-19-19		2	51
Кольцо 13-16-19		8	52
Втулка ограничительная	ПАБР.304560.600.066	1	53
Кольцо 24-27-19		4	54

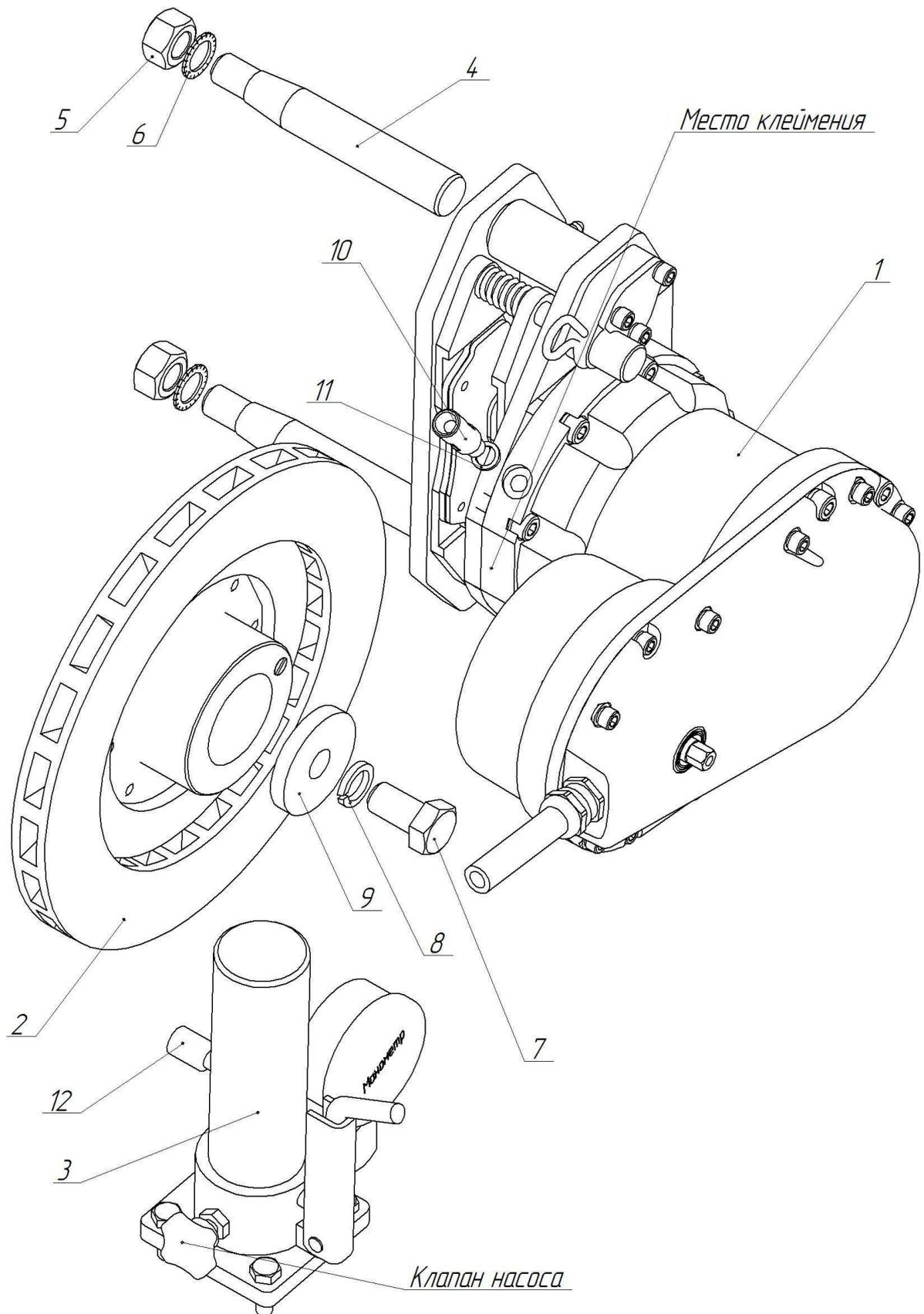


Рисунок 1.4 – Состав тормозной системы с гидравлическим
растормаживанием

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 2.4

Привод тормозной ИМТ-6 на рисунке 1.3 содержит суппорт 2 с закрепленным фланцем 5 и стаканом 1. Коаксиально оси стакана на подшипниках 10, 12, 15, размещенных во фланце 5 или суппорте 2 и поджимном фланце 18, с возможностью вращения установлен винт 9 шарико-винтовой передачи. С винтом 9 посредством редуктора, состоящего из колес 20 и 23, связан двигатель 32, причем колесо 20 установлено на винте 9 и закреплено посредством шпонки 27, шайбы 21 и болта 22. На винте 9 установлена гайка 8, в торец которой упирается шайба упорная 15 и пакет пружин 17. Другим торцом пакет пружин 13 упирается в торец фланца поджимного 18. Фланец поджимной 18 установлен в пластину 19, на которой закрепляется ось 26. На ось 26 устанавливается колесо 23 с завальцованным подшипником 24. Суппорт 2 содержит две направляющие оси 6, расположенные параллельно оси винта 9. На направляющих 6 расположены колодки 3. Между колодками на направляющих 6 установлены пружины 4. На гайке 8 установлены толкатели 13, выходные концы которых упираются в подвижную колодку. Для приводов с гидравлическим растормаживанием во фланце 5 параллельно оси винта 9 установлены плунжеры 14, одним торцом контактирующие с суппортом 2, а другим – с торцом гайки 8. Конец вала двигателя 32 снабжен шейкой для установки ключа. Крышка 28 закреплена на пластине 19.

Устройство работает следующим образом. При подаче напряжения питания двигатель 32 посредством редуктора вращает винт 9 шарико-винтовой передачи, гайка 8 которой совместно с толкателями 13 перемещается вдоль оси винта 9 и сжимает пакет пружин 17. Перемещение выполняется до тех пор, пока не образуется зазор 1-2 мм между подвижной колодкой и тормозным диском (примерно 2 оборота вала двигателя). Происходит удержание пакета пружин 17 в достигнутом положении двигателем 32. Суппорт 2 тормозного привода на рисунке 1.4 посредством направляющих 4 устанавливается на тяговый двигатель, таким образом,

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Продолжение таблицы 2.4

чтобы тормозной диск располагался между тормозными колодками, а оси самих направляющих 4 были параллельны оси тормозного диска. При отключении напряжения питания нагрузка с двигателя 32 снимается, и пакет пружин выталкивает гайку 8 с толкателями 13, благодаря чему, подвижная колодка прижимается к тормозному диску. Сила прижатия заставляет суппорт 2 тормозного привода перемещаться в осевом направлении тормозного диска до достижения контакта между неподвижной колодкой и диском. Таким образом, зазоры между колодками и диском будут исключены и диск заторможен. Для растормаживания необходимо подать команду на двигатель 32, который посредством редуктора приведет во вращение винт 9, что позволит переместить в осевом направлении гайку 8 с толкателями 13 и создать зазор между колодками и тормозным диском.

В случае отсутствия напряжения питания растормаживание возможно произвести в ручном режиме. Для чего для приводов с гидравлическим растормаживанием посредством ручного насоса накачать рабочую жидкость в полости фланца 5 и суппорта 2. Давление жидкости создаст посредством плунжеров 14 усилие на гайку 8, перемещение которой приведет к образованию зазоров между колодками и тормозным диском. Удержание и сброс давления жидкости в системе происходит посредством клапана насоса. Величина давления 14-16 МПа и его стабильность контролируется по манометру.

Растормаживание привода в отсутствии напряжения питания также может быть осуществлено посредством вращения вала двигателя гаечным ключом, который по достижению растормаживания должен быть зафиксирован на корпусе внешнего устройства или самого привода.

Вывод: преимущества привода ИМТ-15 перед ИМТ-6 состоят в том, что в приводе ИМТ-15 установка идет не на вал редуктора, а непосредственно на колесо вагона трамвая, что позволяет значительно уменьшить время торможения, а так же опустить дно вагона.

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Продолжение таблицы 2.4

1.4 Задачи проектирования

Задачами проектирования является:

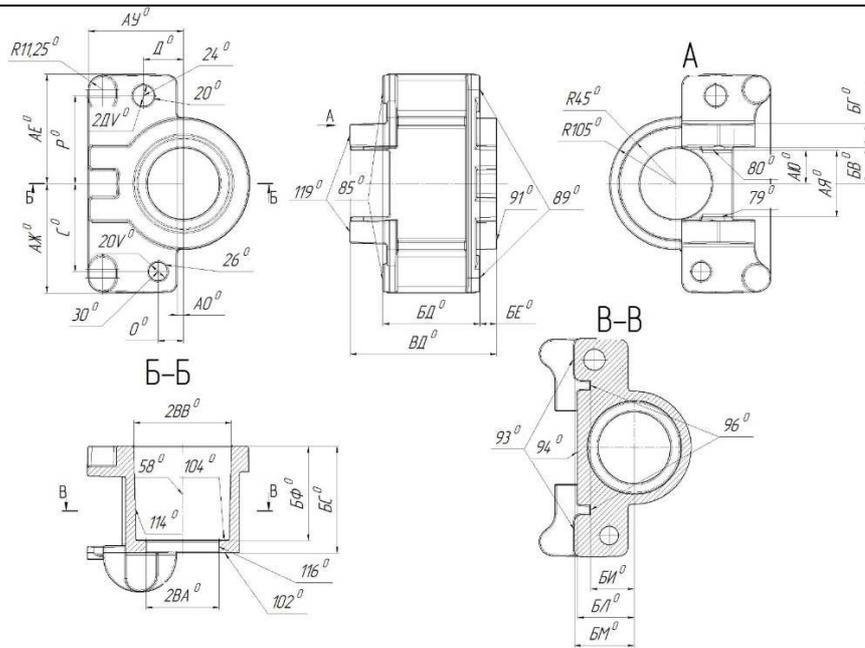
- разработать единичный технологический процесс механической обработки;
- спроектировать расточную оправку для обработки отверстия Ø48 мм;
- спроектировать зажимное приспособление на установ 3;
- спроектировать приспособление для контроля перпендикулярности торца к оси отверстия;
- произвести ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали.

Таблица 2.4 - Технологический процесс изготовления детали

№ оп.	Эскиз	Допуски на ТТ
-------	-------	---------------

Продолжение таблицы 2.4

000
Заготовит
ельная



- ТБЕ⁰=1,4
- ТБД⁰=2
- ТВД⁰=2,2
- ТД⁰=1,6
- ТО⁰=1,6
- ТАУ⁰=2
- ТР⁰=2
- ТС⁰=2
- ТАЕ⁰=1,2
- ТАЖ⁰=1,2
- ТАО⁰=1
- ТБС⁰=2
- ТБФ⁰=2
- ТАЮ⁰=1,6
- ТБВ⁰=1,6
- ТБГ⁰=1,4
- ТБИ⁰=1,8
- ТБЛ⁰=1,8
- ТБМ⁰=1,8
- Т2ДV⁰=1,4
- Т2OV⁰=1,4
- Т2BV⁰=2
- Т2BA⁰=2
- TR22,5=1,2
- TR90=1,8
- TR105=2

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

151900.2016.911.00.000 ПЗ

Лист

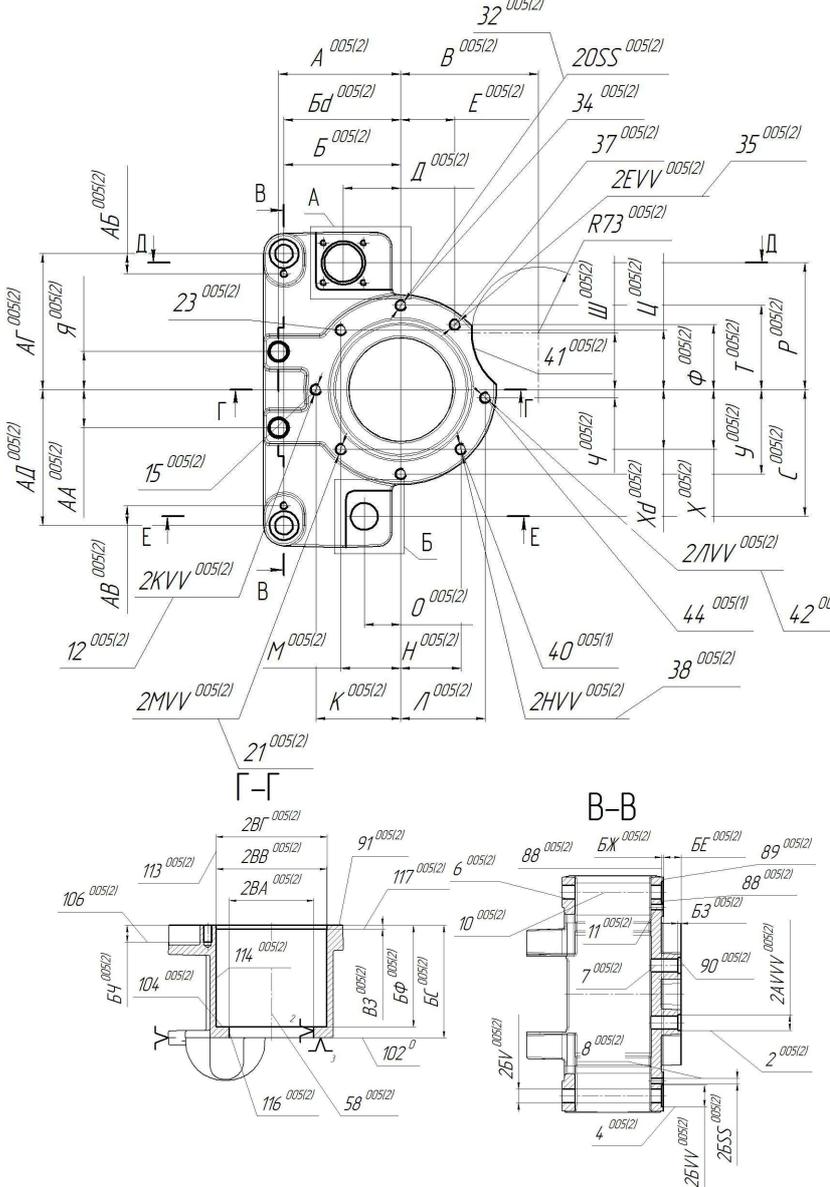
49

Продолжение таблицы 2.4

№ оп.	Эскиз	Допуски на ТТ
<p>005(1-й переход) Програм мная</p>		<p>T2OS⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,18 ТА⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,4 ТВ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,4 ТБd⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,4 ТЕ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,3 Т2EV⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,18 ТБ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,4 TR73⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,53 ТД⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,3 ТАБ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,21 ТАГ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,4 ТЯ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,25 Т2MV⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,18 ТАД⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,4 ТАА⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,25 Т2KV⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,18 ТАВ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,21 ТО⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,25 ТМ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,3 ТН⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,3 ТК⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,35 ТЛ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,35 Т2HV⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,18 Т2LV⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,18 ТЧ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,15 ТШ⁰⁰⁵⁽¹⁾=0,4</p>

Продолжение таблицы 2.4

		<p> $ТХd^{005(1)}=0,3$ $ТЦ^{005(1)}=0,3$ $ТХ^{005(1)}=0,3$ $ТФ^{005(1)}=0,3$ $ТР^{005(1)}=0,4$ $ТС^{005(1)}=0,4$ $ТТ^{005(1)}=0,35$ $ТУ^{005(1)}=0,35$ $Т2ВВ^{005(1)}=0,4$ $Т2ВА^{005(1)}=0,4$ $ТБЦ^{005(1)}=0,21$ $ТБФ^{005(1)}=0,4$ $ТБС^{005(1)}=0,4$ $ТБЖ^{005(1)}=0,3$ $ТБЕ^{005(1)}=0,28$ $Т2ВV^{005(1)}=0,2$ $Т2ВVV^{005(1)}=0,25$ $Т2БS^{005(1)}=0,16$ $Т2AV^{005(1)}=0,21$ $Т2ДVV^{005(1)}=0,25$ $ТГ^{005(1)}=0,28$ $Т2ДV^{005(1)}=0,25$ $ТЫd^{005(1)}=0,21$ $ТЫ^{005(1)}=0,21$ $ТЭd^{005(1)}=0,21$ $ТЭ^{005(1)}=0,21$ $Т2ЖV^{005(1)}=0,12$ $ТЖ^{005(1)}=0,21$ $ТЗ^{005(1)}=0,21$ </p>
--	--	--

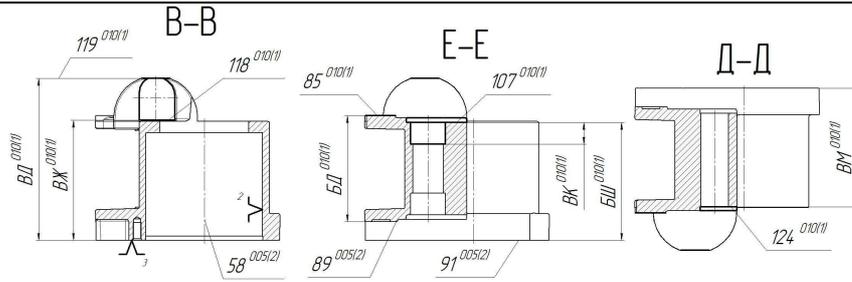
		<p>$T_{23V}^{005(1)}=0,12$ $T_{Щ}^{005(1)}=0,28$ $T_{БЮ}^{005(1)}=0,21$ $T_{БЩ}^{005(1)}=0,34$ $T_{ВИ}^{005(1)}=0,21$ $T_{ВН}^{005(1)}=0,34$ $T_{20V}^{005(1)}=0,25$</p>
<p>005 (2-ой переход) Программная</p>		<p>$T_{20SS}^{005(2)}=0,018$ $T_A^{005(2)}=0,4$ $T_B^{005(2)}=0,4$ $T_{Bd}^{005(2)}=0,4$ $T_E^{005(2)}=0,3$ $T_{2EVV}^{005(2)}=0,018$ $T_B^{005(2)}=0,4$ $T_{R73}^{005(2)}=0,25$ $T_D^{005(2)}=0,3$ $T_{AB}^{005(2)}=0,21$ $T_{AG}^{005(2)}=0,08$ $T_A^{005(2)}=0,25$ $T_{AD}^{005(2)}=0,08$ $T_{AA}^{005(2)}=0,25$ $T_{2KVV}^{005(2)}=0,018$ $T_{AB}^{005(2)}=0,21$ $T_O^{005(2)}=0,25$ $T_M^{005(2)}=0,3$ $T_H^{005(2)}=0,3$</p>

Продолжение таблицы 2.4

№ оп.	Эскиз	Допуски на ТТ
<p>005 (3-й переход) Программная</p>		<p> $ТА^{005(3)}=0,4$ $ТЯ^{005(3)}=0,25$ $ТАА^{005(3)}=0,25$ $ТАVV^{005(3)}=0,021$ </p>
<p>010 (1-й переход) Программная</p>		<p> $ТАН^{010(1)}=0,2$ $Т2А3S^{010(1)}=0,15$ $Т2АНV^{010(1)}=0,15$ $ТАЯ^{010(1)}=0,46$ $ТАЮ^{010(1)}=0,4$ $Т2АНVV^{010(1)}=0,11$ $ТД^{010(1)}=0,3$ $Т2А3SS^{010(1)}=0,11$ $Т2А3VV^{010(1)}=0,11$ $ТАЧ^{010(1)}=0,62$ $ТАХ^{010(1)}=0,74$ $ТР^{010(1)}=1$ $ТАЦ^{010(1)}=0,62$ $ТАФ^{010(1)}=0,74$ </p>

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

Продолжение таблицы 2.4



Т2А3V ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,15
ТАЗ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,74
ТДД ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,25
Т2АМV ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,1
2	
ТАК ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,28
ТАМ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,21
ТАЛ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,21
ТАЭ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,21
ТАЭd ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,21
ТАЫ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,21
ТАЫd ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,21
ТАЩ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,28
ТАЛV ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,12
ТБХ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,36
ТАР ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,28
ТАШ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,28
ТВЖ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,53
ТВД ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,6
ТБД ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,53
ТВК ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,21
ТБШ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,53
ТВМ ⁰¹⁰⁽¹⁾	=0,53

Продолжение таблицы 2.4

Окончание таблицы 2.4

№ оп.	Эскиз	Допуски на ТТ
020 (2- ой переход) Програм мная		ТВО ⁰²⁰⁽²⁾ =0,22 ТАС ⁰²⁰⁽²⁾ =0,74 Т2АСV ⁰²⁰⁽²⁾ =0,06 2 ТБА ⁰²⁰⁽²⁾ =0,16 ТВБ ⁰²⁰⁽²⁾ =0,3 ТВЕ ⁰²⁰⁽²⁾ =0,29 ТБК ⁰²⁰⁽²⁾ =0,19 ТВЛd ⁰²⁰⁽²⁾ =0,19 ТАТ ⁰²⁰⁽²⁾ =0,13
025 (1-й переход) Програм мная		ТББ ⁰²⁵⁽¹⁾ =0,34 ТАТ ⁰²⁵⁽¹⁾ =0,28 ТВЛ ⁰²⁵⁽¹⁾ =0,28
025 (2- ой переход) Програм мная		ТББ ⁰²⁵⁽²⁾ =0,26 ТАТ ⁰²⁵⁽²⁾ =0,13 ТВЛ ⁰²⁵⁽²⁾ =0,19

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

151900.2016.911.00.000 ПЗ

Лист

6

Продолжение таблицы 2.4

--	--	--

2.3.3 Размерные схемы первой и второй проекций

На основании таблицы 2.4 вычерчиваются размерные схемы первой и второй проекций рисунках 2.4 и 2.5.

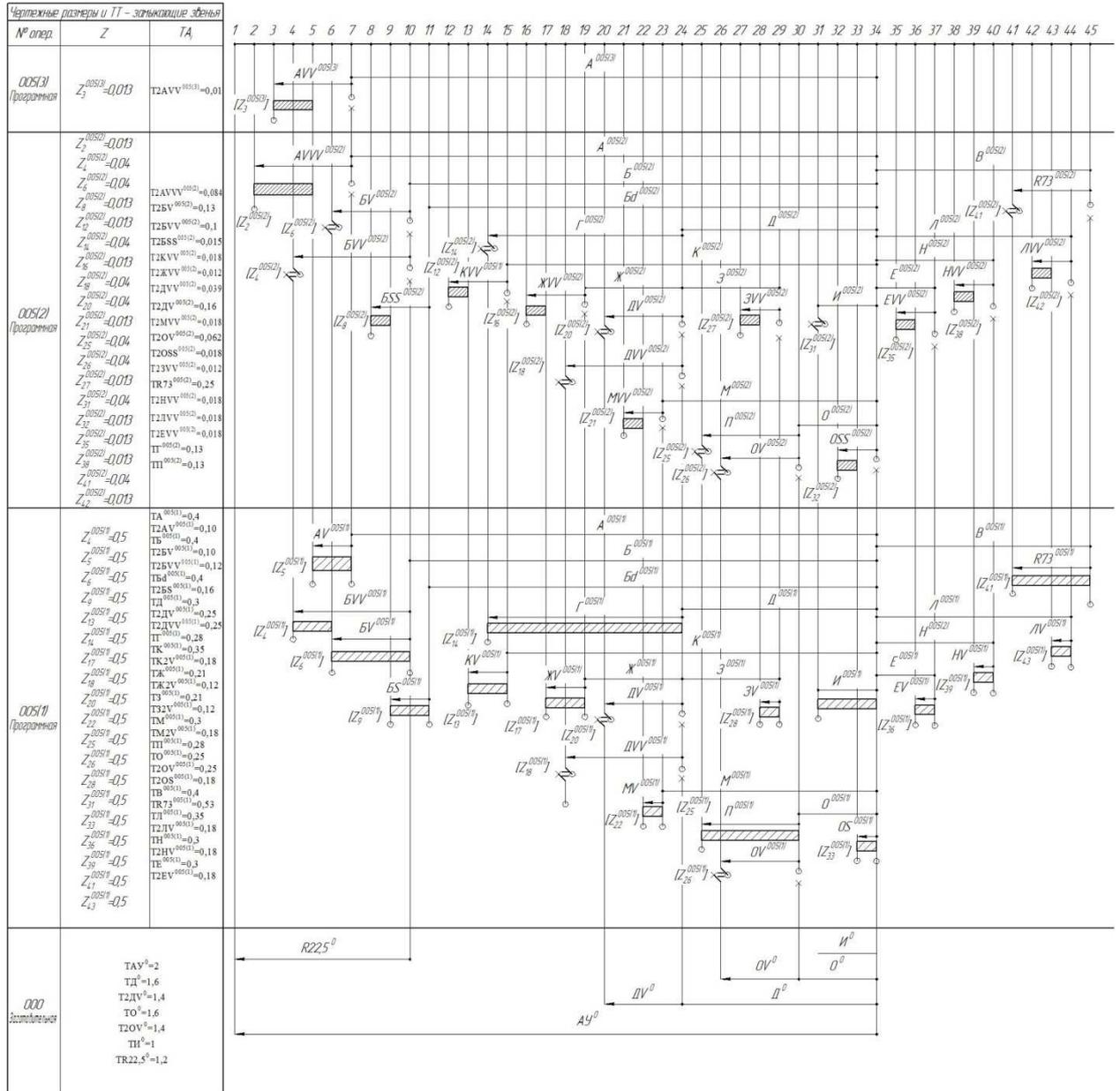


Рисунок 2.4 – Размерная схема первой проекции

Продолжение таблицы 2.4

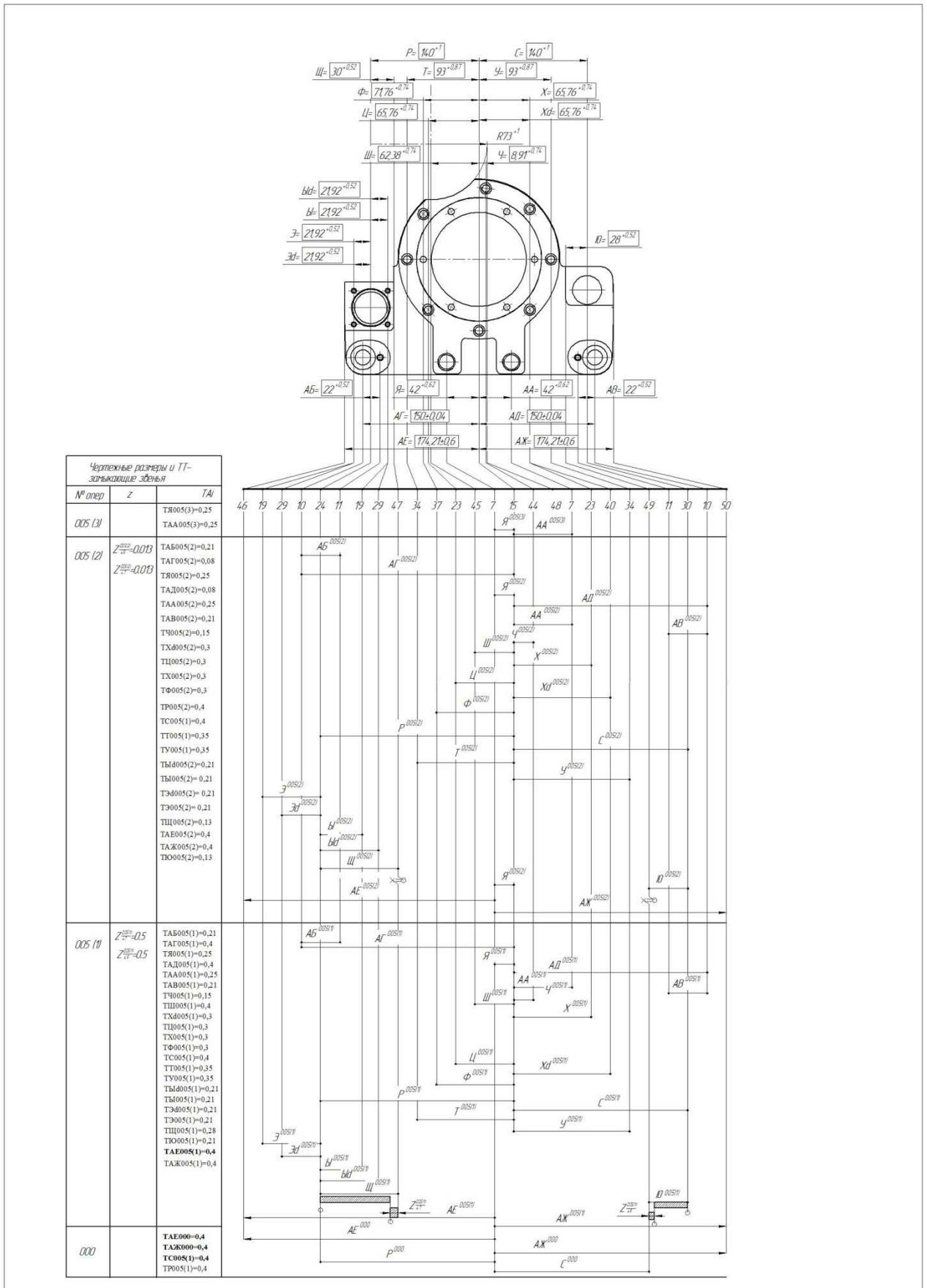


Рисунок 2.5 – Размерная схема второй проекции

Продолжение таблицы 2.4

2.3.4 Проверка точности разработанного технологического процесса

$$[И] \geq И^{20(2)} - A^5 + A^{15};$$

$$0,74 \geq 0,12 + 0,27 + 0,07;$$

$$0,74 \geq 0,46 \text{ – условие выполняется.}$$

По схемам составим уравнения размерных цепей для определения припусков и межоперационных размеров, а также размеров заготовки.

По размерной схеме первой проекции:

$$[z_{20}^{10(2)}] = H^{10(2)} - 19^{10}, 20^{10(2)} - 19^0, 20^{10(1)} - H^{10(1)};$$

$$[z_{20}^{10(1)}] = H^{10(1)} - 19^0, 20^{10(1)} - 19^0, 20^0 - H^0;$$

$$[z_{16}^{10(2)}] = Л^{10(2)} + К^{10(2)} - К^{10(1)} - Л^{10(1)};$$

$$[z_{12}^{5(2)}] = Э^{5(2)} + Ц^{5(2)} - С^{5(2)} + С^{5(1)} - Ц^{5(1)} - Э^{5(1)};$$

$$[z_{23}^{5(2)}] = Я^{5(2)} + С^{5(2)} - С^{5(1)} - Я^{5(1)}.$$

$$[z_1^{15}] = A^5 - A^{15};$$

$$[z_8^{10(2)}] = И^{10(1)} - И^{10(2)};$$

$$[z_4^{10(2)}] = E^{10(2)} - И^{10(2)} + И^{10(1)} - E^{10(1)};$$

По размерной схеме второй проекции:

$$[z_1^{5(1)}] = A^0 - A^{5(1)};$$

$$[z_8^{10(1)}] = И^0 - A^0 + A^{5(1)} - И^{10(1)}.$$

Расчет межоперационных размеров и размеров заготовки.

Определим припуски и межоперационные размеры по размерной схеме первой проекции:

$$1) [z_{20}^{10(2)}] = H^{10(2)} - 19^0, 20^{10(2)} - 19^0, 20^{10(1)} - H^{10(1)},$$

$$z_{20 \min}^{10(2)} = 0,1;$$

$$H^{10(2)} = 33^{+0,12};$$

$$19^0 20^{10(2)} = 0 \pm 0,05;$$

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Продолжение таблицы 2.4

$$19^0 20^{10(1)} = 0 \pm 0,2;$$

$$\Delta_B H^{10(1)} = 0,15;$$

$$z_{20 \min}^{10(2)} = H^{10(2)}_{\min} - 19^0, 20^{10(2)}_{\max} - 19^0, 20^{10(1)}_{\max} - H^{10(1)}_{\max},$$

$$H^{10(1)}_{\max} = H^{10(2)}_{\min} - 19^0, 20^{10(2)}_{\max} - 19^0, 20^{10(1)}_{\max} - z_{20 \min}^{10(2)},$$

$$H^{10(1)}_{\max} = 33 - 0,2 - 0,05 - 0,1 = 32,65.$$

$$H^{10(1)}_{\text{ном}} = H^{10(1)}_{\min} - \Delta_B H^{10(1)},$$

$$H^{10(1)}_{\text{ном}} = 32,65 - 0,15 = 32,5,$$

$$z_{20 \max}^{10(2)} = H^{10(2)}_{\max} - 19^0, 20^{10(2)}_{\min} - 19^0, 20^{10(1)}_{\min} - H^{10(1)}_{\min},$$

$$z_{20 \max}^{10(2)} = 33,12 + 0,2 + 0,05 - 32,5,$$

$$z_{20 \max}^{10(2)} = 0,87.$$

$$H^{10(1)} = 32,5^{+0,15}, 2H^{10(1)} = 65^{+0,3}.$$

Остальные уравнения решаются аналогично, и результаты расчета приводятся в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчета уравнений первой проекции

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат
1) $[z_{20}^{10(2)}] = H^{10(2)} - 19^0, 20^{10(2)} - 19^0, 20^{10(1)} - H^{10(1)}$	$z_{20 \min}^{10(2)} = 0,1$ $H^{10(2)} = 33^{+0,12}$ $19^0 20^{10(2)} = 0 \pm 0,05$ $19^0 20^{10(1)} = 0 \pm 0,2$ $\Delta_B H^{10(1)} = 0,15$	$z_{20 \max}^{10(2)} = 0,87$ $H^{10(1)} = 32,5^{+0,15},$ $2H^{10(1)} = 65^{+0,3}$

Продолжение таблицы 2.4

Продолжение таблицы 2.5

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат
<p>2)</p> $[z_{20}^{10(1)}] = H^{10(1)} - 19^0, 20^{10(1)} - 19^0, 20^0 - H^0$	$z_{20 \min}^{10(1)} = 0,5$ $H^{10(1)} = 32,5^{+0,15}$ $19^0 20^{10(1)} = 0 \pm 0,2$ $19^0 20^0 = 0 \pm 0,3$ $\Delta_B H^0 = 0,37$	$z_{20 \max}^{10(1)} = 1,02$ $H^0 = 31,13^{+0,37}$ $2H^0 = 62,26_{-0,49}^{+0,25}$
<p>3)</p> $[z_{16}^{10(2)}] = L^{10(2)} + K^{10(2)} - K^{10(1)} - L^{10(1)}$	$z_{16 \min}^{10(2)} = 0,1$ $L^{20(2)} = 2,52^{+0,03}$ $K^{10(1)} = 45 \pm 0,125$ $K^{10(2)} = 45 \pm 0,031$ $\Delta^B L^{10(1)} = 0,06$	$z_{16 \max}^{10(2)} = 0,5$ $L^{10(1)} = 1,91^{+0,06}$ $2P^{10(1)} = 4,408^{+0,11}$
<p>4)</p> $[z_{12}^{5(2)}] = \mathcal{E}^{5(2)} + \mathcal{C}^{5(1)} - C^{5(1)} + C^{5(2)} - \mathcal{C}^{5(2)} - \mathcal{E}^{5(1)}$	$z_{12 \min}^{5(2)} = 0,35$ $\mathcal{E}^{5(2)} = 4^{+0,036}$ $\mathcal{C}^{5(1)} = 90 \pm 0,175$ $\mathcal{C}^{5(2)} = 90 \pm 0,0435$ $C^{5(1)} = 40,604 \pm 0,125$ $C^{5(2)} = 40,604 \pm 0,031$ $\Delta^B \mathcal{E}^{5(1)} = 0,075$	$[z_{12 \max}^{5(2)}] = 0,849$ $2\mathcal{E}^{5(1)} = 6,681^{0,15}$

Окончание таблицы 2.5

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Продолжение таблицы 2.4

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат
5) $[z_{23}^{5(2)}] = Я^{5(2)} + C^{5(2)} - C^{5(1)} - Я^{5(1)}$	$z_{12\min}^{5(2)} = 0,35$ $Я^{5(2)} = 4^{+0,036}$ $C^{5(1)} = 40,604 \pm 0,125$ $C^{5(2)} = 40,604 \pm 0,031$ $\Delta^B Я^{5(1)} = 0,075$	$[z_{23\max}^{5(2)}] = 0,849$ $2Я^{5(1)} = 6,681^{0,15}$

Определим припуски и межоперационные размеры по размерной схеме второй проекции:

$$1) [z_1^{15}] = A^{05} - A^{15};$$

$$z_{1\min}^{15} = 0,2;$$

$$A^{15} = 10_{-0,45};$$

$$\Delta_H A^{05} = -0,27;$$

$$z_{1\min}^{15} = A^{05}_{\min} - A^{15}_{\max},$$

$$A^{05}_{\min} = z_{1\min}^{15} - A^{15}_{\max},$$

$$A^{05}_{\min} = 10 + 0,2 = 10,2.$$

$$A^{05}_{\text{ном}} = A^{05}_{\min} - \Delta_H E^{05},$$

$$A^{05}_{\text{ном}} = 10,2 + 0,27 = 10,47.$$

$$z_{1\max}^{15} = A^{05}_{\max} - A^{15}_{\min},$$

$$z_{1\max}^{15} = 10,47 - 9,65,$$

$$z_{1\max}^{15} = 0,42.$$

$$A^{05} = 10,47_{-0,27}.$$

Остальные уравнения решаются аналогично и результаты расчета приводятся в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчета уравнений второй проекции

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Продолжение таблицы 2.4

Уравнение размерной цепи	Исходные данные	Результат
$[z_1^{15}] = A^{05} - A^{15}$	$z_{1\min}^{15} = 0,2$ $A^{15} = 10_{-0,45}$ $\Delta_H A^{05} = -0,27$	$z_{1\max}^{15} = 0,42$ $A^{05} = 10,47_{-0,27}$
$[z_1^{10(2)}] = И^{10(1)} - И^{10(2)}$	$z_{8\min}^{10(2)} = 0,2$ $И^{10(2)} = 62_{-0,74}$ $\Delta_H И^{10(1)} = -0,46$	$z_{8\max}^{10(1)} = 1,4$ $И^{10(1)} = 62,66_{-0,46}$
$[z_4^{10(2)}] = E^{10(2)} - И^{10(2)} + И^{10(1)} - E^{10(1)}$	$z_{4\min}^{10(1)} = 0,1$ $E^{10(2)} = 18_{-0,44}$ $И^{10(2)} = 62_{-0,74}$ $И^{10(1)} = 62,66_{-0,46}$ $\Delta_H E^{10(1)} = -0,37$	$z_{4\max}^{10(2)} = 2,11$ $E^{10(1)} = 17,29_{-0,37}$
$[z_1^{05(1)}] = A^0 - A^{05(1)}$	$z_{1\min}^{05(1)} = 0,5$ $A^{05(1)} = 10,47_{-0,27}$ $\Delta_H A^0 = -0,43$	$A^0 = 11,7_{-0,14}^{+0,29}$ $z_{1\max}^{05(1)} = 1,2$
$[z_8^{10(1)}] = И^0 - A^0 + A^{5(1)} - И^{10(1)}$	$z_{8\min}^{10(1)} = 0,5$ $И^{10(1)} = 62,66_{-0,46}$ $A^0 = 11,4_{-0,43}$ $A^{5(1)} = 10,47_{-0,27}$ $\Delta_H И^0 = -0,74$	$[z_{8\max}^{10(1)}] = 2,4$ $И^0 = 65,1_{-0,25}^{+0,49}$

На основании расчета получены размеры заготовки. Чертеж заготовки приведен в соответствии с рисунком 2.7.

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Продолжение таблицы 2.4

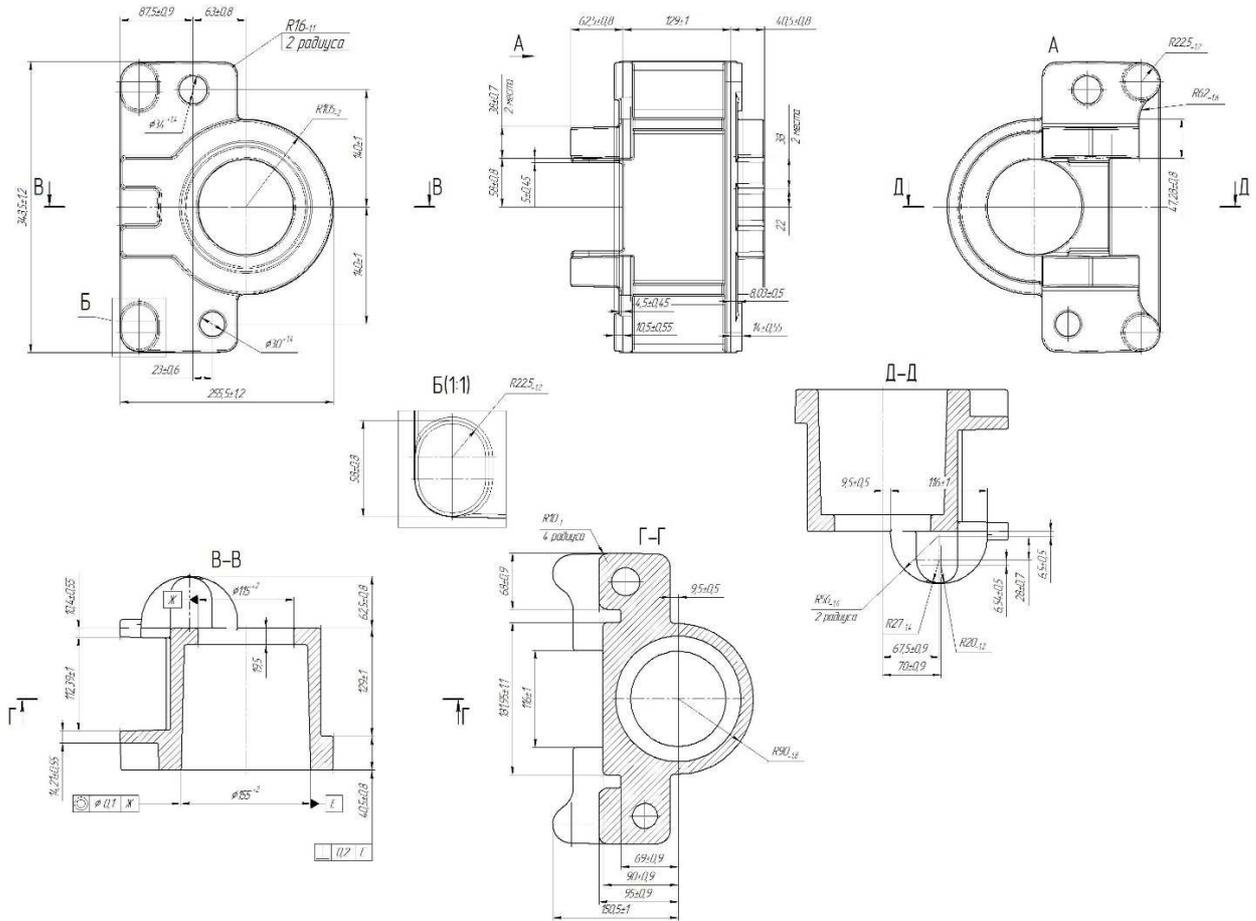


Рисунок 2.7 – Чертёж заготовки

Коэффициент использования материала $K_{ИМ}$:

$$K_{ИМ} = \frac{m_d}{m_z}, \quad (2.5)$$

где m_d – масса детали, кг;

m_z – масса заготовки, кг.

$$K_{ИМ} = \frac{27,36}{38,87} = 0,7.$$

Деталь является технологичной, если $K_{ИМ} \leq 0,8$.

2.4 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания проведем аналитическим методом

Операция 005(1) – токарная с ЧПУ.

Обработывающий центр модели Extron M322 с ЧПУ Fanuc.

Исходные данные:

- материал заготовки – сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88;
- материал режущей части (СМП) - ВК6 ГОСТ 3882-80;

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Продолжение таблицы 2.4

- диаметр фрезы – 250мм;
- число зубьев фрезы $Z=12$.

Переход 1 – черновое фрезерование торца

Глубина резания

Глубина резания t при фрезеровании плоскости торцевой фрезой назначается из расчета припуска в размерной цепи проектного технологического процесса

$$t=1,2 \text{ мм}$$

Подача на зуб фрезы определяется по формуле:

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{SM} \cdot K_{SU} \cdot K_{SB} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{SP} \cdot K_{SC} \cdot K_{SO}, \quad (2.6)$$

где $S_{zT}=0,24$ мм/зуб – табличная подача на зуб,

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от:

- $K_{SM}=1,0$ – твердости обрабатываемого материала;
- $K_{SU}=0,75$ – материала режущей части фреза;
- $K_{SB}=1,1$ – отношения фактической ширины фрезерования к нормативной;
- $K_{S\phi}=0,85^\circ$ – главного угла в плане;
- $K_{SP}=1,0$ – способа крепления пластины;
- $K_{SC}=0,5$ – схемы установки фрезы;
- $K_{SO}=1,0$ – группы обрабатываемости материала.

$$S_z = 0,24 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 0,2 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания выбирается по таблице[8] $V_T=446$ м/мин

Выбранную скорость резания корректируют с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от:

$$V = V_T \cdot K_{VU} \cdot K_{Vn} \cdot K_{Vn} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VB} \cdot K_{VT} \cdot K_{VP} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VO}, \quad (2.7)$$

- $K_{VM}=1,0$ – твердости обрабатываемого материала;
- $K_{VU}=1,15$ – материала режущей части фреза;
- $K_{Vn}=0,8$ – состояния поверхности;
- $K_{V\phi}=0,95$ – главного угла в плане;
- $K_{VB}=1,0$ – отношения ширины фрезерования к диаметру фрезы;

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Продолжение таблицы 2.4

- $K_{VT} = 1,0$ – периода стойкости режущей части фрезы;
- $K_{VP} = 1,0$ – способа крепления пластины;
- $K_{VЖ} = 1,0$ – наличия охлаждения;
- $K_{VO} = 1,0$ – группы обрабатываемости материала.

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{(1000 \cdot V)}{\pi D}, \quad (2.8)$$

где D – диаметр фрезы, мм

V – скорректированная скорость резания определяется по формуле [2.7]

$$V = 446 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 389,8 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{(1000 \cdot 389,8)}{3,14 \cdot 250} = 568,15 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем ближайшее значение

$$n_{\phi} = 520 \text{ об/мин.}$$

С учетом этого определяем фактическую скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{(\pi D n)}{1000} = \frac{(3,14 \cdot 250 \cdot 520)}{1000} = 408,2 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу рассчитываем по формуле

$$S_M = S_Z \cdot Z \cdot n_{\phi},$$

$$S_0 = S_Z \cdot Z = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \text{ мм/об.}$$

$$S_M = 0,1 \cdot 12 \cdot 520 = 624 \text{ мм/мин.}$$

Расчёт режимов для обработки остальных поверхностей ведётся аналогичным способом и сводится в таблице 2.7.

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Продолжение таблицы 2.4

Таблица 2.7 – Сводная таблица режимов резания для разработанного технологического процесса

Выполняемый переход	Материал режущей части инструмента	Режимы резания			
		S_o мм/об	V_ϕ м/мин	n_ϕ об/мин	S_M мм/мин
Операция 005(1)					
Черновое фрезерование плоскости	ВК6	1,2	408,2	520	624
Растачивание черновое отверстия	ВК6	0,21	416,7	820	216,2
Сверление отверстия Ø6	P6M5	0,17	23,92	1210	202,3
Сверление отверстия Ø8	P6M5	0,19	24,62	1120	212,8
Сверление отверстия Ø12	P6M5	0,25	25,4	900	225
Операция 005(2)					
Чистовое фрезерование плоскости	ВК6	1,2	370,9	470	582,3
Растачивание чистовое отверстия	ВК6	2,3	581	740	913,3
Нарезание резьбы	P6M5	0,75	5,3	280	210
Операция 005(3)					
Нарезание резьбы	P6M5	0,93	7,3	210	190

Продолжение таблицы 2.4

Операция 010(1)

Продолжение таблицы 2.7

Выполняемый переход	Материал режущей части инструмента	Режимы резания			
		S_o мм/об	V_ϕ м/мин	n_ϕ об/мин	S_M мм/мин
Черновое фрезерование плоскости	ВК6	1,2	408,2	520	624
Сверление отверстия Ø8	P6M5	0,19	24,62	1120	212,8
Растачивание черновое отверстия	ВК6	0,21	41,3	820	213,4
Сверление отверстия Ø6	P6M5	0,17	23,92	1210	202,3
Операция 010(2)					
Чистовое фрезерование плоскости	ВК6	1,2	350,7	470	582,3
Нарезание резьбы	P6M5	0,75	5,3	280	210
Растачивание чистовое отверстия	ВК6	0,95	46,8	740	231,3
Операция 015(1)					
Черновое фрезерование плоскости	ВК6	2,1	338,2	520	624
Операция 015(2)					

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

151900.2016.911.00.000 ПЗ

Лист

18

Продолжение таблицы 2.4

Чистовое фрезерование плоскости	ВК6	1,2	370,9	470	582,3
---------------------------------	-----	-----	-------	-----	-------

Окончание таблицы 2.7

Выполняемый переход	Материал режущей части инструмента	Режимы резания			
		S_o мм/об	V_ϕ м/мин	n_ϕ об/мин	S_M мм/мин
Операция 020(1)					
Черновое фрезерование плоскости	ВК6	1,8	215,2	520	624
Сверление отверстия Ø32	P6M5	0,11	127,9	1430	206,3
Операция 020(2)					
Чистовое фрезерование плоскости	ВК6	2,2	350,7	540	683
Растачивание чистовое отверстия	ВК6	0,83	46,8	740	231,3
Операция 025(1)					
Черновое фрезерование плоскости	ВК6	1,8	215,2	520	624
Операция 025(2)					
Чистовое фрезерование плоскости	ВК6	2,2	350,7	540	683

2.5 Нормирование операций

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.911.00.000 ПЗ					

Продолжение таблицы 2.4

Для примера рассчитаем трудоемкость изготовления деталей для операции 005(1) программная. Расчет, для примера, производим по операции 005(1) (фрезерование верхней поверхности).

Нормативы времени на смену инструмента, на холостые ходы берутся из паспорта станка; время на установку и снятие детали, на измерение, на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительное время взяты из [2].

Обрабатываемая партия (по согласованию с Заказчиком) - составляет 20 штук в месяц, соответственно 240 штук в год.

Масса корпуса по представляемому чертежу равна 38,8 кг.

Производство средне-серийное (для ЗАО «Гермес»), следовательно, необходимо определить штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + T_{п.з} / n,$$

где $T_{шт}$ - штучное время;

$T_{п.з}$ – подготовительно – заключительное время;

n – обрабатываемая партия; $n = 240$ шт.

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс}; \text{ мин},$$

где T_o – основное время;

$T_{всп}$ – вспомогательное время;

$T_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, согласно [1];

$T_{обс}$ – равно 8% от оперативного времени ($T_o + T_{всп}$).

Вспомогательное время:

$$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{изм.} + T_{п.о.} + T_{з.о.},$$

где $T_{у.с.}$ – время на установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$ – время на управление и открепление детали;

$T_{уп.}$ – время на управление станком;

$T_{изм}$ – время на измерение детали;

$T_{п.о.}$ – время на подвод, отвод инструмента (время холостого хода).

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Продолжение таблицы 2.4

Рассчитаем основное время при установке детали корпус для перехода.

О1 Фрезерование торца

$$t = l_1 / S_1 = 505 / 150 = 3,363 \text{ мин.}$$

где l – длина рабочего хода с учетом величины врезания и перебега (мм);

(Для данного перехода и в дальнейшем l и S взяты из управляющей программы).

Аналогично для остальных обрабатываемых поверхностей:

$$t = l / S = 505 / 150 = 3,363 \text{ мин.}$$

О2 Фрезерование поверхности бобышки $\varnothing 58$

$$t = l_1 \cdot 2 / S_2 = 160 / 150 = 1,067 \text{ мин;}$$

О3 Фрезерование двух занижений

$$t = l_3 \cdot 2 / S_3 = 21 \cdot 2 / 80 = 1,525 \text{ мин;}$$

О4 Фрезерование торца детали

$$t = l_4 / S_4 = 70 / 100 = 0,7 \text{ мин;}$$

О5 Сверление четырех отверстий $\varnothing 8,5$ под резьбу М10–7Н.

Длина рабочего хода дана с учетом расстояния от поверхности детали до плоскости задания коррекций – 5 мм

$$t = l_5 \cdot 4 / S_5 = 28 \cdot 4 / 80 = 1,4 \text{ мин;}$$

Об Фрезерование четырех фасок $1,6 \times 45^\circ$

$$t = l_6 \cdot 4 / S_6 = 10 \cdot 4 / 100 = 0,4 \text{ мин;}$$

Суммируем полученные значения и рассчитываем основное время для изготовления детали:

$$T_0 = 3,363 \cdot 2 + 2,134 \cdot 2 + 1,05 \cdot 2 + 1,4 \cdot 2 + 2,8 + 0,8 = 19,494 \text{ мин.}$$

Рассчитываем вспомогательное время на операцию, согласно [2]:

- время на установку и снятие детали (при установке на кубик) $t_{y.c.} = 3,87$ мин [1];

- время на закрепление, открепление детали $t_{з.о} = 14,38$ мин [1] гаечным ключом вручную;

- время на приемы управления станком $t_{y.n.} = 0,5$ мин [1];

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Продолжение таблицы 2.4

- время на подвод, отвод инструмента (время холостого хода) – принимаем по паспорту станка ≈ 500 мм на 1 инструмент) - $t_{п.о.} = (500 \cdot 6) / 6000 = 0,5$ мин;

- время смены инструмента - $t_{см.} = 0,33 \cdot 6 = 2$ мин;

- время на измерения (14 измерений),

- время на 1 измерение – 0,1 мин;

$$t_{изм.} = 1,4 ;$$

Рассчитываем вспомогательное время:

$$T_{всп.} = (0,87 + 0,13 + 0,38) \cdot 4 + 0,05 + 0,5 + 2 + 2,4 + 1 = 11,47 \text{ мин}$$

Время на обслуживание станка, отдых и личные надобности. Принимаем 8 % от оперативного времени [1].

$$T_{обс.} = 0,08 \cdot (19,494 + 11,47) = 2,477 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.} = 19,494 + 11,47 + 2,477 = 33,441 \text{ мин;}$$

Подготовительно-заключительное время состоит из следующих слагаемых [1]:

- получение и сдача технической документации, недостающего инструмента и оснастки ($t_1 = 18$ мин);

- установка приспособления с выверкой ($t_2 = 8$ мин);

- установка и снятие инструментального блока в магазин ($t_3 = 0,2$ мин), для шести инструментов - ($t_3 = 1,2$ мин);

- ввод управляющей программы ($t_4 = 2$ мин);

- установка исходных координат X, Y ($t_5 = 3$ мин), для четырех деталей - ($t_5 = 12$ мин);

- установка инструмента на длину Z - ($t_6 = 1,1$ мин на 1 инструмент), для 6 инструментов - ($t_6 = 6,6$ мин);

$$T_{п.з.} = 18 + 8 + 1,2 + 12 + 6,6 = 47,8 \text{ мин;}$$

Аналогично рассчитываем $T_{шт}$ и $T_{п.з}$ для операций 005(2); 010(1); 010(2); 015(1); 015(2); 020(1); 020(2); 025(1); 025(2).

Нормы времени на операции сводим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Нормы времени на операции техпроцесса

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Продолжение таблицы 2.4

№ операции	Наименование операции	T _{п.з.} мин.	T _{шт.} мин.
005(1)	Программная	47,8	33,441
005(2)	Программная	31,2	31,2

Окончание таблицы 2.8

№ операции	Наименование операции	T _{п.з.} мин.	T _{шт.} мин.
005(3)	Программная	7,7	7,7
010(1)	Программная	38,7	30,2
010(2)	Программная	17,6	17,6
015(1)	Программная	31,3	19,8
015(2)	Программная	16,2	16,2
020(1)	Программная	29,6	18,1
020(2)	Программная	13,8	13,8
025(1)	Программная	12,6	4,2
025(2)	Программная	6,9	6,9

3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

Производительность и точность обработки деталей на металлорежущих станках в значительной мере зависит от конструкций приспособлений, которые должны обеспечивать получение высококачественных деталей, облегчение условий труда и повышение его производительности за счёт сокращения машинного и вспомогательного времени. Это возможно за счет применения групповой обработки деталей, использования быстродействующих зажимов с механическим, пневматическим, гидравлическим или пневмогидравлическим

Продолжение таблицы 2.4

приводом. А также за счет применения современных видов режущих инструментов и универсальных переналаживаемых средств контроля.

Предлагается разработать специализированные приспособления; зажимное для механической обработки детали «Корпус» ПАБР.304560.400.001, расточная оправка под расточку отверстия с диаметром 48 мм, а также приспособление для контроля перпендикулярности торца относительно оси отверстия.

3.1 Проектирование зажимного приспособления

Назначение зажимного приспособления для закрепления заготовок, предназначенных для многооперационной обработки, состоит в решении следующих задач:

- точное определение положения заготовки относительно выбранной базы
- удержание заготовки под действием составляющих силы резания;
- быстрая установка и снятие заготовки.

Первым этапом проектирования зажимного приспособления является разработка теоретической схемы базирования.

3.1.1 Разработка схемы зажимного приспособления

При разработке компоновки рекомендуется вначале изобразить заготовку в рабочем положении в нескольких проекциях, а затем все остальные элементы конструкции в следующей последовательности: установочные элементы, зажимные механизмы, силовые приводы, детали для направления режущего инструмента, вспомогательные элементы для каждой проекции. После чего нужно определить очертания и размеры корпуса приспособления, который объединяет все перечисленные элементы. При выполнении компоновки следует учитывать требования, предъявляемые к любому станочному приспособлению, которое должно:

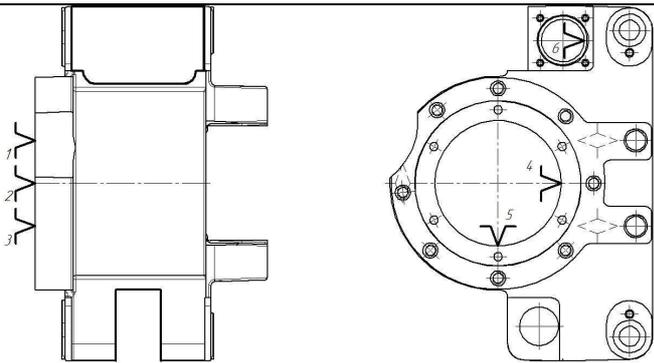
					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Продолжение таблицы 2.4

- обеспечивать наибольшую производительность и эффективность при проектировании, изготовлении и эксплуатации;
- обеспечивать качество, точность и стабильность обработки;
- быть удобным и безопасным в работе и при управлении, обеспечивать достаточную жесткость и надежность закрепления;
- быть устойчивым, чтобы воспринимать все силы, действующие при обработке, не испытывая вибраций, которые могут ослабить зажим;
- обеспечивать удобную установку на станке и транспортировку;
- требовать минимального времени на манипуляции с приспособлением, которые должны быть простыми, краткими и интуитивными.

В таблице 3.1 приведен пример выполнения компоновки по шагам.

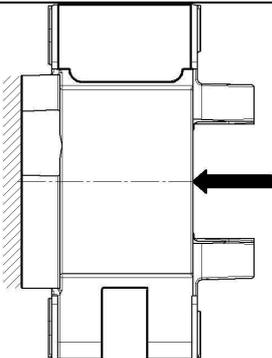
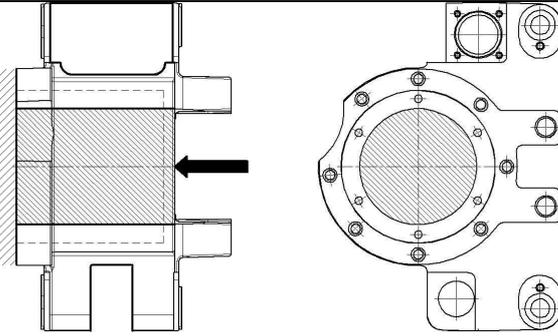
Таблица 3.1 - Компоновка приспособления

Этапы	Схема и содержание этапа
Шаг 1 Схема базирования	 <p>1, 2, 3 – технологическая установочная явная база; 4, 5 – технологическая двойная опорная явная база; 6 – технологическая опорная явная база</p>

Продолжение таблицы 3.1

Этапы	Схема и содержание этапа
-------	--------------------------

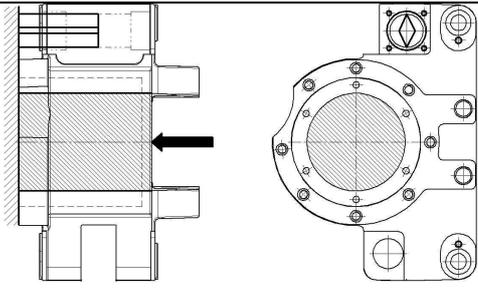
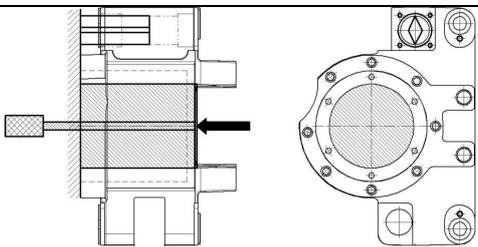
Продолжение таблицы 2.4

<p>Шаг 2 Технологическая база 1</p>	 <p>Реализуем технологическую базу, лишаящую наибольшего числа степеней свободы. В данном случае это установочная база 1, 2, 3. Так как установка осуществляется по плоскости, в качестве установочных элементов используем торец механически обработанной втулки. Зажим удобней разместить с противоположной стороны заготовки. Он будет прижимать её к установочным элементам.</p>
<p>Шаг 3 Технологическая база 2</p>	 <p>Реализуем следующую, по количеству лишаемых степеней свободы, технологическую базу. Это двойная опорная база 4, 5. Она является явной, а базирование осуществляется по внутренне цилиндрической поверхности. Реализовать её можно за счет установки заготовки на механически обработанной втулке, посаженной с натягом в корпус приспособления.</p>

Продолжение таблицы 3.1

Этапы	Схема и содержание этапа
-------	--------------------------

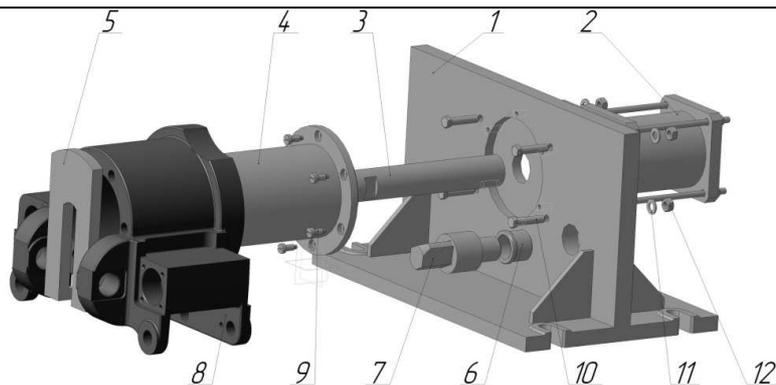
Продолжение таблицы 2.4

<p>Шаг 4 Технологическая база 3</p>	 <p>Реализуем оставшуюся технологическую базу – опорную явную 6. Она предполагает базирование по поверхности отверстия для угловой фиксации заготовки. Удобней всего реализовать данную базу за счет использования срезанного пальца. Он должен быть размещен со стороны установочного элемента. Такое размещение способствует уменьшению погрешности расположения заготовки в приспособлении, т.к. в этом случае две технологические базы реализуются на одном элементе приспособления.</p>
<p>Шаг 5 Принципиальная схема</p>	 <p>После реализации всех технологических баз переходим к выбору зажимного механизма и разработке принципиальной схемы приспособления. В качестве зажимного механизма используем пневмоцилиндр двунаправленного действия со штоком и упорной прижимной быстросъемной шайбой. Пневмоцилиндр выдвигает шток на него садится шайба, после чего пневмоцилиндр прижимает заготовку шайбой.</p>

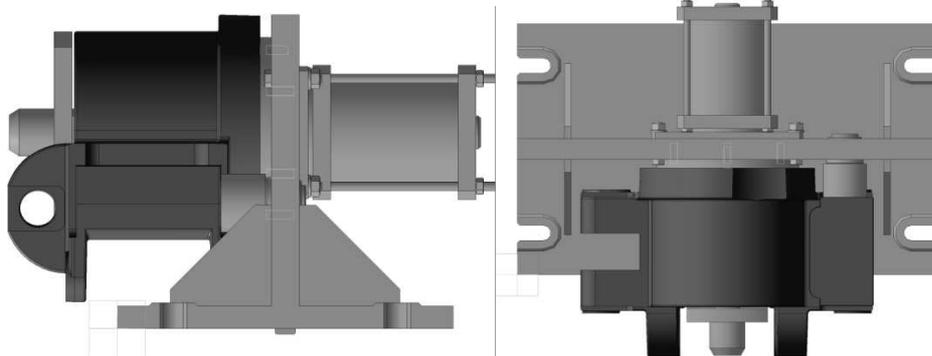
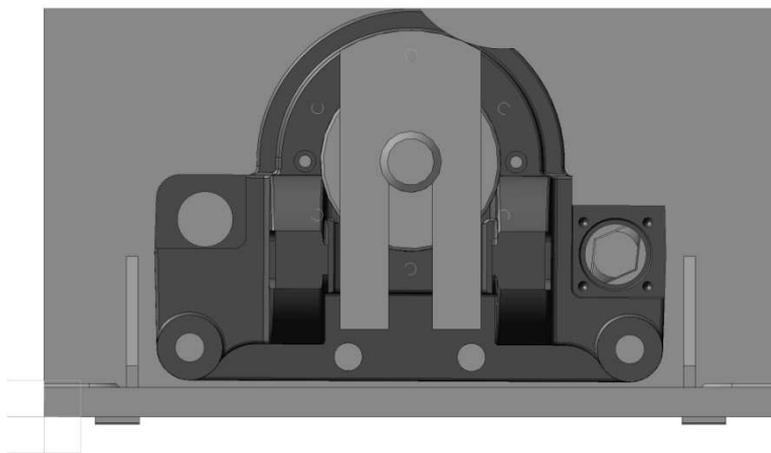
Окончание таблицы 3.1

<p>Этапы</p>	<p>Схема и содержание этапа</p>
--------------	---------------------------------

Шаг 6
 Схема установки
 (компоновка
 приспособления)



1-корпус; 2-пневмоцилиндр; 3-шток
 пневмоцилиндра; 4-втулка центральная; 5-шайба упорная,
 быстросъемная; 6-втулка ; 7-палец срезанный; 8-заготовка;
 9-болт (6 шт.); 10-болт (4шт.); 11-шайба (4 шт.); 12-гайка
 (4 шт.)

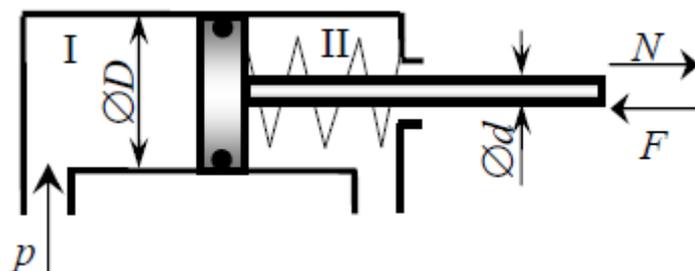


3.1.2. Расчет пневмоцилиндра

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 2.4

Тип зажимного устройства - силовой узел. Силовые узлы применяются в станочных приспособлениях для выработки исходной силы закрепления N и удержания заготовки без использования мускульной силы рабочего.



Силы на штоке пневмоцилиндров определяются по формулам:

Для привода двустороннего действия:

толкающая сила:

$$F_{\text{ТПР}} = \frac{\pi D^2}{4} p_B \eta_{\text{П}}, \quad (3.1)$$

тянущая сила:

$$F_{\text{ТПР}} = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} p_B \eta_{\text{П}}, \quad (3.2)$$

где D - диаметр пневмоцилиндра, мм;

p_B - давление сжатого воздуха, МПа (в практике $p_B = 0,4 - 0,6$ МПа);

$F_{\text{П}}$ - сила сопротивления возвратной пружины при крайнем рабочем положении поршня, Н;

d - диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

η - КПД (обычно $\eta = 0,85 - 0,9$; чем больше диаметр D пневмоцилиндра, тем выше КПД).

Возвратная пружина в конце рабочего хода поршня должна оказывать сопротивление от 5 при больших и до 20% при малых диаметрах пневмоцилиндра от силы $F_{\text{П}}$ на штоке пневмоцилиндра в момент зажима детали в приспособлении.

толкающая сила:

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Продолжение таблицы 2.4

тянущая сила:

$$F_{\text{пр}} = \frac{\pi(100^2 - 25^2)\text{мм}^2}{4} \cdot 0,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \cdot 0,9 = 3311,71 \text{ Н.}$$

Расход сжатого воздуха (м³/ч) в одноцилиндровом пневматическом приводе одностороннего действия (без учета потерь на неплотностях стыков)

$$Q = p_{\text{с}} n L \frac{\pi}{4} (2D^2 - d^2), \quad (3.3)$$

где L - ход штока, м;

$p_{\text{с}}$ – давление воздуха, Па;

D и d – диаметры цилиндра и штока, м;

n – число двойных ходов поршня за 1 час работы.

Внутренний диаметр воздуховода для подвода сжатого воздуха, м

$$d_{\text{в}} = 2 \sqrt{\frac{V}{\pi v t}}, \quad (3.4)$$

где V – объем полости пневмоцилиндра при заданной длине хода, м³;

v – скорость протекания воздуха по трубопроводу ($v=10\dots 20$ м/с);

t – время, необходимое для заполнения рабочей полости пневмоцилиндра, с.

$$d_{\text{в}} = 2 \sqrt{\frac{150000 \text{ мм}^3}{\pi 100 \frac{\text{мм}}{\text{с}} 30 \text{ с}}} = 16 \text{ мм}$$

3.1.3 Расчет станочного приспособления на точность

Суммарная погрешность изготовления по любому размеру или форме детали при выполнении любой технологической операции механической обработки складывается из погрешности положения заготовки в

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Продолжение таблицы 2.4

приспособлении, погрешности настройки станка и инструмента на выполняемый размер, погрешности метода обработки и некоторых других. Эту сумму можно представить в аналитическом виде:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \varepsilon_{\text{обр}} + \varepsilon_{\text{н}} + \varepsilon_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{др}} \quad (3.5)$$

где $\varepsilon_{\text{сум}}$ – суммарная погрешность по выполняемому операционному размеру, возникающая на данной технологической операции;

$\varepsilon_{\text{обр}}$ – погрешность, свойственная методу обработки на рассматриваемой операции (погрешность обработки);

$\varepsilon_{\text{н}}$ – погрешность настройки технологической системы на выполняемый размер (погрешность настройки);

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность, связанная с фактическим положением заготовки в приспособлении (погрешность приспособления);

$\varepsilon_{\text{др}}$ – другие погрешности, обусловленные факторами, независимыми от метода обработки, способа настройки и конструкции приспособления.

К ним относятся: погрешность базирования, погрешность измерения, погрешность, связанная с квалификацией рабочего и другие погрешности. Вклад этих погрешностей по отдельности незначителен, однако в сумме, они могут повлиять на получаемый результат. В расчетах для данной категории погрешностей рекомендуется выделять часть операционного допуска выполняемого размера $\varepsilon_{\text{др}} = (0,05 - 0,1) \cdot TA$, где TA – допуск на выполняемый размер A .

Точность выполняемого на технологической операции размера (или формы) будет обеспечена в том случае, когда сумма всех возможных погрешностей, возникающих в процессе обработки, не будет превышать величину допуска, установленного на этот размер (форму), т. е. должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\Sigma} \leq T_A \quad (3.6)$$

можно представить в виде следующего неравенства:

$$\varepsilon_{\text{обр}} + \varepsilon_{\text{н}} + \varepsilon_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{др}} \leq T_A. \quad (3.7)$$

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Продолжение таблицы 2.4

Погрешность приспособления определяется:

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = T_A - k_T \sqrt{\varepsilon_{\text{обр}}^2 + \varepsilon_{\text{др}}^2} + \varepsilon_{\text{н}} \quad (3.8)$$

где $[\varepsilon_{\text{пр}}]$ – допустимая погрешность приспособления;

k_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения (в расчетах рекомендуется принимать значение $k_T = 1 - 1,2$).

Ориентировочная погрешность различных методов обработки $\varepsilon_{\text{обр}}$, мкм, основанная на их экономической точности:

$$\varepsilon_{\text{обр}} = 55$$

Для станков с ЧПУ погрешность настройки можно рассматривать как погрешность установки инструмента в заданное положение, которая складывается из погрешности положения приспособления в координатной системе станка при настройке и погрешности позиционирования рабочего органа станка:

$$\varepsilon_{\text{н}} = \Delta_{\text{пол}} + \Delta_{\text{поз}}$$

где $\Delta_{\text{пол}}$ – погрешность положения приспособления (инструмента) в системе координат станка,

$\Delta_{\text{поз}}$ – погрешность позиционирования рабочего органа станка.

Составляющие погрешности настройки станков с ЧПУ, мм

Настройка при помощи измерительной головки или датчика касания на станках с цифровой индикацией (по координатам X и Y):

$$\Delta_{\text{пол}} = 0.02 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{поз}} = 0.02 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\text{н}} = \Delta_{\text{пол}} + \Delta_{\text{поз}} = 0.02 + 0.02 = 0.04 \text{ мм}$$

В расчетах для данной категории погрешностей рекомендуется выделять часть операционного до-

Продолжение таблицы 2.4

пуска выполняемого размера $\varepsilon_{др} = (0,05 - 0,1) \cdot TA$, где TA – допуск на выполняемый размер A . $TA = 0,16$ мм

$$\varepsilon_{др} = 0,05 \cdot 0,16 \text{ мм} = 0,008 \text{ мм}$$

Считаем погрешность приспособления:

$$[\varepsilon_{пр}] = T_A - k_T \sqrt{\varepsilon_{обр}^2 + \varepsilon_{др}^2} + \varepsilon_n$$

$$[\varepsilon_{пр}] \leq 0,16 \text{ мм} - 1,1 \cdot \sqrt{(0,055^2 + 0,008^2) \text{ мм}^2} + 0,04 \text{ мм} = 0,116 \text{ мм}$$

$$[\varepsilon_{пр}] \leq 0,116 \text{ мм}$$

3.2 Проектирование расточной оправки с микрометрической регулировкой вылета резца

Расточная оправка предназначена для расточки имеющегося отверстия в сплошном материале (конструкционные стали, а также неметаллические материалы), с целью повышения качества и точности выполняемого отверстия.

3.2.1. Описание конструкции

Оправка с микрометрической регулировкой вылета резца с помощью резьбовой пары

Конструкция рисунок 3.1 состоит из корпуса 1 с конусом 7/24 по ГОСТ 25827-83. В корпусе на переднем торце имеется наклонное (под углом 53°) точно выполненное отверстие, в котором расположена державка 2 с квадратным сквозным отверстием для резца 9. На державке образована точная резьба, на которую навинчивается лимб-гайка 3 со шкалой. Державка от поворота снабжена шпонкой 6, которая скользит по шпоночному пазу, имеющемуся в поверхности корпуса 1. Пружина 4 и толкатель 5 осуществляет постоянный прижим лимб - гайки 3 к плоскости корпуса 1. Резец 9 предварительно устанавливается в пазу державки 2 и закрепляется винтом 7, соединяющим жестко резец с державкой. Регулирование вылета резца осуществляется по средствам поворота лимб – гайки на некоторый угол соответствующий определенному числу делений лимба. Цена одного деления лимба соответствует радиальному перемещению резца на 0,01 мм. Винт 8

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Продолжение таблицы 2.4

служит для фиксирования державки и резца в заданном положении. Предварительная настройка на размер производится вне станка на приборе, а окончательная – подгонка по пробному проходу.

Как показал опыт эксплуатации данных головок, они обеспечивают надежную точность регулирования резца при растачивании отверстий по 7-му качеству. Конструкция головки отличается высокой жесткостью и успешно применяется при получистовом растачивании с допуском до 3-5 мм. Применение одних и тех же конструкций расточных инструментов для получистовой и чистовой обработки весьма эффективно.

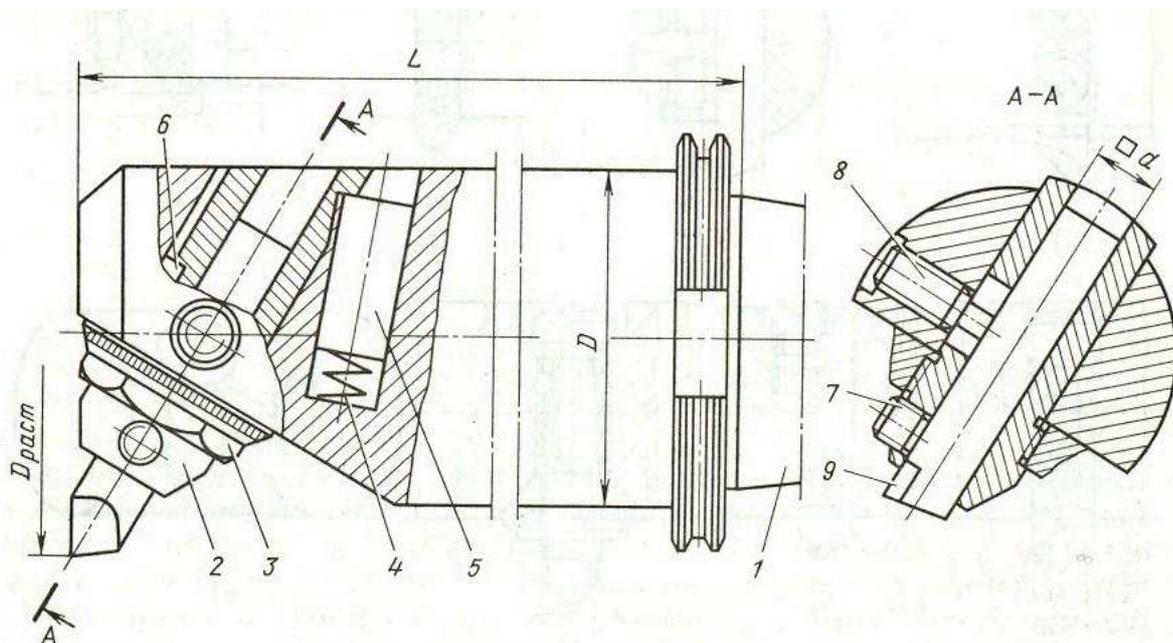


Рисунок 3.1 - Оправка с микрометрической регулировкой вылета резца с помощью резьбовой пары

3.2.2 Расчет на жесткость

Рассчитываем силу резания P_z :

;

где $C_p = 63.5$;

$t = 0.1 \text{ mm}$;

$S = 0.05 \text{ мм/об}$ (режим обработки назначаем из условий шероховатости обрабатываемого участка детали $R_z = 10$);

$HB = 110$;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.911.00.000 ПЗ

Лист

34

Продолжение таблицы 2.4

$$X_p=1;$$

$$Y_p=0.75;$$

$$Z_p=0.55.$$

$$P_y = 63.5 * 0.05^{0.75} * 110^{0.55} = 8.9 \text{ Н} .$$

Другая нагрузка, для ее расчета основные исходные данные:

$$C_p=1.6, t=3\text{mm};$$

$S=0.05$ мм/об (режим обработки назначаем из условий шероховатости обрабатываемого участка детали $R_z=10$);

$$H_B=110, X_p=1.2;$$

$$Y_p=0.65;$$

$$Z_p=1.1.$$

$$P_x = 1.6 * 3^{1.2} * 0.05^{0.65} * 110^{1.1} = 150.2 \text{ Н} .$$

Суммарная нагрузка, влияющая на изгиб оправки:

Расчет максимально возможного прогиба оправки:

$$f = \frac{P_{\max} l^3}{3EJ}$$

;

где f - стрела прогиба оправки;

$E=2.07 * 10^5$ МПа - модуль упругости оправки;

$j = 0.05d^4 = 1.28 * 10^{-7} \text{ м}^4$ - момент инерции сечения державки;

l - 0.160 м - вылет стрелы.

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Продолжение таблицы 2.4

Так как данная величина прогиба лежит в пределах поля допуска на изготавливаемую деталь, следовательно, жесткость данной оправки (диаметром 40мм) удовлетворяет условиям жесткости.

3.3 Проектирование контрольного приспособления

Контрольные приспособления применяют для промежуточного и окончательного контроля размеров деталей.

3.3.1 Описание конструкции

На рисунке 3.2 приведено приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности торца относительно центрального отверстия диска. Приспособление состоит из оправки 1 в виде диска с центральным отверстием, в которое вставлена рукоятка 2 и закреплена гайкой 5. Предварительно на рукоятку 2 установлен рычаг 3, несущий на одном конце опору 6, а на другом измерительную головку (или индикатор) 7, закрепленную с помощью винта 8, стопорной шайбы 9 и гайки 11. Ступица рычага 3 притерта без люфта на шейке рукоятки 2. Это обеспечивает вращение рычага на рукоятке без зазора, что важно для точности измерений при значительных размерах контролируемого диска. Для определения биения торца рычагу дается один - два оборота. По разности показаний измерительной головки определяют отклонения от перпендикулярности торца относительно центрального отверстия.

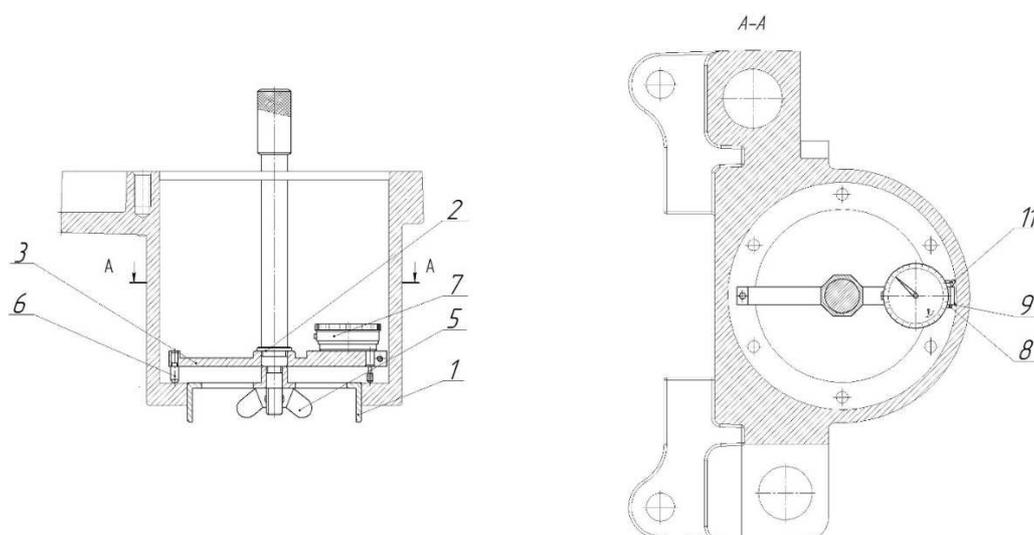


Рисунок 3.2 - Приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности торца относительно центрального отверстия оправки

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Продолжение таблицы 2.4

3.3.2. Расчёт на точность контрольного приспособления

Допустимую суммарную погрешность измерения определяют по формуле:

(3.9)

где $\epsilon_{иу}$ – систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления установочных элементов и неточностью их расположения на корпусе КИП при его сборке;

$\epsilon_{ип}$ – систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления передаточных элементов: рычагов, штифтов, стержней;

$\epsilon_{им}$ – систематическая погрешность, вызванная неточностью изготовления установочных мер и эталонных деталей, используемых для настройки средств измерений;

$\epsilon_{нб}$ – погрешность, вызванная несоответствием измерительной базы и технологической (приспособления для межоперационного контроля) или конструкторской (приспособления для окончательного контроля);

$\epsilon_з$ – погрешность, возникающая в результате закрепления контролируемого объекта вследствие его деформации;

$\epsilon_{ис}$ – погрешность, зависящая от измерительной силы, возникающая в результате смещения измерительной базы детали от заданного положения в процессе измерения;

$\epsilon_{зп}$ – погрешность, возникающая по причине зазоров между осями рычагов передаточных устройств при их наличии;

$\epsilon_{си}$ – погрешность используемого средства измерения;

$\epsilon_{др}$ – другие погрешности, вызванные действием случайных факторов.

Для признания КИП годным для данного измерения, необходимо, чтобы выполнялось условие

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Допустимая погрешность КИП составляет

Определим суммарную погрешность проектируемого приспособления.

Некоторые из составляющих имеют нулевое значение.

$\varepsilon_{им} = 0$, так как установочные меры и эталонные детали настройки средств измерений в данном приспособлении не используются.

$\varepsilon_{нб} = 0$, так как измерительная база совпадает с конструкторской, и погрешность базирования равно 0.

$\varepsilon_{ис} = 0$, так как схема измерения не позволяет измерительным силам смещать измерительную базу.

$\varepsilon_з = 0$, так как объект измерения в приспособлении не зажимается, а ограничение перемещения объекта на горизонтальном пальце не оказывает влияния на точность измерений.

Таким образом формула (3.9) приобретает следующий вид:

$$(3.10)$$

Определим значения составляющих формулы (3.10)

$\varepsilon_{иу} = 0,0015$ мм, что является следствием допуска на несоосность центров.

$\varepsilon_{ип}$ вычисляется по формуле:

$$(3.11)$$

$\Delta_{рд}$ – погрешность от неточности изготовления длин плеч рычагов:

Продолжение таблицы 2.4

$$\Delta_{рд} = \left(1 - \frac{l_2}{l_1}\right) \quad (3.12)$$

где l_1, l_2 – длины плеч рычага, a – перемещение рычага. Рычаги длиной 35 мм, изготавливаются с допуском $\pm 0,25$, перемещение рычага 0,05 мм.

$$\Delta_{рд} = \left(1 - 34 \cdot \frac{75}{35} \cdot 25\right) * 0.05 = 0.0007 \text{ мм}$$

$\Delta_{ру}$ – погрешность от неточности изготовления угла плеч рычагов.

$$\Delta_{ру} = l * \sin \gamma * (1 - \cos \beta) \quad (3.13)$$

Допуск на угол плеч рычага равен $\pm 0,5^\circ$, отсюда

$$\Delta_{ру} = 35 * \sin 1^\circ * (1 - \cos 1^\circ) = 0.0001 \text{ мм}$$

$\Delta_{рн}$ – погрешность от непропорционального перемещения плеч рычагов.

$$\Delta_{рн} = \frac{l\alpha^2}{3} \quad (3.14)$$

Угол, на который перемещается плечо равен не более $2^\circ \approx 0,035$ радиан.

$$\Delta_{рн} = \frac{35 * 0.035^2}{3} = 0.0005 \text{ мм}$$

$\Delta_{рк}$ – погрешность от смещения точки контакта рычагов.

$$\Delta_{рк} = \frac{l * \operatorname{tg} \alpha + r * \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - 1\right)}{l * \operatorname{tg} \alpha - r * \left(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha - 1\right)} - 1 \quad (3.15)$$

$r = 2$ мм – радиус измерительного наконечника, отсюда

$$\Delta_{рк} = \frac{35 * \operatorname{tg} 2^\circ + 2 * \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2^\circ} - 1\right)}{35 * \operatorname{tg} 2^\circ - 2 * \left(1 + \operatorname{tg}^2 2^\circ - 1\right)} - 1 = 0.002 \text{ мм}$$

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Продолжение таблицы 2.4

Δ_{pz} – погрешность прямой передачи, определяется по формуле:

$$\Delta_{pz} = e \frac{s}{h} \quad (3.16)$$

$e = 0,2$ мм – величина смещения оси стержня индикатора; $s = 0,02$ мм – зазор между втулкой и стержнем передачи; $h = 20$ мм – длина направляющей части втулки под подвижный стержень.

$$\Delta_{pp} = 0.2 * 0. \frac{02}{20} = 0.0002 \text{ мм}$$

Окончательно, значение $\epsilon_{ип}$ равно:

$\epsilon_{зп}$ определяется по справочнику, $\epsilon_{зп} = 0,006$ мм.

$\epsilon_{си}$ определяется нормативной документацией на средство измерения, для многооборотного индикатора 1 МИГ-0 $\epsilon_{си} = 0,002$ мм.

$\epsilon_{др}$ определяется обобщенно, как (0,03...0,05) допуска на контролируемый параметр, $\epsilon_{др} = 0,0015$ мм.

Суммарная погрешность измерения равна:

– условие пригодности выполняется, приспособление можно использовать для данной контрольной операции.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Исходные данные для расчёта себестоимости детали приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 - Заработная плата производственных рабочих

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Продолжение таблицы 2.4

Производственные рабочие	Оклад , руб.	Количество рабочих	Сума зарплаты, руб.
Оператор ЧПУ	6 000	1	6 000
Контролер	6 000	1	6 000
Грузчик	4 000	2	8 000
Конструктор	8 000	1	8 000
Технолог	8 000	1	8 000
Мастер	6 000	1	6 000
Наладчик оборудования	5 000	1	5 000

Таблица 4.2 - Прочие расходы

Расходы на электроэнергию	40 000 руб.
Расходы на ремонт обоудования	10 000 руб.
Расходы на вспомогательные материалы (СОЖ, смазки и т.д.)	5 000 руб.
Амортизационные расходы	18 000 руб.
Расходы на эксплуатацию и амортизацию инструмента	27 500 руб.
Расходы на эксплуатацию и амортизацию приспособлений	25 900 руб.

Производительность и себестоимость проектируемых ТП – прежде всего, зависит от требуемого чертежом качества точности, заданной шероховатости поверхностей, а также рядом дополнительных требований по чертежу детали.

Продолжение таблицы 2.4

Графики Соотношения штучно-калькуляционного времени и технологической себестоимости с качеством точности и шероховатостью приведены на рисунке 4.1

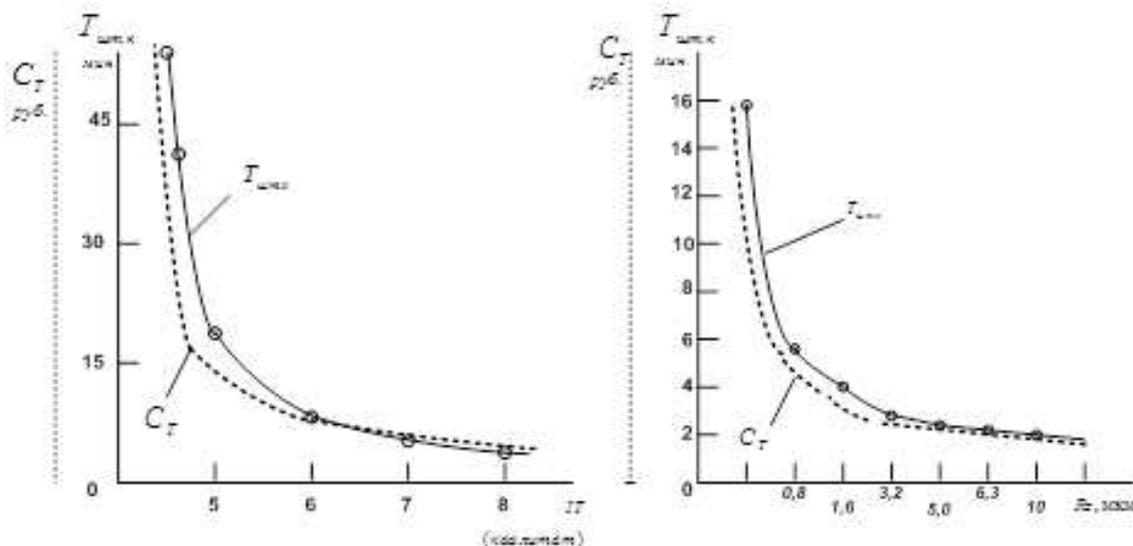


Рисунок 4.1 Соотношения штучно-калькуляционного времени и технологической себестоимости с качеством точности и шероховатостью.

Уменьшение допусков и шероховатости увеличивают трудоемкость и себестоимость по закону гиперболы, так как возрастает основное время T_0 из-за необходимости проведения дополнительных рабочих ходов и снижения режимов резания; при этом увеличивается вспомогательное время $T_{\text{есл}}$ из-за необходимости дополнительного контроля, применения более дорогостоящих станков и другой технологической оснастки.

При выборе наиболее рационального варианта обработки (для конкретных условий производства) во всех случаях необходимо одновременно учитывать производительность и экономичность.

Наилучшим вариантом ТП признается тот, у которого сумма текущих и приведенных капитальных затрат на единицу продукции будет минимальной.

В эту сумму входят: зарплата операторам и наладчикам (основная и дополнительная) с начислениями на соцстрах, расходы по содержанию и

Продолжение таблицы 2.4

эксплуатации машин и производственной площади и плата за основные доходы (т.е. рассчитывается технологическая себестоимость).

Сумму всех материальных затрат определяют:

1. Бухгалтерским методом

2. Элементным методом

1. При бухгалтерском методе – себестоимость изготовления детали

$$C=M+L+Z \quad (4.1)$$

M - Себестоимость изготовления с вычетом суммы и сдачу отходов руб.;

L - Зарплата производственных рабочих руб. ;

Z - Сумма остальных цеховых расходов (в % от L), руб. Z=150-800%

$$(руб.) \quad (4.2)$$

Недостатки метода: не пригоден для анализа вариантов, так как не выделяет составляющих цеховых расходов Z .

Достоинства: простота и оперативность.

2. Элементный метод – более точен (учитывает все составляющие технологической себестоимости). При этом, возможно не учитывать те затраты, которые не зависят от ТП и остаются неизменными при сопоставлении вариантов: (зарплата цеховых работников, внутрицеховой транспорт, текущий ремонт и амортизация зданий, сооружений и др.).

$$C=M+L+L_H+R+M_e+A+W+V+E \text{ (руб.)} \quad (4.3)$$

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Продолжение таблицы 2.4

$$C=80000 + 564000 + 60000 + 120000 + 60000 + 216000 + 330000 + 310000 + 480000 = 2220000 \text{ (руб.)}$$

L_H - зарплата наладчиков с отчислениями;

R - расходы на ремонт оборудования;

E - расходы на электроэнергию;

M_e - расходы на вспомогательные материалы (СОЖ, смазки и т.д.);

A - амортизационные расходы;

W - расходы на эксплуатацию и амортизацию инструмента;

V - расходы на эксплуатацию и амортизацию приспособлений.

В некоторых случаях рассчитывают и срок окупаемости.

Разновидностью бухгалтерского метода расчета является метод часовых приведенных затрат. Для него себестоимость изготовления

(4.4)

C_3 - основная и дополнительная зарплата, начисления на страхование за физический час работы обслуживающих машин;

M - коэффициент,

$C_{ч.з.}$ - часовые затраты на эксплуатацию и ремонт оборудования,

E_H - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (0,15);

K_C - удельные часовые капиталовложения в станок;

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Продолжение таблицы 2.4

K_3 - удельные часовые капиталовложения в здание.

Каждый технолог должен стремиться к снижению технологической себестоимости, так как в этом случае разработанный им ТП будет более конкурентоспособным. Для этого: выполняют более тщательное обоснование норм времени и других затрат, выполняют оптимизацию режимов резания и другие мероприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был разработан технологический процесс механической обработки деталей ПАБР.304560.400.001 «Корпус».

Проведен анализ исходных данных и сравнение с аналогом. Составлен размерный анализ с целью определения оптимального размера заготовки и межоперационных размеров. В качестве заготовки выбрана отливка по выплавляемым моделям. Сформированы операции и назначены режимы резания, нормированы технологические операции, разработан единственный технологический процесс механической обработки.

В конструкторском разделе разработаны: зажимное приспособление на третий установ, расточная оправка с микрометрической регулировкой вылета резца, контрольное приспособления для контроля перпендикулярности внутреннего торца цилиндрической поверхности, относительно оси отверстия этого цилиндра.

В организационно-экономическом разделе посчитана примерная себестоимость изготовления детали ПАБР.304560.400.001 «Корпус».

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы: технически средства защиты от вибрации и шума при

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Продолжение таблицы 2.4

эксплуатации и обслуживании на фрезерном вертикальном обрабатывающем центре; порядок аттестации рабочего места при работе на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре Extron M322.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали ПАБР.304560.400.001 «Корпус».

					151900.2016.911.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46