

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Пневматический привод для шарового крана Ду 200 |

УДК 62-85:621.643.54

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------------|
| 4А6В | Хамидов Бобуржон Хамид угли | | 05.06.2020 |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ИШНПТ | Гаврилин А.Н. | к.т.н. | | 05.06.2020 |

Консультант

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Ст. преподаватель ИШНПТ | Кувшинов К.А. | | | 05.06.2020 |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент | Кашук И.В. | к.т.н., доцент | | 05.06.2020 |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------|------------------------|---------|------------|
| Ассистент | Черемискина М.С. | | | 05.06.2020 |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОМ | Ефременков Е.А. | к.т.н. | | |

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

| Вый про | Результат обучения* |
|---|---|
| Общие по направлению подготовки (специальности) | |
| P1 | Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции. |
| P2 | Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий. |
| P3 | Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки. |
| P4 | Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности. |
| P5 | Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах. |
| P6 | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований |

| | |
|---|---|
| P7 | Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства |
| P8 | Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии. |
| Профиль 2 (Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств) | |
| P10 | Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия. |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|---------------------|
| Бакалаврской работы |
|---------------------|

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-------------------------------|
| 4А6В | Хамидову Бобуржону Хамид угли |

Тема работы:

| | |
|---|---------------------|
| Пневматический привод для шарового крана Ду 200 | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 28.02.2020 №59-67/с |

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 05.06.2020 |
|--|------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|--|
| <p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>Объект исследования: пневматический привод для шарового крана Ду 200.</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Литературный обзор запорной арматуры и приводов для шарового крана: классификация, типовые схемы, сравнительный анализ, разработка пневматического привода для шарового крана Ду 200 и пневматической схемы для работы устройства; создание 3D модели; составление технологического процесса изготовления детали конструкции; подбор режимов резания; подбор оборудования; нормирование; разработка раздела финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; разработка раздела социальной ответственности; заключение по работе.</p> |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>Презентация 15 листов</p> |

| | |
|---|------------------------------------|
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p>Раздел</p> | <p>Консультант</p> |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> | <p>Кащук Ирина Вадимовна</p> |
| <p>Социальная ответственность</p> | <p>Черемискина Мария Сергеевна</p> |

| | |
|--|-----------------|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | <p>16.12.19</p> |
|--|-----------------|

Задание выдал руководитель и консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------|---------------|------------------------|---------|----------|
| Доцент ИШНПТ | Гаврилин А.Н. | К.Т.Н. | | 16.12.19 |
| Ст. преподаватель ИШНПТ | Кувшинов К.А. | | | 16.12.19 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|----------|
| 4А6В | Хамидов Бобуржон Хамид угли | | 16.12.19 |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 113 с., 11 рис., 25 таблиц, 27 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: пневматика, привод, шаровый кран, запорная арматура, поршень.

Объектом исследования является пневматический привод для шарового крана Ду 200.

Цель работы – исследование пневматического привода для шарового крана Ду 200, а также составление технологического процесса изготовления детали типа «фланец».

В процессе работы произведен литературный обзор и выполнен сравнительный анализ различных видов запорной арматуры и приводов для шарового крана Ду 200, разработан технологический маршрут детали типа «фланец» с расчетом технологических размеров, режимов резания, оборудования.

В результате работы выявлены основные преимущества и недостатки существующих видов запорной арматуры и приводов для шарового крана, представлена пневматическая схема привода, создана 3D модель пневматического привода для шарового крана Ду 200.

Область применения: предприятия связанные с газопроводами и нефтепроводами.

| | |
|--|----|
| Оглавление | |
| Введение..... | 9 |
| 1 Конструкторская часть | 10 |
| 1.1 Классификация запорной арматуры..... | 10 |
| 1.2 Предлагаемая схема конструкции | 19 |
| 1.3 Расчет пневмопривода и шарового крана..... | 20 |
| 1.3.1 Определение диаметра поршня пневмопривода..... | 20 |
| 1.3.2 Удельное давление..... | 21 |
| 1.3.3 Крутящий момент, необходимый для преодоления сил трения в уплотнении шпинделя | 22 |
| 1.3.4 Расчет на прочность корпуса шарового крана..... | 23 |
| 1.4 Расчет времени прямого и обратного хода цилиндров..... | 26 |
| 1.5 3D модель предлагаемой конструкции..... | 34 |
| 2 Технологическая часть | 37 |
| 2.1 Техническое задание..... | 39 |
| 2.2 Анализ технологичности детали | 40 |
| 2.3 Технологический маршрут изготовления детали | 42 |
| 2.4 Определение допусков на технологические диаметральные размеры.. | 47 |
| 2.5 Определение минимальных припусков на обработку поверхностей вращения | 48 |
| 2.6 Расчет диаметральных технологических размеров | 49 |
| 2.7 Определение допусков на технологические продольные размеры | 52 |
| 2.8 Определение минимальных припусков на обработку линейных размеров | 54 |
| 2.9 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания..... | 56 |
| 2.9.1 Черновая подрезка торца диаметром $\varnothing 124$ | 56 |
| 2.9.2 Сверление центровочного отверстия | 58 |
| 2.9.3 Сверление сквозного отверстия диаметром $\varnothing 24$ | 59 |
| 2.9.4 Черновая подрезка торца диаметром $\varnothing 51$ | 61 |
| 2.10 Подбор оборудования..... | 63 |
| 2.10.1 Станок для отрезания заготовки..... | 63 |

| | |
|---|-----|
| 2.10.2 Станок для токарной и сверлильной обработки | 64 |
| 2.11 Нормирование..... | 65 |
| 3 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»..... | 69 |
| 3.1 Анализ конкурентных технических решений | 70 |
| 3.2 SWOT-анализ..... | 72 |
| 3.3 Планирование научно-исследовательских работ..... | 74 |
| 3.4 Бюджет исследовательской работы | 79 |
| 3.5 Определение ресурсоэффективности исследования | 85 |
| 4 «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»..... | 90 |
| 4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 92 |
| 4.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства..... | 92 |
| 4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя | 93 |
| 4.2 Производственная безопасность | 93 |
| 4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов..... | 95 |
| 4.3 Экологическая безопасность..... | 100 |
| 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 102 |
| Заключение | 104 |
| Список литературы | 105 |
| Приложения | 108 |
| Приложение А – Сборочный чертеж | 109 |
| Приложение В – Спецификация..... | 110 |
| Приложение Г – Деталь «Фланец» | 111 |
| Приложение Д – Размерная схема..... | 112 |
| Приложение Е – Граф – дерево | 113 |

Введение

В настоящее время для управления запорной или регулирующей арматуры наиболее широкое применение получили поршневые приводы с пневматическим, гидравлическим, пневмогидравлическим и электрогидравлическим двигателем. В таких устройствах приводов затвор трубопроводной арматуры осуществляет возвратно-поворотное движение на 90° , получаемое от исполнительного силового механизма в виде кулисы вне зависимости от типа двигателя. Кулисный механизм зарекомендовал себя как наиболее надежный в эксплуатации запорных шаровых кранов, установленных на магистральных газопроводах. Он используется также в приводах с ручным управлением [1]. Этот же силовой механизм применяется в струйном приводе, где в качестве двигателя использована реактивная турбина “сегнерово колесо”, которая через механический редуктор вращает винт, заставляя линейно перемещаться гайку, связанную с ползуном кулисы.

Как показал опыт использования арматуры на газовых объектах, те конструкции приводов, которые имели силовой механизм в виде зубчатой рейки, выполненной на штоке поршня, и зубчатого сектора, закрепленного на шпинделе затвора; приводы с поворотным шиберным (лопастным) силовым механизмом; приводы с эксцентрично установленными относительно оси поворота затвора поворачивающимися цилиндрами – являются неудачными, потому что в отличие от приводов с кулисным механизмом не являются самотормозящими. Применение таких приводов приводит к самопроизвольным перестановкам запорного элемента крана под воздействием динамических усилий от потока среды, воздействующих на шар в промежуточных положениях его открытия.

1 Конструкторская часть

1.1 Классификация запорной арматуры

В процессе эксплуатации трубопровода необходимо регулировать или полностью перекрывать поток рабочей среды в трубопроводной конструкции. Для этих целей применяется различная запорная арматура [2]. Бывают различные виды запорной арматуры, такие как: шиберная, шаровая, отсечная, заслонка.

Рассмотрим более подробнее каждый вид запорной арматуры:

1. Шиберная задвижка.

Данный вид запорной арматуры позволяет беспрепятственно контролировать поток жидкостей в трубопроводах, благодаря специально разработанной конструкции.

Конструкция шиберной задвижки имеет ряд преимуществ:

- чугунный плоский корпус имеет малую строительную длину, за счет чего задвижка более устойчива к истиранию и значительно экономит пространство в камере или колодце;
- нижняя полость шиберной задвижки закрыта резиновым уплотнением, что исключает скопление в ней грубых осадков;
- отсутствие полостей сверху, в которых может накапливаться метан - задвижка безопасна в обслуживании;
- нержавеющий плоский нож при закрытии рубит пульпу, при открытии самоочищается;
- шток, гайка и прочие управляющие элементы не взаимодействуют с транспортируемой средой и не подвержены воздействию стоков, просты в обслуживании и могут быть заменены без снятия задвижки с сети.

2. Шаровая запорная арматура.

Шаровая запорная арматура представляет собой наиболее распространённый вид трубопроводных кранов, используемых для перекрытия/подачи и регуляции перемещаемой среды. Её используют в самых

разнообразных инженерных системах и коммуникациях: газопровод, водоснабжение, отопление и т.п.

Шаровая запорная арматура в качестве затвора оснащается подвижным сферическим элементом со сквозным отверстием для прохождения перемещаемой среды. Сечение отверстия зачастую соответствует сечению трубопровода (полнопроходной кран), что обеспечивает минимальное сопротивление потоку. В корпусе шарового крана сферический затвор посажен в седла из фторопласта, каучука или другого синтетического материала, обеспечивающего плотное и герметичное перекрытие трубопровода. Они также способствуют плавному и лёгкому повороту шарового клапана и способны выдерживать температуру перемещаемой среды до +200°C.

К основным преимуществам шаровой запорной арматуры относятся:

- Простая и надёжная конструкция;
- Высокая надёжность и долговечность;
- Обеспечение герметичного перекрытия перемещаемого потока по трубопроводу;
- Удобное и простое управление шаровым краном.

К основным недостаткам шаровой запорной арматуры относятся:

- Малое гидравлическое сопротивление.
- Отсутствие противодействия рабочей среды.
- Большое усилие на привод затвора.
- Сильный износ поверхности седла и пробки на загрязнённых и агрессивных жидкостях.

Шаровые вентили и краны широко применяются в газовых системах, а именно в газопроводах. Ввиду своей простой конструкции они надёжны и долговечны.

3. Отсечная запорная арматура.

Отсечная арматура представляет собой быстродействующие запорные устройства, клапаны или задвижки, снабженные пневматическими или электрическими приводами. Клапаны разделяются на проходные — устанавливаются на прямых участках трубопровода, не меняют направление потока, угловые — меняют направление потока на девяносто градусов, и трехходовые, или смесительные — имеют три патрубка для присоединения к трубопроводу, и смешивают два потока в один.

В ее состав входят: Предохранительные клапаны, Импульсно-предохранительные устройства, Мембранные предохранительные устройства, Перепускные клапаны. По принципу управления и действия — выделяется арматура управляемая, автоматическая, управляемая ручным приводом, управляемая дистанционным приводом, управляемая механическими приводами, электроприводами, пневматическими приводами, гидравлическими и электромагнитными приводами. Основные виды защитной арматуры. Предотвращать эти проблемы и призвана защитная арматура. В том числе: Конденсатоотводчик — арматура, удаляющая конденсат и не пропускающая или ограниченно пропускающая перегретый пар. По области применения — бывает пароводяная, резервуарная, энергетическая, химическая, судовая, газовая и нефтяная арматура.

Арматура может делиться на различные виды по следующим параметрам. При создании аварийной ситуации в ряде случаев возникает необходимость быстрого отключения агрегата, трубопровода или его участка от общей системы, для этой цели служит отсечная арматура. Она также обеспечивает работу емкостных установок, котлов и т.д. Защитная арматура — арматура, предназначенная для защиты оборудования и трубопроводов от аварийных ситуаций путем отключения обслуживаемой линии [3].

Применяется отсечная арматура в основном в энергетике, в установках с очень большими параметрами рабочей среды, например, на АЭС. По конструкции присоединительных патрубков — различают муфтовую,

фланцевую, штуцерную, цапковую арматуру, и арматуру под приварку. Клапан — тип арматуры, у которой запирающий или регулирующий элемент перемещается возвратно-поступательно параллельно оси потока рабочей среды. Запорный орган этих устройств может быть в виде тарельчатого клапана, крана с конической или шаровой пробкой или в виде задвижки.

4. Заслонка.

Заслонками называются конструкции трубопроводной арматуры с затвором в виде диска, поворачивающимся на оси, расположенной в проходе.

Заслонки являются исполнительным органом автоматики регулирования расхода или давления газа и устанавливаются в ГРП, перед котлоагрегатом на газопроводе-отводе и на газопроводе перед газовой горелкой. Регулирование давления или расхода газа происходит за счет изменения сечения газопровода (степени открытия заслонки), которое обусловлено положением диска заслонки.

Заслонки наиболее часто используются при больших диаметрах трубопровода, малых давлениях среды и пониженных требованиях к герметичности запорного органа.

Заслонки применяют в вентиляции и кондиционировании воздуха на воздуховодах, а так же, на различных газоходах, то есть там, где имеют место большие диаметры трубопроводов, небольшие давления и невысокие требования к герметичности.

По количеству установленных пластин различаются заслонки одинарные и многостворчатые. На капельных жидкостях заслонки применяют редко, так как их конструкция не обеспечивает надежной герметичности перекрытия прохода. На газах дроссельные заслонки ввиду простоты конструкции и надежности применяют очень часто для регулирования и отключения расхода.

Преимущества заслонки:

- Малая строительная высота, малая строительная длина.
- Быстрое срабатывание.

- Малое гидравлическое сопротивление.
- Малое усилие на привод затвора.
- Отсутствие противодействия рабочей среды.
- Применяется на газах.

К недостаткам заслонки относятся:

Малая герметичность.

При перемещении рабочего органа задвижки возникает сильное трение. Задвижки имеют большую строительную высоту вследствие необходимости выдвижения штока (минимум 2 Ду трубопровода).

Когда затвор находится в промежуточном положении, тарелки частично перекрывают сечение седла, нижние области уплотнительных кольцевых поверхностей активно обтекаются потоком и подвергаются абразивному износу твердыми включениями рабочей среды. По этой причине после эксплуатации в режиме частичного закрытия задвижки не обеспечивают достаточной герметичности при закрытии. Этот недостаток, присущий также многим видам арматуры, ограничивает использование задвижки как регулирующего элемента. Более того, регулирующие характеристики задвижек неудовлетворительны, задвижка — запорная трубопроводная арматура.

Рассматривая приведенные конструкции запорной арматуры, можно выделить наиболее предпочтительный вариант запорной арматуры с большим количеством преимуществ. К такому варианту относится шаровая запорная арматура, поскольку имеет следующие преимущества: малая строительная высота, малая строительная длина, быстрое срабатывание, простая и надёжная конструкция; высокая надёжность и долговечность, обеспечение герметичного перекрытия перемещаемого потока по трубопроводу, удобное и простое управление шаровым краном.

Рассмотрим различные виды приводов, применяемые для управления шаровой запорной арматурой.

Существуют различные виды приводов, подразделяющиеся по виду энергии, такие как электрический, гидравлический и пневматический.

Высокую грузоподъемность, возможность управления в широком диапазоне скоростей и ускорений при относительно невысоких эксплуатационных затратах обеспечивает гидравлический привод. Наибольшие скорости перемещения при ограниченной грузоподъемности обеспечиваются пневматическим приводом. Применение разгрузочных конструкций в сочетании с высокомоментными и высокооборотными электродвигателями способствует расширению применения электрического привода, несмотря на сравнительно низкую напряженность силового поля. Предпочтительно применение пневматических и электрических приводов в работах с грузоподъемностью до 20 кг. При грузоподъемности свыше 100 кг

Рассмотрим подробнее каждый приведенный вариант привода:

1. Электрический привод.

Электропривод предназначен для управления рычагом шарового крана, установленного на жидкостном или газовом трубопроводе.

Монтаж не требует разборки трубопровода, привод одевается на обычный шаровой кран. Устройство может быть установлено самостоятельно. С помощью крепежного хомута устройство устанавливается непосредственно на трубопровод.

С помощью привода легко сделать из обычного крана, шаровой кран с электроприводом, он работает от постоянного напряжения, что делает возможным автоматическое открывание и закрывание шарового крана.

Или ручным способом, открытие и закрытие шарового крана, в случае отключения питания. Для этого есть специальное стопорное кольцо.

Для открывания/закрывания крана необходимо менять полярность напряжения которое подается на электропривод. Делать это можно вручную, либо с помощью блок реле.

Основными преимуществами электропривода для шарового крана являются:

- Обеспечение аварийного отключения трубопровода без участия персонала. Благодаря комплектации прибора аварийными датчиками перекрытие и регулировка потока транспортируемой среды осуществляется автоматически.
- Возможность переключения крана в ручной режим. При отключении питания двигателя и отсутствия альтернативного источника, возможно, самостоятельно регулировать проходимость потока.
- Все детали корпуса выполнены из герметичных материалов, пластика и других полимеров.
- Редуктор и приводной двигатель являются съемными, кран, возможно, установить отдельно от приборов, затем осуществить подключение.
- Сама задвижка, вместе с приводной частью может устанавливаться в любом положении, как вертикально, так и горизонтально.
- Возможность управления краном дистанционно.
- Широкий спектр применения в газовых и нефтяных трубопроводах.

Недостатки электропривода:

- Стоимость шаровой задвижки несколько выше аналогичных деталей. Это происходит в связи с тем, что в производстве крана используются технологичные элементы, такие как электрический двигатель, редуктор для понижения крутящего момента, приводная часть.
- Для питания электропривода требуется бесперебойная подача электричества, что не всегда возможно в удаленных участках.
- Обслуживание и ремонт оборудования должно осуществляться квалифицированным персоналом.

2. Гидравлический привод.

Гидравлический привод представляет собой совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение машин и механизмов посредством гидравлической энергии [4]. Предназначен для обеспечения управления задвижкой.

Основные преимущества гидравлического привода:

- Стойкость к залипанию шарового элемента.
- В отличие от кранов с пневмоприводом - допустима эксплуатация в низкотемпературных условиях - до -50°C
- Контроль срабатывания за счет применения концевого выключателя
- Возможно исполнение с плавным регулированием скорости открытия, во избежание, гидроударов в трубопроводе.
- Возможно исполнение с дросселированием потока, то есть функцией регулирования расхода в трубопроводе, за счет применения пропорционального электромагнитного гидроуправления.

К недостаткам гидропривода можно отнести невысокую надежность и низкую ремонтпригодность. Как показал опыт эксплуатации, данные шаровые краны с гидроприводом не могут обеспечить высокую надежность. Это обусловлено тем, что кольцевые уплотнения в проточках неподвижного узла вследствие скольжения по поверхности корпуса шарового крана с большой окружной линейной скоростью под давлением 100 бар быстро изнашиваются, начинают течь и снижать рабочее давление.

По этой же причине происходит интенсивный износ торцевого уплотнения между неподвижным и подвижным узлами шарового крана. Любая замена уплотнений, включая ремонт поршневых уплотнений, сопровождается необходимостью остановки верхнего силового привода, свинчивания шарового крана с привода.

3. Пневматический привод.

Пневмопривод шарового крана используется в качестве запорного устройства с дистанционным управлением и предназначен для автоматизации управления технологическими процессами в многих отраслях промышленности. В отличие от электрических, пневматические привода используют энергию сжатого воздуха. Пневмоприводы выпускаются одностороннего и двухстороннего действия. Одностороннего действия: в

одном направлении поворачиваются сжатым воздухом, а в обратном – пружиной. Применяются они для отсечной (быстродействующей) арматуры. Двустороннего действия: в обоих направлениях поворот происходит за счет сжатого воздуха. При установке на такой привод позиционера имеется возможность арматуру с пневматическим приводом применять в качестве регулирующей.

Принцип работы шарового крана с пневмоприводом: энергия сжатого воздуха, перемещающего поршни пневмопривода преобразуется во вращательное движение выходного вала при помощи реечной передачи, передающего крутящий момент на шток шарового крана, обеспечивая его поворот. Возврат в начальное положение осуществляется либо при помощи сжатого воздуха (шаровой кран с пневмоприводом двойного действия), либо при помощи пружин, расположенных в крышках пневмопривода (шаровой кран с пневмоприводом одностороннего действия). Управляющий распределитель может быть установлен как непосредственно на приводе, так и соединен с последним трубопроводами с помощью фитингов, вворачиваемых в резьбовые отверстия на корпусе пневмопривода.

Главные преимущества пневмопривода для шаровой арматуры:

- быстродействие срабатывания;
- возможность получения большого хода привода;
- высокая надежность;
- пожаробезопасность;
- малые габариты;
- большой ресурс работы;

Недостатком привода этого крана является сложность конструкции и необходимость регулярного технического обслуживания для смазки подвижных частей.

Рассмотрев приведенные виды приводов для шаровой запорной арматуры, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным вариантом является пневматический привод, поскольку имеет ряд преимуществ:

быстродействие срабатывания; возможность получения большого хода привода; высокая надежность; пожаробезопасность; малые габариты; большой ресурс работы.

1.2 Предлагаемая схема конструкции

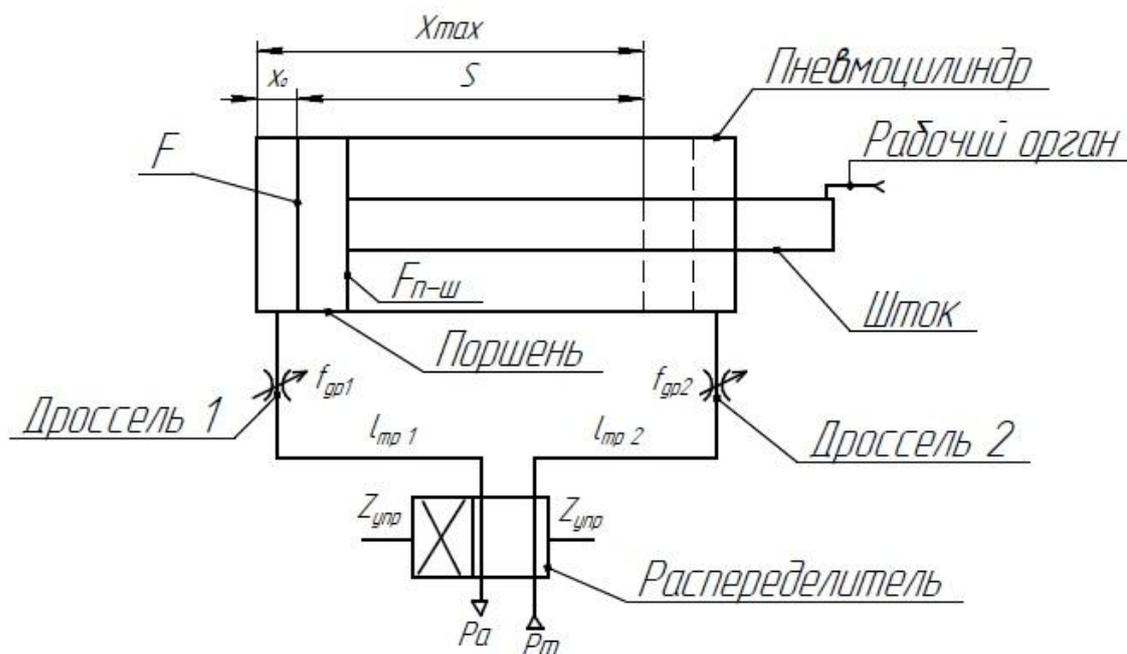


Рис.1.2.1.Схема конструкции.

На рисунке (рис.1) представлены следующие обозначения:

P_M – давление сжатого воздуха в магистрали

P_A – давление атмосферы

$\bar{Z}_{упр}$, $Z_{упр}$ – управляющие сигналы положениями распределителя

$l_{тр1}$, $l_{тр2}$ – длины трубопроводов от полостей цилиндра до распределителя

$f_{др1}$, $f_{др2}$ – площади проходных сечений дросселей

F – площадь поршня

$F_{п-ш}$ – площадь сечения в штоковой полости (площадь поршня без площади штока)

x_0 – начальное положение поршня

x_{max} – положение поршня при максимальном перемещении (ходе)

S – ход поршня

Принцип действия предлагаемого устройства:

Работа привода с двухсторонним цилиндром происходит следующим образом: под действием управляющего сигнала $Z_{упр}$ происходит переключение распределителя, в результате чего поршневая полость соединяется с магистралью сжатого воздуха, а штоковая полость – атмосферой. Силой давления сжатого воздуха поршень (шток, РО) двигается вправо. Совершается прямой ход. На этапе прямого хода поршневая полость является рабочей, штоковая – выхлопной.

Под действием управляющего сигнала $\bar{Z}_{упр}$ ($Z_{упр}$ отсутствует) распределитель переключается в исходное положение при котором поршневая полость соединяется с атмосферой, а штоковая – с магистралью сжатого воздуха. Поршень возвращается в исходное положение. Совершается обратный ход. На этапе обратного хода штоковая полость является рабочей, а поршневая – выхлопной.

1.3 Расчет пневмопривода и шарового крана

1.3.1 Определение диаметра поршня пневмопривода

Номинальное давление для базовых пневматических приводов принимается 1 МПа.

$$P = 1 \text{ Мпа}$$

Принимаем стандартное усилие $F = 785 \text{ Н}$

Площадь поршня пневмоцилиндра

$$S = \frac{F}{P} = \frac{785}{1 * 10^5} = 0,00785 \text{ м}^2 \quad (1)$$

Расчет диаметра поршня пневмоцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,00785}{3.14}} = 100 \text{ мм} \quad (2)$$

Рассчитаем расход газа пневмоцилиндра:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot S \cdot p \cdot a \cdot b \quad (3)$$

где

Q - расход сжатого воздуха [л/мин]

d - диаметр поршня [дм]

S - ход поршня [дм]

p - рабочее давление [бар абс.]

a - число циклов [мин-1]

b - коэффициент 1 для односторонних цилиндров, 2 для двухсторонних.

Подставляем свои значения:

Ход поршня принимаем равным $S = 55$ мм,

Диаметр поршня из предыдущих расчетов $d = 100$ мм

Рабочее давление принимаем $p = 1$ МПа

Число циклов принимаем $a = 47$

$b = 2$, так как в данном случае исследуется двухсторонний цилиндр

$$Q = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} \cdot 0,55 \cdot 10 \cdot 47 \cdot 2 = 405,9 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

Усилие, необходимое для обеспечения герметичности крана в затворе, рассчитывается следующим образом:

Для сохранения герметичности крана в затворе, уплотнительное кольцо или седло должно быть прижато к пробке усилием, создающим достаточное удельное давление на поверхности уплотнения.

1.3.2 Удельное давление

Удельное давление q_y , обеспечивающее герметичность при перепаде давления ΔP , можно определить по формуле:

$$q_y = m \frac{c + 10 \cdot k \cdot \Delta P}{\sqrt{10 \cdot b}} \quad (4)$$

Где m , c и k – коэффициенты определяемые по СТ ЦКБА 086, раздел 6

b – диаметр кольца.

Принимаем $m = 1,5$ для газа.

$c = 35$ для стали (корпус стальной)

$k = 1$

$b = 10$ мм.

Подставляем в формулу:

$$q_y = m \frac{c + 10 \cdot k \cdot \Delta P}{\sqrt{10 \cdot b}} = 1,5 \cdot \frac{35 + 10 \cdot 1 \cdot 1}{\sqrt{10 \cdot 10}} = 6,75 \text{ Н/мм}^2$$

1.3.3 Крутящий момент, необходимый для преодоления сил трения в уплотнении шпинделя

Крутящий момент, необходимый для преодоления сил трения в уплотнении шпинделя $M_{шт}$, определяется по формуле:

$$M_{шт} = T \cdot \frac{D_{п}}{2} \quad (5)$$

где T – сила трения в уплотнении шпинделя, Н.

В случае уплотнения шпинделя с помощью колец сила T принимается ориентировочно равной:

$$T = \pi \cdot D_{п} \cdot n \cdot h \cdot \varepsilon \cdot E \cdot \mu_{шт}, \quad (6)$$

где n – количество колец;

h - ширина канавки под кольцо, мм;

ε – относительная деформация кольца (для резины $\varepsilon = 0,3$)

E – модуль упругости материала кольца на сжатие (для резины $E = 10$ МПа)

$\mu_{шт}$ – коэффициент трения

$D_{п}$ – диаметр поршня

$D_{п} = 100$ мм

Подставляем в формулу:

$$T = \pi \cdot D_{п} \cdot n \cdot h \cdot \varepsilon \cdot E \cdot \mu_{шт} = 3,14 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 1 = 942 \text{ Н}$$

Подставляем в формулу с моментом:

$$M_{шт} = 942 \cdot \frac{0,1}{2} = 471 \text{ Н/м}$$

1.3.4 Расчет на прочность корпуса шарового крана

Проведем расчет на прочность корпуса шарового крана.

Корпус шарового крана представляет собой тело вращения в виде трубы с боковым отверстием. Расчет сводится к определению минимальной толщины стенки корпуса с учетом характеристик материала, внутреннего давления среды и концентраторов напряжения.

Минимальная толщина стенки корпуса S определяется по следующей формуле:

$$S = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \varphi[\sigma] - p}, \quad (7)$$

где p – внутреннее давление; D – внутренний диаметр корпуса; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение для материала корпуса; φ – коэффициент снижения прочности за счет бокового отверстия в корпусе.

Корпус шарового крана Ду200 стальной Ст 20.

Допускаемое напряжение

$$[\sigma] = \min \left\{ \frac{\sigma_B}{2,6}, \frac{\sigma_T}{1,5}, \frac{\sigma_{B,д.}}{1,5} \right\}. \quad (8)$$

$$\sigma_B = 350 \text{ МПа}$$

$$\sigma_T = 245 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{B,д.} = 260 \text{ МПа}$$

Определяем минимальную $[\sigma]$:

$$\frac{\sigma_B}{2,6} = \frac{350}{2,6} = 134 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sigma_T}{1,5} = \frac{245}{1,5} = 163 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sigma_{B,д.}}{1,5} = \frac{260}{1,5} = 173 \text{ МПа}$$

В соответствии с требованиями выбираем $[\sigma] = 134 \text{ МПа}$.

Коэффициент φ вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{2}{\frac{d}{\sqrt{D_m \cdot (S - C)}} + 1,75} \leq 1, \quad (9)$$

где d – диаметр бокового отверстия; C – местное утолщение толщины, если утолщение отсутствует, то $C = 0$; D_m – средний диаметр корпуса, мм.

Принимаем $\varphi = 1$, так как это максимально допустимое значение.

Подставляем значения в формулу для расчета стенки:

$$p = 1 \text{ МПа}$$

$$S = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p} = \frac{1 \cdot 200}{2 \cdot 1 \cdot 134 - 1} = 7,5 \text{ мм}$$

На основании проведенных расчетов подобраны необходимые размеры и параметры для разработанной 3D модели пневматического привода шарового крана Ду 200.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что диаметр поршня составил 100 мм, ход поршня 55 мм, крутящий момент при эксплуатации 471 Н · м, стенка корпуса не может быть меньше 7,5 мм.

1.4 Расчет времени прямого и обратного хода цилиндров

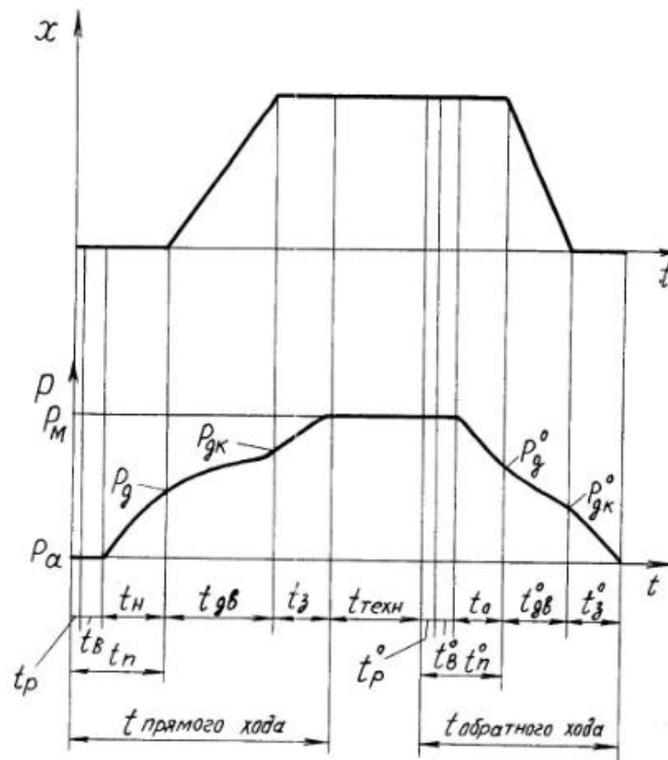


Рис.1.4.1. График времени прямого и обратного хода

Прямой ход:

t_p – время переключения пневмораспределителя;

t_b – время распространения волны сжатого воздуха от пневмораспределителя до поршневой полости цилиндра;

t_n – время наполнения воздухом рабочей полости и опорожнения штоковой полости до момента начала движения;

$t_{дв}$ – время движения;

t_z – заключительный период;

$t_{п}$ – подготовительный период прямого хода;

$t_{тех}$ – время выполнения технологической операции.

Обратный ход:

t_p^0 – время переключения распределителя на обратный ход;

t_B^0 – время распространения волны сжатого воздуха от штоковой полости пневмоцилиндра до пневмораспределителя.

t_H^0 – время наполнения воздухом штоковой полости при обратном ходе до начала движения;

t_{II}^0 – время подготовительного периода обратного хода;

$t_{дв}^0$ – время движения пневмодвигателя в обратном направлении;

t_3^0 – заключительный период.

Прямой ход

Подготовительный период (t_{II})

Этот период включает:

а) время переключения распределителя (t_p);

б) время распространения волны сжатого воздуха от распределителя до полости цилиндра (t_B). Эти времена определяются так же, как соответствующие времена для привода с односторонним цилиндром;

в) время наполнения воздухом рабочей полости и опорожнения полости выхлопа до момента начала движения (t_H).

Время наполнения определяется по формулам:

Для надкритического режима:

$$t_{\text{Надкр}} = \frac{V_0(\sigma_d - \sigma_a)}{k\mu f_{др} K \sqrt{RT}} \cdot \frac{1}{\varphi \sigma_{кр}} \quad (10)$$

Где $V_0 = Fx_0$ – начальный объем поршневой полости;

μ – коэффициент расхода

φ – расходная функция

k – показатель адиабаты

$f_{др}$ – площадь проходного сечения дросселя

T – температура воздуха

R – газовая постоянная

$$\sigma_d = \frac{P_{др}}{P_m},$$

$P_{др}$ – давление в дросселе

$$\sigma_a = \frac{P_a}{P_M},$$

P_a – давление атмосферы

P_M – давление в магистрали

Для подкритического режима:

$$t_{Нподкр} = \frac{2V_0(\sqrt{1 - \sigma_a^{\frac{k-1}{k}}} - \sqrt{1 - \sigma_d^{\frac{k-1}{k}}})}{(k-1)\mu f_{др} K \sqrt{RT}} \quad (11)$$

Время опорожнения определяется по формулам

Для надкритического режима:

$$t_{Онадкр} = \frac{2V(\sigma_{дв}^{0 \frac{k-1}{k}} - \sigma_M^{\frac{k-1}{2k}})}{(k-1)\mu f_{др} K \sqrt{RT} \left(\frac{P_a}{P_M}\right)^{\frac{k-1}{2k}} \varphi \sigma_{кр}}, \quad (12)$$

Где $V = F_{п-ш}(x_0 + S) = V_{max}$ (13)

$$\sigma_{дв}^0 = \frac{P_a}{P_d^0} \quad (14)$$

$$\sigma_M = \frac{P_a}{P_M} \quad (15)$$

Для подкритического режима:

$$t_{Оподкр} = \frac{V}{k\mu f_{др} K \sqrt{RT} \left(\frac{P_a}{P_M}\right)^{\frac{k-1}{2k}}} \cdot \int_{\sigma_M}^{\sigma_d^0} \frac{d\sigma}{\sigma^{\frac{k+1}{2k}} \varphi(\sigma)} \quad (16)$$

Давление в рабочей полости $P_{дв}$ и давление в полости выхлопа $P_{дв}$, соответствующие моменту начала движения поршня, определяются после построения совместных графиков изменения давлений в рабочей и выхлопной полостях.

По графику подбором определяют момент начала движения поршня, которому соответствует равенство действующих на него сил:

$$P_{др}F = P_{дв}F_{п-ш} + P_{сопрд} \quad (17)$$

Где $F_{п-ш}$ – площадь поршня в штоковой полости (площадь поршня без площади штока);

$P_{сопрд}$ – сумма сил сопротивления в момент начала движения. $P_{сопрд}$ включает в себя вес подвижных частей цилиндра (при горизонтальном расположении не учитывается), силу трения покоя в уплотнениях поршня и штока, силу сопротивления перемещаемой штоком нагрузки (если последняя присутствует).

Период движения ($t_{дв}$).

Определяется в результате совместного решения трех уравнений:

Прямой ход

$$dp = \frac{kGRTdt}{V} - kp \frac{dV}{V} \quad (18)$$

Где G – расход воздуха, поступающего из магистрали в полость цилиндра.

Обратный ход

$$dp = -\frac{kGRTdt}{V} - kp \frac{dV}{V} \quad (19)$$

Уравнение движения:

$$m\ddot{x} = P_p F - P_v F_{п-ш} - P_{сопр}, \quad (20)$$

Где P_p и P_v – текущие значения давлений в рабочей и выхлопной полостях;

$P_{сопр}$ – суммарная сила сопротивления, возникающих при движении.

$P_{сопр}$ отличается от $P_{сопрд}$ тем, что вместо силы трения покоя включает в себя силу трения скольжения, возникающую при движении в уплотнениях поршня и штока (для упрощения расчетов считаем силу трения скольжения постоянной).

Решение системы трех уравнений производится приближенным методом численного интегрирования. Напишем систему уравнений численного

интегрирования, присвоив параметрам рабочей полости индекс «Р», а параметрам полости выхлопа – индекс «В».

За независимую переменную примем время.

$$\left\{ \begin{array}{l} G_{pi} = 0,156 \frac{1}{\sqrt{T_M}} \mu f_{др1} P_M \varphi(\sigma_{pi}) \\ G_{pi} = 0,156 \frac{1}{\sqrt{T_M}} \mu f_{др2} P_M \left(\frac{P_a}{P_M}\right)^{\frac{k+1}{2k}} \varphi_1(\sigma_{pi}) \\ \Delta P_{pi} = \frac{k}{x_{i-1}} \left(\frac{G_{pi-1} R T_M}{F} - P_{i-1} \dot{x}_{i-1} \right) \Delta t_i \\ \Delta P_{Vi} = \frac{k}{x_0 + S - x_{i-1}} \left(- \frac{G_{Vi-1} R T_{Vi-1}}{F_{П-Ш}} + P_{Vi-1} \dot{x}_{i-1} \right) \Delta t_i \\ P_{pi} = P_{pi-1} + \Delta P_{pi}; P_{Vi} = P_{Vi-1} + \Delta P_{Vi} \\ \ddot{x} = \frac{P_{pi} F - P_{Vi} F_{П-Ш} - P_{сопр}}{m} \\ \dot{x}_i = \dot{x}_{i-1} + \ddot{x}_i \Delta t_i \\ x_i = x_{i-1} + \dot{x}_{i-1} \Delta t_i + \frac{\ddot{x}_i}{2} \Delta t_i^2 \\ T_{Vi} = T_M \left(\frac{P_{Vi}}{P_M}\right)^{\frac{k-1}{k}} \end{array} \right. \quad (21)$$

Где Δt_i – шаг интегрирования;

$$\sigma_{pi} = \frac{P_{pi}}{P_M}, \sigma_{Vi} = \frac{P_a}{P_{Vi}}. \quad (22)$$

Значения $\varphi(\sigma_{pi})$ и $\varphi_1(\sigma_{pi})$ определяются по одному графику $\varphi(\sigma)$ (рис.3)

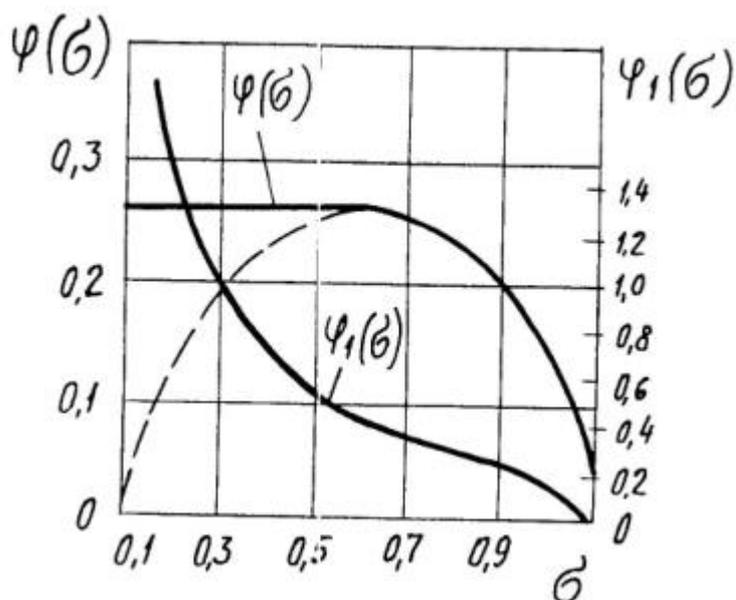


Рис.1.4.2. График функций $\varphi(\sigma)$ и $\varphi_1(\sigma)$

Решение системы уравнений продолжается пока перемещение поршня не станет равным:

$$x_{max} = x_0 + S \quad (23)$$

Время движения определяется как сумма временных шагов:

$$t_{дв} = \sum \Delta t_i \quad (24)$$

Заключительный период ($t_{дв}$)

В течение этого периода давление в рабочей полости выравнивается с давлением в магистрали сжатого воздуха, а в полости выхлопа – с атмосферным.

Время наполнения рабочей полости до магистрального давления определяется по формулам:

Для надкритического режима:

$$t_{Надкр} = \frac{V_0(\sigma_m - \sigma_{дкр})}{k\mu f_{др} K \sqrt{RT}} \cdot \frac{1}{\varphi \sigma_{кр}} \quad (25)$$

Где $V_0 = V_{max} = Fx_{max} = F(x_0 + S)$;

μ – коэффициент расхода

φ – расходная функция

k – показатель адиабаты

$f_{др}$ – площадь проходного сечения дросселя

T – температура воздуха

R – газовая постоянная

$$\sigma_{дкр} = \frac{P_{дкр}}{P_M}, \quad (26)$$

$P_{дкр}$ – давление в рабочей полости в момент окончания движения поршня.

$$\sigma_M = \frac{P_M}{P_M} = 1, \quad (27)$$

P_a – давление атмосферы

P_M – давление в магистрали

Для подкритического режима:

$$t_{Нподкр} = \frac{2V_0 \left(\sqrt{1 - \sigma_{дкр}^{\frac{k-1}{k}}} - \sqrt{1 - \sigma_M^{\frac{k-1}{k}}} \right)}{(k-1)\mu f_{др} K \sqrt{RT}} \quad (28)$$

Время опорожнения полости выхлопа до атмосферного давления определяется по формулам:

Для надкритического режима:

$$t_{Онадкр} = \frac{2V \left(\sigma_a^{\frac{k-1}{k}} - \sigma_{дкр}^{\frac{k-1}{2k}} \right)}{(k-1)\mu f_{др} K \sqrt{RT} \left(\frac{P_a}{P_M} \right)^{\frac{k-1}{2k}} \varphi \sigma_{кр}}, \quad (29)$$

$$\text{Где } V = V_{0п-ш} = F_{п-ш} x_0 \quad (30)$$

$$\sigma_a = \frac{P_a}{P_a} = 1 \quad (31)$$

$$\sigma_{дкр} = \frac{P_a}{P_{дкр}} \quad (32)$$

$P_{дкр}$ – давление в полости выхлопа в момент окончания движения.

Для подкритического режима:

$$t_{\text{Оподкр}} = \frac{V}{k\mu f_{\text{др}} K \sqrt{RT} \left(\frac{P_a}{P_M}\right)^{\frac{k-1}{2k}}} \cdot \int_{\sigma_M}^{\sigma_d^0} \frac{d\sigma}{\sigma^{\frac{k+1}{2k}} \varphi(\sigma)} \quad (33)$$

За время t_3 принимается большее из времен.

$$\text{Время прямого хода: } t_{\text{прямого хода}} = t_{\text{п}} + t_{\text{дв}} + t_3 \quad (34)$$

Обратный ход

Расчет обратного хода производится аналогично расчету прямого хода с учетом того, что при обратном ходе рабочая полость становится полостью выхлопа, а полость выхлопа – рабочей.

1.5 3D модель предлагаемой конструкции

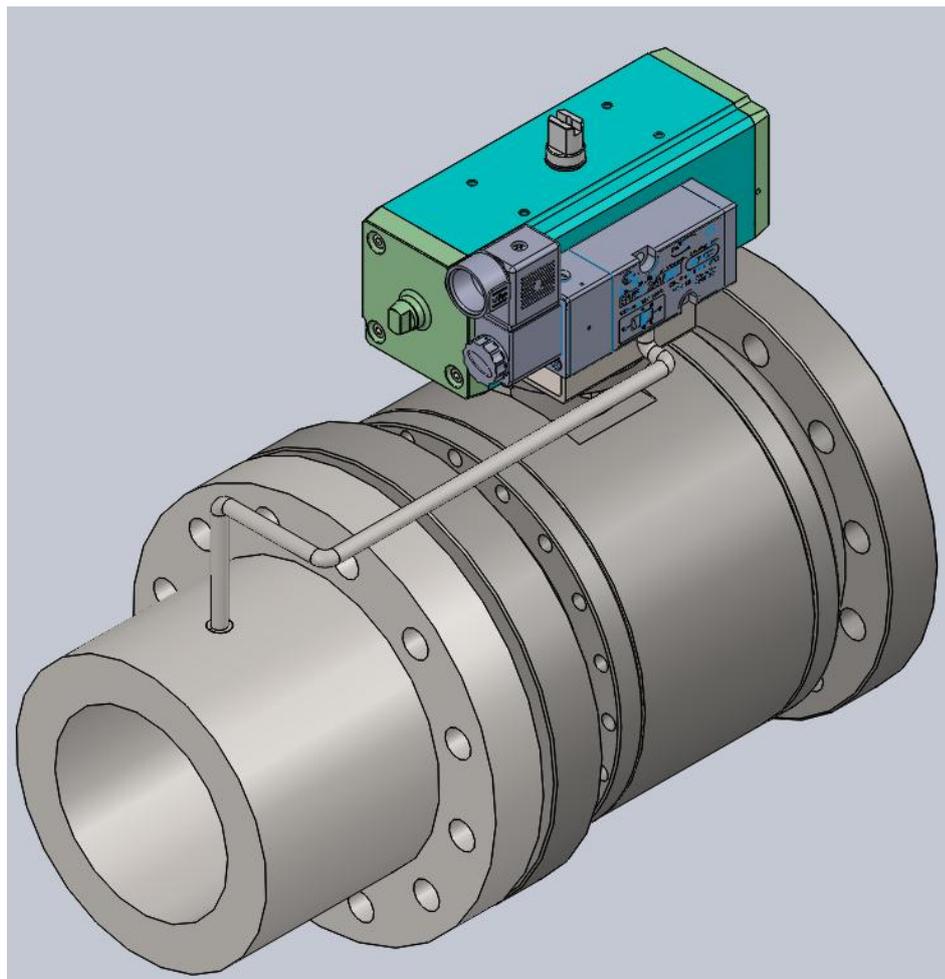


Рис.1.5.1 Пневматический привод для шарового крана Ду 200

Рассмотрим подробнее составляющие компоненты пневматического привода для шарового крана Ду 200. На рисунке 1.5.2 представлены компоненты: 1.Пневмораспределитель, 2. Труба, 3. Газопроводная магистраль, 4. Корпус шарового крана Ду 200.

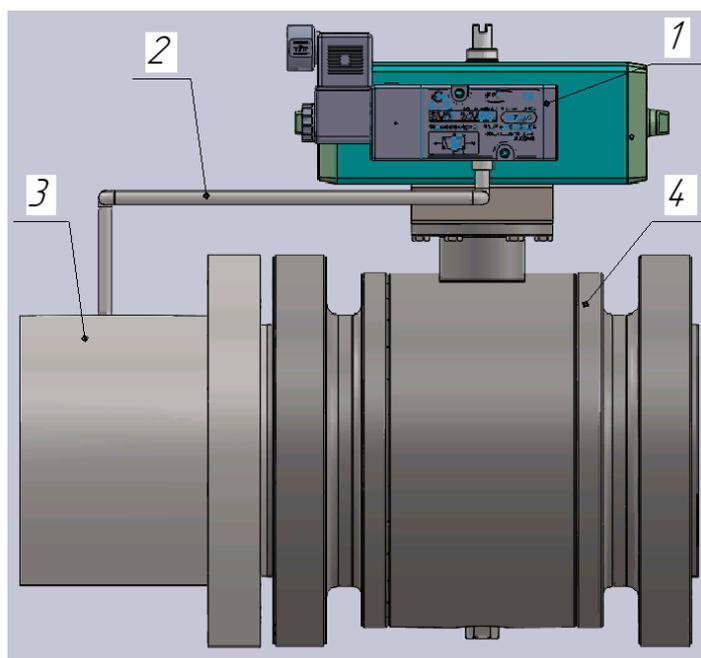


Рис. 1.5.2 Элементы пневматического привода для шарового крана Ду 200

Рассмотрим внутренние элементы пневматического привода шарового крана Ду 200, представленные на рисунке 1.5.3. На рисунке 1.5.3. представлены следующие элементы: 5. Корпус пневматического привода, 6. Вал пневматического привода, 7. Поршни, 8. Вал шарового крана Ду 200, 9. Запорный элемент шар, 10. Рама для пневмопривода.

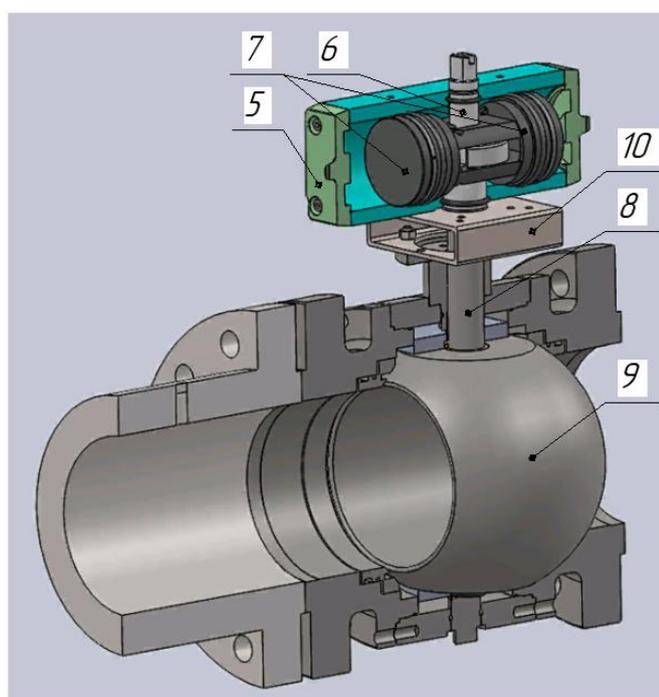


Рис. 1.5.3 Пневматический привода шарового крана Ду 200 в разрезе

Разработанная конструкция (рис.1.5.1) работает следующим образом: Газ проходит по газопроводной магистрали 3, при этом в газопроводную магистраль 3 подключена труба 2, через которую часть газа попадает в пневматический распределитель 1. Распределитель 1 управляет потоком газа подаваемого на пневматического привода для шарового крана Ду 200 .

В случае подачи газа поршни 7 переходят в максимальное положение при этом вал пневматического привода 6 вращается на 90^0 . Вал пневматического привода 6 соединен с валом шарового крана Ду 200 8.

При вращении вала пневматического привода 6, вал шарового крана 8 также вращается на 90^0 , что обеспечивает перекрытие запорного элемента шар 9. При этом происходит перекрытие потока газа по газовой магистрали.

В случае когда поршни 7 находятся в минимальном положении (рис.1.5.3) перекрытия потока газа по газовой магистрали не происходит.

Выводы по разделу

В ходе работы над конструкторской частью был проведен литературный анализ видов запорной арматуры, выделены основные преимущества и недостатки, изучен принцип работы. Также рассмотрены различные виды приводов для шаровой запорной арматуры, изучен принцип действия, выявлены достоинства и недостатки. На основании изученного материала построена схема предлагаемого устройства. Приведены расчеты времени движения элементов конструкции. Создана 3D модель.

2 Технологическая часть

Введение

Данная работа является очень важным шагом к овладению инженерными методами проектирования, необходимыми в его дальнейшей практической деятельности. В процессе курсового проектирования студенты закрепляют, углубляют, и обобщают знания, полученные на лекционных и практических занятиях. Наряду с этим курсовое проектирование учит студента пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами, нормами, расценками и прочим.

Кроме того, в ходе курсового проектирования студенты не только закрепляют известный материал, но и знакомятся с новыми методами.

При разработке технологического процесса основная задача специалиста заключается в том, чтобы найти оптимальный вариант перехода от заготовки к готовой детали требуемого качества при ее наименьшей себестоимости.

На разработку технологического процесса существенно влияет технологичность детали. Необходимо обеспечить не только эксплуатационные требования, но и требования к экономичности изготовления. Показателями технологичности детали является трудоемкость, себестоимость, материалоемкость и энергоемкость.

Трудоемкость изготовления детали выражается суммой нормо-часов, которые были потрачены на технологические процессы изготовления.

Себестоимость - суммарные (по всем составным частям изделия) значения расходов на материалы, заработную плату производственных рабочих с начислениями и накладных расходов. Себестоимость является обобщающим показателем качества изделия и в определенной мере определяет технологичность детали.

Материалоемкость характеризует количество материала, затраченного на изготовление изделия единицы массы. На практике часто используют материалоемкость как отношение массы изделия к одному из основных технических его параметров (например, мощности).

Энергоемкость характеризует количество топливно-энергетических ресурсов, которые тратятся на изготовление изделия, например, кВт.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали. Чтобы разработать технологический процесс изготовления детали, необходимо подобрать заготовку, составить в правильной последовательности маршрут обработки, режимы резания, и рассчитать припуски.

Современные тенденции развития машиностроительного производства ориентированы на широкое применение прогрессивных конструкционных и инструментальных материалов, упрочняющей технологии, на комплексную автоматизацию на основе применения станков с ЧПУ.

Курсовая работа выполнена в соответствии со стандартами ЕСКД, ЕСТП, ЕСТПП, ИСО, что обеспечивает единый системный подход к выбору и применению методов подготовки производства.

При выполнении курсового проекта принятие решений по выбору вариантов технологических процессов, оборудования, оснастки, методов получения заготовок производится на основании технико-экономических расчетов, что дает возможность предложить оптимальный вариант.

2.1 Техническое задание

Необходимо разработать технологический процесс изготовления детали «Фланец» (Рис.1) для мелкосерийного производства.

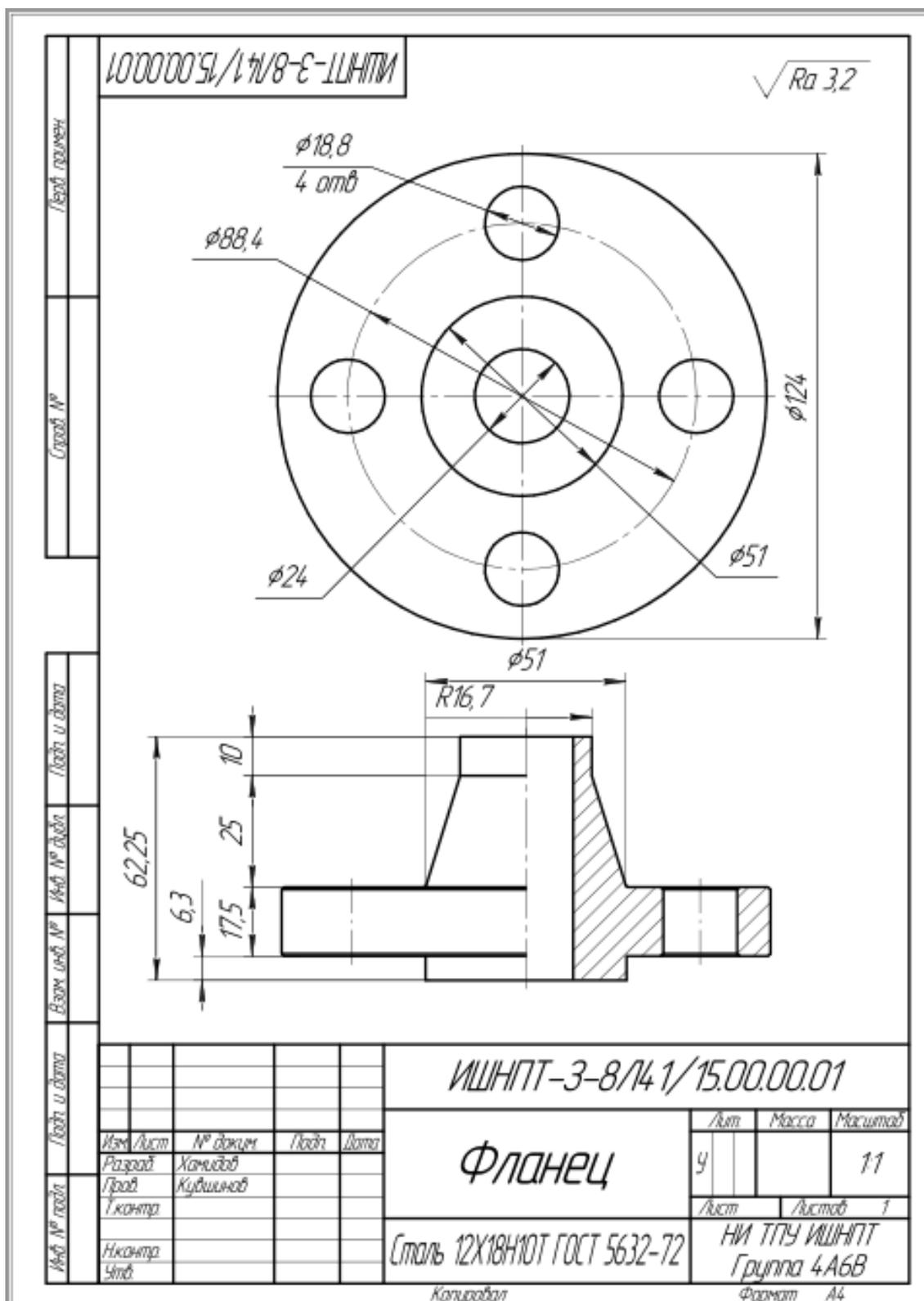


Рис.2.1.1 Чертеж детали «Фланец»

2.2 Анализ технологичности детали

Необходимо провести оценку технологичности детали. Она проводится по 4 критериям технологичности, среди которых:

- Технологичность заготовки;
- Технологичность конфигурации детали;
- Технологичность базирования и закрепления;
- Технологичность обрабатываемых поверхностей.

Оценим технологичность детали «Фланец» (Рис.2.1.1):

Заготовкой для детали «Фланец» выбран стальной круглый прокат с размерами близкими к конструкторским. При этом в процессе обработки внутреннего отверстия детали тратится значительное количество материала и это не технологично. Технологичнее выбрать в качестве заготовки стальную трубу с размерами близкими к конструкторским и выполнить сварное соединение трубы и стенки, при этом расход материала уменьшатся. Материалом заготовки выбрана Сталь 12Х18Н10Т.

Заданная конфигурация детали «Фланец» выполнена в виде тела вращения, это технологично, так как имеется доступ ко всем поверхностям для осуществления обработки детали.

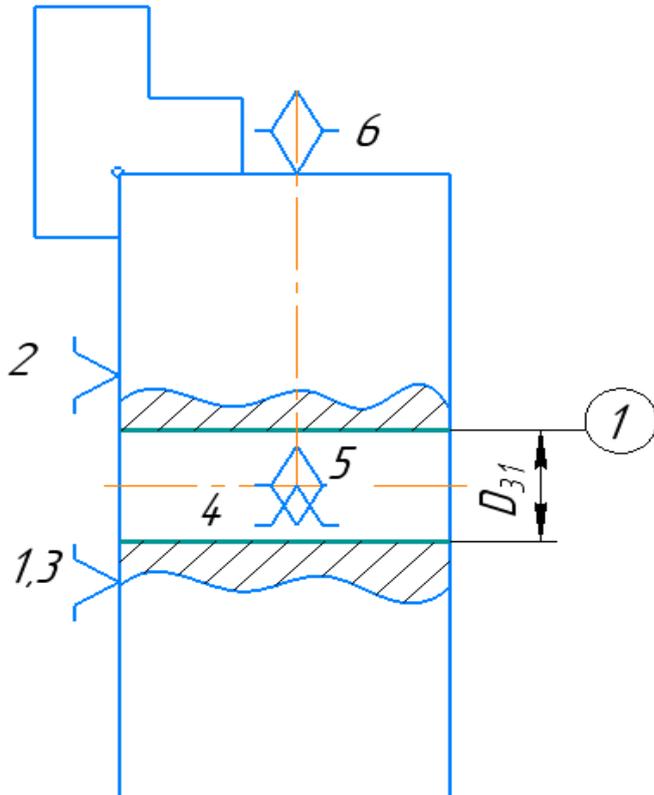
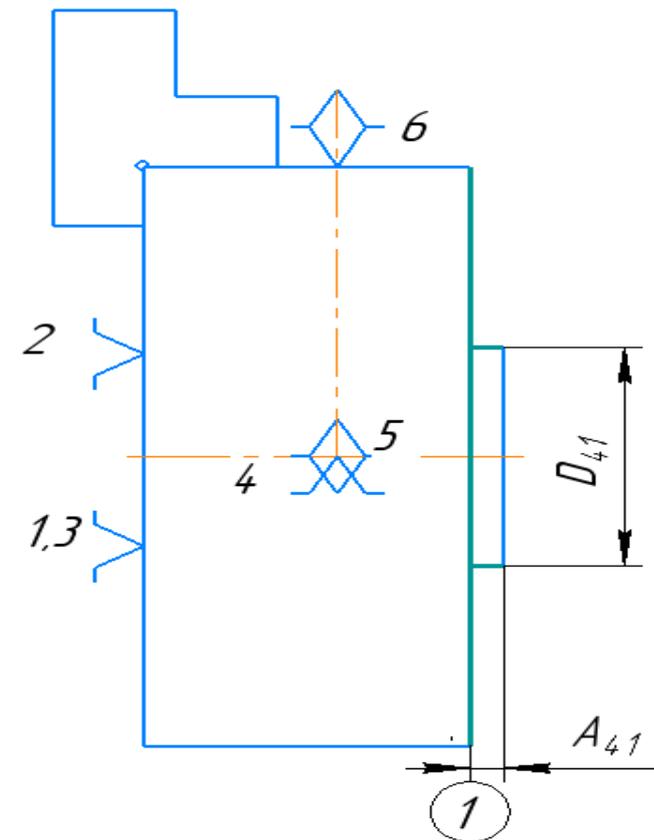
Данная деталь имеет опорную поверхность, выполненную в виде фланца, это не технологично, так как приходится дополнительно обрабатывать поверхность фланца. Также фланец создает определенные трудности при закреплении заготовки в трёхкулачковом патроне для ее обработки, так как его поверхности недостаточно, для надежного закрепления. Учитывая что разница между диаметрами $\varnothing 51$ и $\varnothing 120$ большая, то деталь можно считать не технологичной. Маршрут обработки в данном случае основан на принципе совпадения технологической базы с измерительной базой для получения минимальной погрешности при установке.

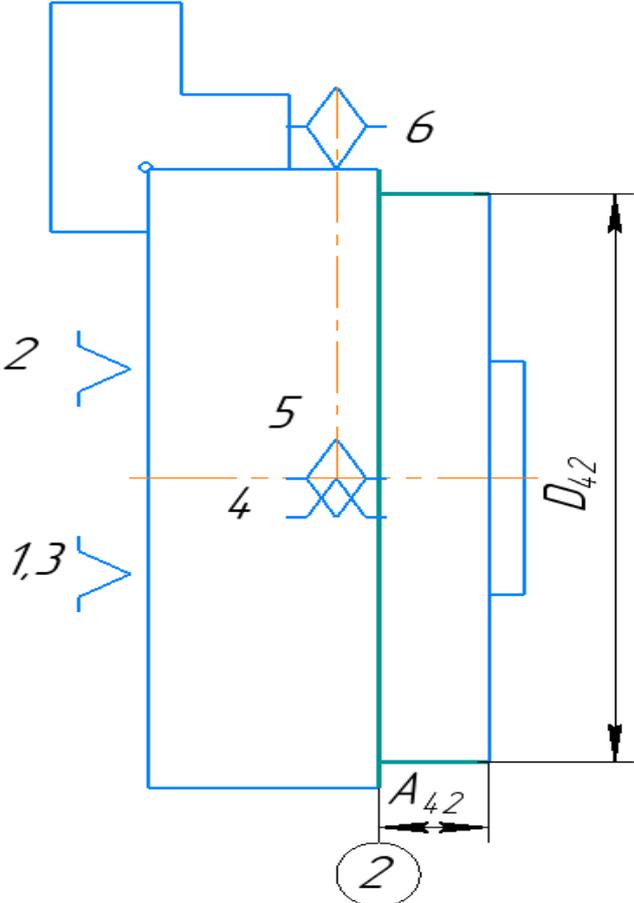
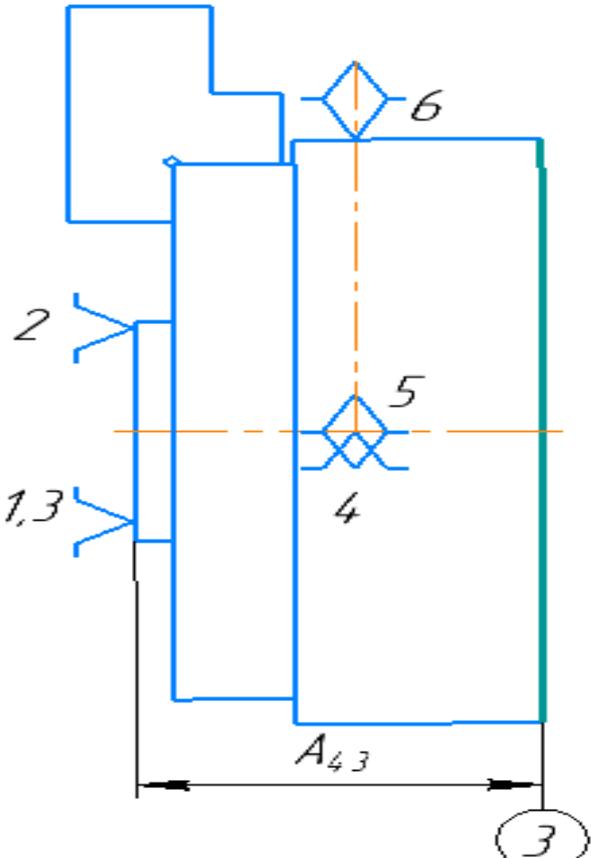
В связи с малым значением шероховатости ($Ra\ 3,2$), а также высоким классом точности некоторых размеров увеличивается себестоимость обработки детали, также увеличивается количество чистовых операций.

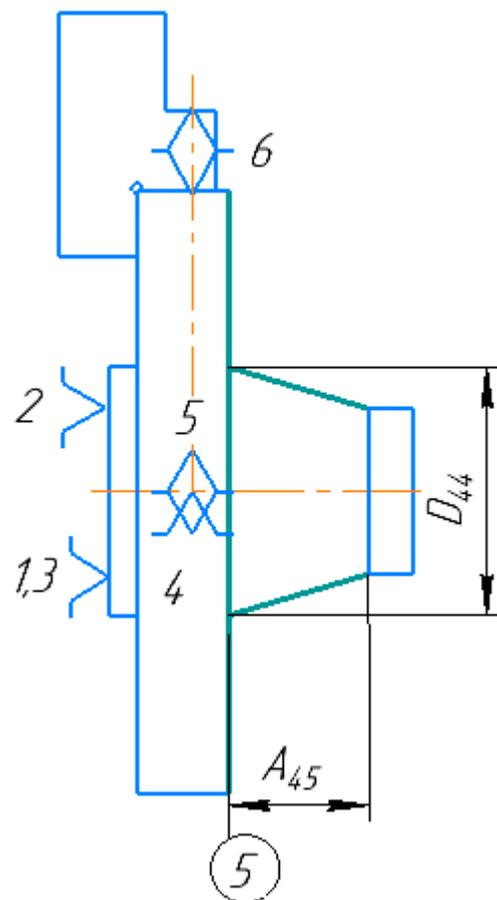
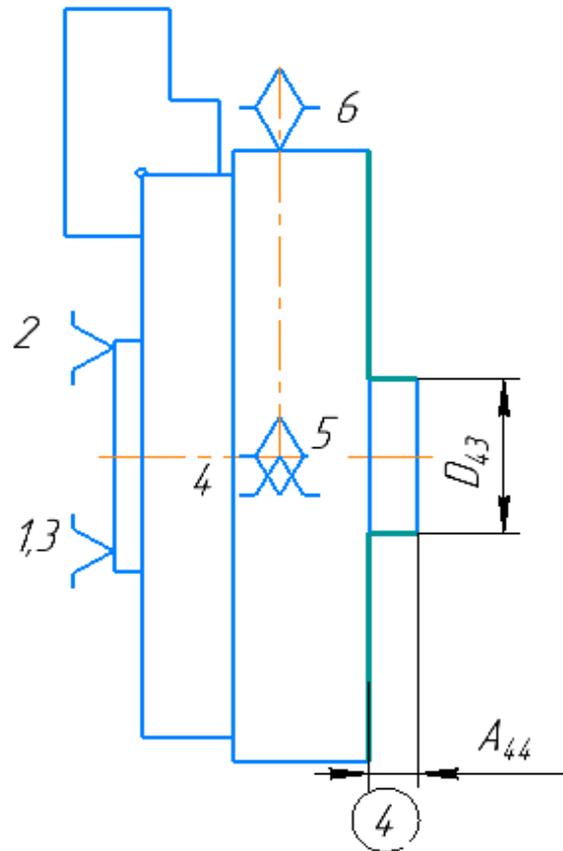
Таким образом, изготавливаемая деталь считается не технологичной в связи с несколькими факторами: при обработке детали расходуется большое количество материала, а также усложняется процесс обработки из-за выступа (фланца). Количество чистовых операций, а также значение шероховатости увеличивают стоимость детали, это соответственно не технологично. Деталь является технологичной только по показателю конфигурации, потому что имеет форму вращения, при этом возможно осуществление обработки.

2.3 Технологический маршрут изготовления детали

| Установ | Операция | Эскиз |
|---------|--|-------|
| А | <p>0. Заготовительная</p> <p>Закрепить заготовку в призме.</p> <p>1) Отрезать заготовку на ленточнопильном станке, выдерживая размеры A_{01} и D_{01}.</p> | |
| А | <p>1. Токарная (черновая)</p> <p>Установить заготовку в трёх кулачковый патрон.</p> <p>1) Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11}.</p> | |
| А | <p>2. Центрирование</p> <p>Установить заготовку в токарный трехкулачковый самоцентрирующий патрон</p> <p>1) Центровать торец 1 ГОСТ 14034 - 74</p> | |

| | | |
|----------|--|---|
| <p>А</p> | <p>3. Сверлильная Установить заготовку в токарный трехкулачковый само центрирующий патрон 1) Сверлить отверстие 1 диаметра D_{31},</p> |  |
| <p>А</p> | <p>4. Токарная (черновая) Установить заготовку в трех кулачковый патрон. 1) Точить поверхность 1, выдерживая размер A_{41} и D_{41}. 2) Точить поверхность 2, выдерживая размер A_{42} и D_{42}.</p> |  |

| | | |
|----------|--|--|
| | |  <p>Technical drawing of a shaft with a groove. Grinding points are marked with diamonds and numbers: 2 (left side), 4 (groove bottom), 5 (groove top), and 6 (top surface). Dimensions A_{42} and D_{42} are shown. A circled number 2 is at the bottom.</p> |
| <p>Б</p> | <p>3) Точить поверхность 3, выдерживая размер A_{43}. 4) Точить поверхность 4, выдерживая размер A_{44} и D_{44}. 5) Точить поверхность 3, выдерживая размер A_{43}.</p> |  <p>Technical drawing of a shaft with a groove. Grinding points are marked with diamonds and numbers: 2 (left side), 4 (groove bottom), 5 (groove top), and 6 (top surface). Dimension A_{43} is shown. A circled number 3 is at the bottom.</p> |



| | | |
|----------|---|--|
| <p>В</p> | <p>5. Сверления Установить заготовку в трёх кулачковый патрон. 1) Сверлить отверстия, выдерживая размеры D_{51} и D_{52}.</p> | |
| <p>Г</p> | <p>6. Шлифование Установить заготовку на цилиндрическую оправку. 1) Шлифовать поверхности 1,2, выдерживая размер D_{61}, D_{62}.</p> | |

2.4 Определение допусков на технологические диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры можно принять равными статистической погрешности ω_{ci} . [1, с.80, прил. 1]. Определим допуск на диаметральные размеры:

1. $TD_{01} = 0,4$ мм
2. $TD_{31} = 0,021$ мм
3. $TD_{41} = 0,03$ мм
4. $TD_{42} = 0,2$ мм
5. $TD_{43} = 0,15$ мм
6. $TD_{44} = 0,03$ мм
7. $TD_{51} = 0,035$ мм
8. $TD_{52} = 0,021$ мм
9. $TD_{61} = 0,025$ мм
10. $TD_{62} = 0,04$ мм

2.5 Определение минимальных припусков на обработку поверхностей вращения

Формула для определения минимального припуска на обработку поверхности вращения имеет следующий вид:

$$z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}),$$

где

Rz – шероховатость поверхности, мкм [7, с.87, прил. 2]

h – величина дефектного слоя поверхности, мкм [7, с.87, прил. 2])

ρ – точность геометрической формы, мкм [7, с.88, прил.3]

ε – погрешность закрепления заготовки, мкм [7, с.91, прил.4]

Запишем величины $z_{i \min}$ в таблицу 2.5.1 для всех диаметральных припусков:

Таблица 2.5.1. Значения диаметральных припусков

| | Rz_{i-1} , МКМ | h_{i-1} , МКМ | ρ_{i-1} , МКМ | ε_{yi} , МКМ | $Z_{Di \min}$, ММ |
|----------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| $Z_{D42 \min}$ | 100 | 80 | 150 | 600 | 0,72 |
| $Z_{D61 \min}$ | 30 | 40 | 20 | 70 | 0,1 |
| $Z_{D62 \min}$ | 30 | 40 | 20 | 70 | 0,1 |

$$z_{D42 \min} = 2 \cdot (100 + 80 + \sqrt{150^2 + 600^2}) = 0,72 \text{ мм}$$

$$z_{D61 \min} = 2 \cdot (30 + 40 + \sqrt{20^2 + 70^2}) = 0,1 \text{ мм}$$

$$z_{D62 \min} = 2 \cdot (30 + 40 + \sqrt{20^2 + 70^2}) = 0,1 \text{ мм}$$

2.6 Расчет диаметральных технологических размеров

В данном разделе произведен расчет методом максимума – минимума с использованием способа средних значений. Для того, чтобы произвести расчет составлены размерные схемы технологических маршрутов обработки поверхностей вращения.

На рисунке (Рис 2.6.1) представлены цепи №1-7:

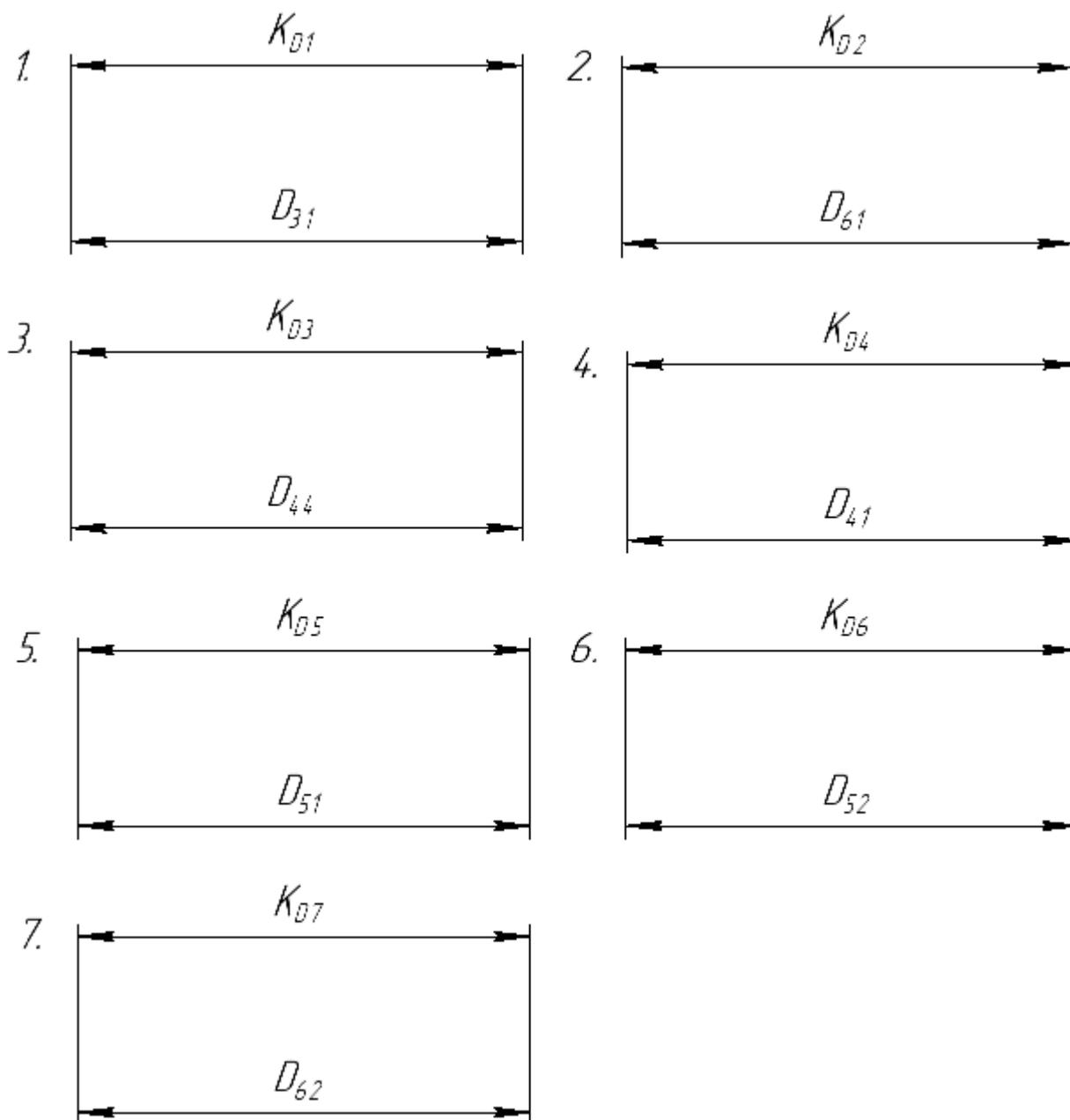


Рис. 2.6.1 Диаметральные размеры №1 – №7

1) Размер $K_{D1} = D_{31} = 24^{+0,021}$ мм (Рис.2.6.1)

- 2) Размер $K_{D2} = D_{61} = 33,4_{-0,025}$ мм (Рис. 2.6.1)
- 3) Размер $K_{D3} = D_{45} = 51_{-0,03}$ мм (Рис. 2.6.1)
- 4) Размер $K_{D4} = D_{41} = 51_{-0,03}$ мм (Рис. 2.6.1)
- 5) Размер $K_{D5} = D_{51} = 88,4_{-0,035}$ мм (Рис. 2.6.1)
- 6) Размер $K_{D6} = D_{52} = 18,8^{+0,021}$ мм (Рис. 2.6.1)
- 7) Размер $K_{D7} = D_{62} = 124_{-0,04}$ мм (Рис. 2.6.1)

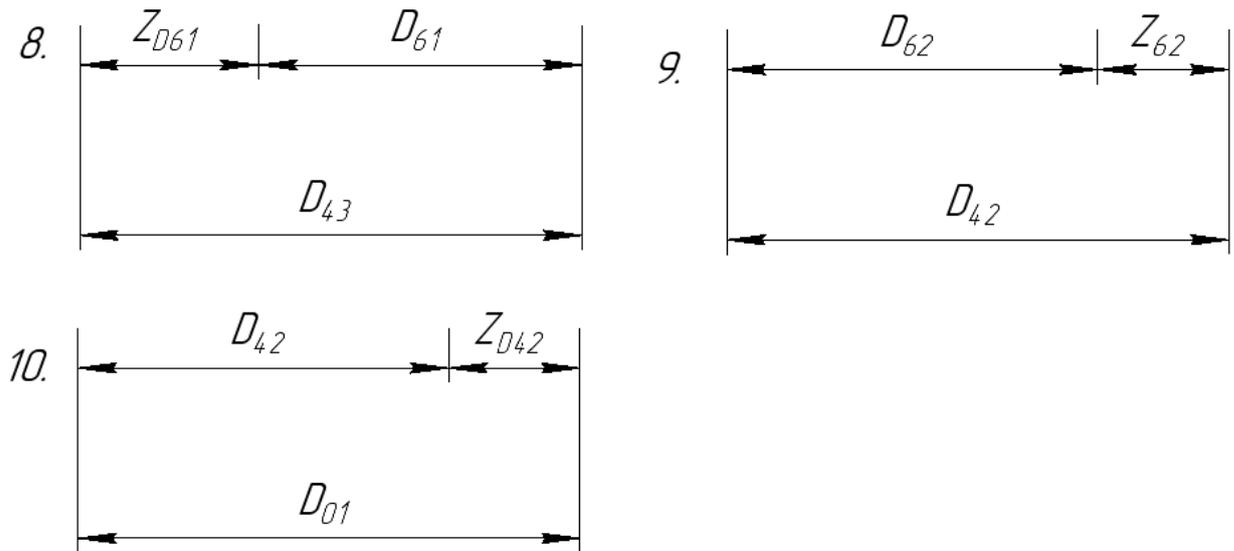


Рис.2.6.2 Двухзвенные цепи №8-10

На рисунке (Рис. 2.6.2) представлены двухзвенные цепи №8-10:

8) Найдем размер D_{43} (Рис. 2.6.2):

Рассчитываем среднее значение припуска Z_{D61cp} :

$$Z_{D61cp} = Z_{D61min} + \frac{TD_{61} + TD_{43}}{2} = 0,1 + \frac{0,025 + 0,15}{2} = 0,1875 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{31} :

$$D_{43cp} = D_{61cp} + Z_{61cp} = 33,4 + 0,1875 = 33,5875$$

Значение технологического размера $D_{43} = 33,5875_{-0,15}$ мм

Вычисляем фактическое значение припуска Z_{D61} :

$$Z_{D61} = D_{43} - D_{61} = 33,5875_{-0,15} - 33,4_{-0,025} = 0,1875^{+0,025}_{-0,15} \text{ мм}$$

9) Найдем размер D_{42} (Рис. 2.6.2):

Рассчитываем среднее значение припуска $Z_{D_{81cp}}$:

$$Z_{D_{62cp}} = Z_{D_{62min}} + \frac{TD_{42} + TD_{62}}{2} = 0,1 + \frac{0,2 + 0,04}{2} = 0,22 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{81} :

$$D_{42cp} = D_{62cp} + Z_{D_{62cp}} = 124 + 0,22 = 124,22 \text{ мм}$$

Значение технологического размера $D_{42} = 124,22_{-0,2}$ мм

Вычисляем фактическое значение припуска $Z_{D_{62}}$:

$$Z_{D_{62}} = D_{42} - D_{62} = 124,22_{-0,2} - 124_{-0,04} = 0,22_{-0,2}^{+0,04} \text{ мм}$$

10) Найдем размер D_{01} (Рис. 2.6.2):

Рассчитываем среднее значение припуска $Z_{D_{42cp}}$:

$$Z_{D_{42cp}} = Z_{D_{42min}} + \frac{TD_{42} + TD_{01}}{2} = 0,72 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1,02 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{42} :

$$D_{01cp} = D_{42cp} + Z_{D_{42cp}} = 124,22 + 1,02 = 125,24 \text{ мм}$$

Значение технологического размера $D_{01} = 125,24_{-0,4}$ мм

Вычисляем фактическое значение припуска $Z_{D_{42}}$:

$$Z_{D_{42}} = D_{01} - D_{42} = 125,24_{-0,4} - 124,22_{-0,2} = 1,02_{-0,4}^{+0,2} \text{ мм}$$

2.7 Определение допусков на технологические продольные размеры

Допуски на продольные размеры в общем случае могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и} + \varepsilon_{б},$$

где

ω_{ci} – статистическая погрешность, мкм [7, с.80, прил.1]

$\rho_{и}$ – отклонения измерительной базы, мкм [7, с.87, прил.2]

$\varepsilon_{б}$ – погрешность базирования, мкм [7, с.88, прил.3]

Запишем значения TA_i в таблицу для всех линейных технологических размеров и проведем расчет допусков:

Таблица 2.7.1. Расчет допусков линейных технологических размеров

| | ω_{ic} , мм | $\rho_{и}$, мкм | $\varepsilon_{б}$, мкм | TA_i , мм |
|-----------|--------------------|------------------|-------------------------|-------------|
| TA_{01} | 0,4 | 150 | 100 | 0,65 |
| TA_{11} | 0,4 | 40 | 100 | 0,45 |
| TA_{41} | 0,15 | 30 | 100 | 0,19 |
| TA_{42} | 0,15 | 30 | - | 0,18 |
| TA_{43} | 0,15 | 30 | - | 0,18 |
| TA_{44} | 0,15 | 30 | - | 0,18 |
| TA_{45} | 0,15 | 30 | - | 0,18 |

$$TA_{01} = 0,4 + 0,15 + 0,1 = 0,65 \text{ мм}$$

$$TA_{11} = 0,4 + 0,04 + 0,1 = 0,45 \text{ мм}$$

$$TA_{41} = 0,15 + 0,03 + 0,1 = 0,19 \text{ мм}$$

$$TA_{42} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ мм}$$

$$TA_{43} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ мм}$$

$$TA_{44} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ мм}$$

$$TA_{45} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ мм}$$

1) Размер A_{41} :

$$TA_{41} = 0,19 > TK_1 = 0,075 \text{ мм}$$

Принимаем $TA_{41} = 0,075 \text{ мм}$

2) Размер A_{42} :

$$TA_{42} = 0,18 > TK_2 = 0,09 \text{ мм}$$

Принимаем $TA_{42} = 0,09 \text{ мм}$

3) Размер A_{45} :

$$TA_{45} = 0,18 > TK_3 = 0,011 \text{ мм}$$

Принимаем $TA_{45} = 0,011 \text{ мм}$

4) Размер A_{44} :

$$TA_{44} = 0,18 > TK_4 = 0,0075 \text{ мм}$$

Принимаем $TA_{44} = 0,0075 \text{ мм}$

5) Размер A_{43} :

$$TA_{43} = 0,18 > TK_5 = 0,015 \text{ мм}$$

Принимаем $TA_{43} = 0,015 \text{ мм}$

2.8 Определение минимальных припусков на обработку линейных размеров

Формула для определения минимального припуска на обработку плоскости имеет следующий вид:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1},$$

где

Rz – шероховатость поверхности, мкм [7, с.87, прил.2];

h - величина дефектного слоя поверхности, мкм [7, с.87, прил.2];

ρ – точность геометрической формы, мкм [7, с.87, прил.3]

Запишем величины $z_{i \min}$ в таблицу 2.8.1 для всех продольных припусков и рассчитаем величину минимальных припусков:

Таблица 2.8.1. Расчет минимальных припусков на линейные технологические размеры

| | $Rz_{i-1},$ мкм | $h_{i-1},$ мкм | $\rho_{i-1},$ мкм | $z_{i \min},$ мм |
|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| $z_{11 \min}$ | 100 | 80 | 250 | 0,430 |
| $z_{43 \min}$ | 100 | 80 | 40 | 0,220 |

$$z_{11 \min} = 100 + 80 + 250 = 430 \text{ мкм}$$

$$z_{43 \min} = 100 + 80 + 40 = 220 \text{ мкм}$$

Рассмотрим однозвенные цепи с конструкторскими размерами, а именно:

№1 – №7.

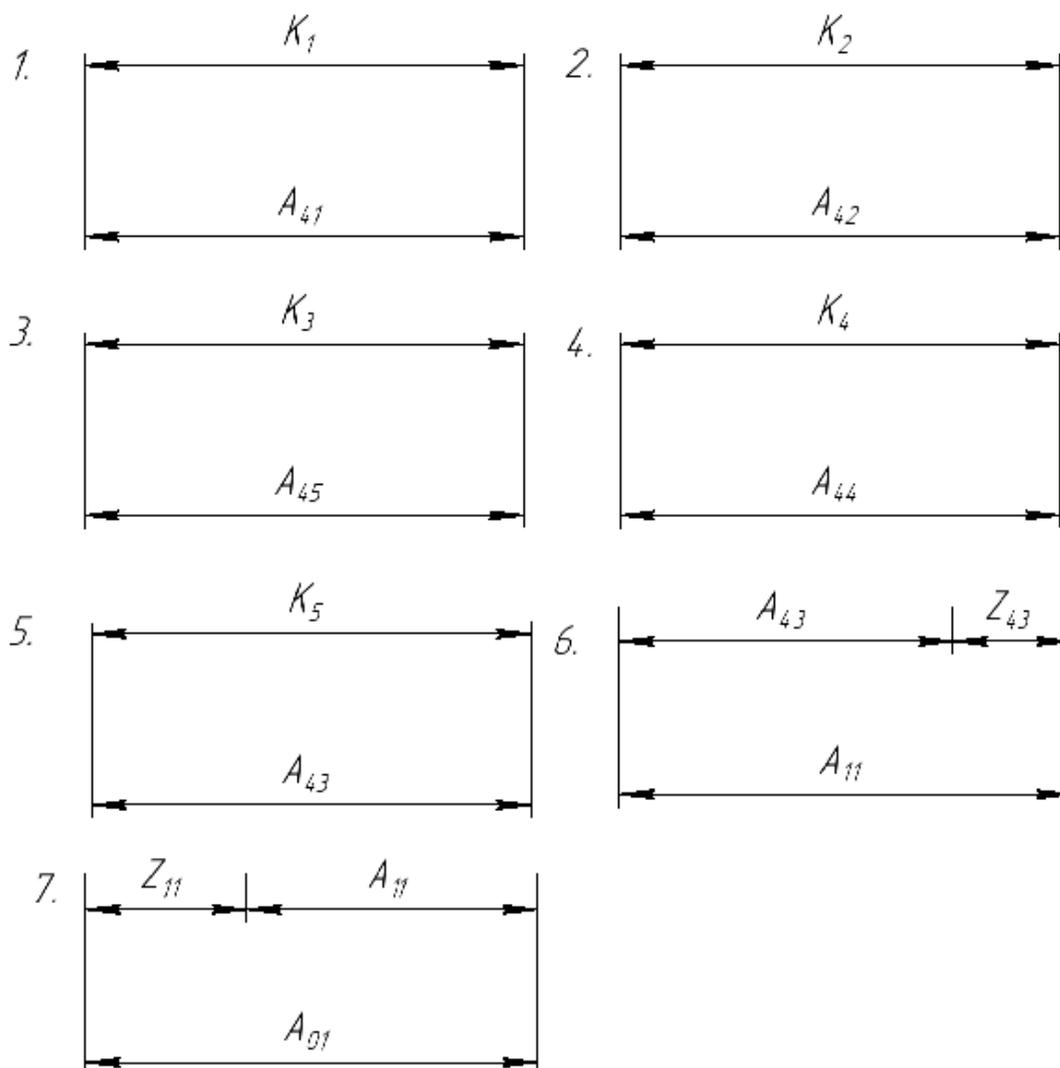


Рис. 2.8.1 Цепи №1 – №7

- 1) Размер $A_{41} = K_1 = 6,15 \pm 0,0075$ мм (Рис. 2.8.1)
- 2) Размер $A_{42} = K_2 = 17,6 \pm 0,009$ мм (Рис. 2.8.1)
- 3) Размер $A_{45} = K_3 = 28,5 \pm 0,011$ мм (Рис. 2.8.1)
- 4) Размер $A_{44} = K_4 = 10 \pm 0,0075$ мм (Рис. 2.8.1)
- 5) Размер $A_{43} = K_5 = 62,25 \pm 0,015$ мм (Рис. 2.8.1)

Расчет двухзвенных цепей методом среднего значения поля допуска.

б) Размер A_{11} (Рис. 2.8.1):

Рассчитываем среднее значение припуска Z_{43cp} :

$$Z_{43cp} = Z_{43min} + \frac{TA_{43} + TA_{11}}{2} = 0,22 + \frac{0,015 + 0,45}{2} = 0,4525$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{11} :

$$A_{11cp} = A_{43cp} + Z_{43cp} = 62,25 + 0,4525 = 62,7025$$

Значение технологического размера $A_{11} = 62,7025 \pm 0,225$ мм

Вычисляем фактическое значение припуска Z_{81} :

$$Z_{43} = A_{11} - A_{43} = 62,7025 \pm 0,225 - 62,25 \pm 0,015 = 0,4525 \pm 0,24 \text{ мм}$$

7) Размер A_{01} (Рис. 2.8.1):

Рассчитываем среднее значение припуска Z_{11cp} :

$$Z_{11cp} = Z_{11min} + \frac{TA_{11} + TA_{01}}{2} = 0,43 + \frac{0,45 + 0,65}{2} = 0,98$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{11} :

$$A_{01cp} = A_{11cp} + Z_{41cp} = 62,7025 + 0,98 = 63,6825 \text{ мм}$$

Значение технологического размера $A_{01} = 63,6825 \pm 0,325$ мм

Вычисляем фактическое значение припуска Z_{11} :

$$Z_{11} = A_{01} - A_{11} = 63,6825 \pm 0,325 - 62,7025 \pm 0,225 = 0,98 \pm 0,55 \text{ мм}$$

2.9 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Подобрать инструмент и рассчитать режимы резания необходимо для детали «Фланец» для которой был произведен расчет припусков.

2.9.1 Черновая подрезка торца диаметром $\varnothing 124$

1. Задаем глубину резания: $t = 1$ мм.

2. Задаем подачу: $S = 0,3$ мм/об [9, с.267, табл.12]

3. Рассчитываем скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot Kv \cdot 0,9 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1^{0,2}} \cdot 1,125 \cdot 0,9 = 188 \frac{\text{м}}{\text{мин}} [9, с. 265]$$

где C_v, x, y, m – коэффициент и показатели степени приведенные в [9, с.269, табл. 17]

$$C_p = 420, y = 0,2, m = 0,2$$

T=60 мин.- среднее значение стойкости при одно инструментальной обработке.

4. Рассчитываем силу резания:

При наружном точении главную составляющую сил резания можно найти по формуле [9, с.271]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot \vartheta^n \cdot K_p$$

где, C_p, x, y, n – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки принимаемые из [9, с.273, табл.22], коэффициент K_p рассчитывается следующим образом:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Рассчитываем составляющую силы P_z .

Коэффициент K_{Mp} рассчитывается по формуле [9,с.264, табл.9]: $K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$, при этом $n = 1$, так как обработка ведется резцами.

$$K_{Mp} = \left(\frac{980}{750}\right)^1 = 1,3$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \text{ [9, с.275, табл.23]}$$

$$K_{\gamma p} = 1,25 \text{ [9, с.275, табл.23]}$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ [9, с.275, табл.23]}$$

$$K_p = 1,3 \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,446$$

$$C_p = 408, x = 0,72, y = 0,8, n = 0,$$

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 1^{0,72} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 1,446 = 2251 \sim 2,3 \text{ Н}$$

5.Расчет мощности резания.

Расчет мощности резания осуществляют согласно формуле [9, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N = \frac{2251 \cdot 188}{1020 \cdot 60} = 6,9 \text{ кВт}$$

$N_{ст} = 10$ кВт– номинальная мощность для токарного станка GoodWayGLS-1500.

Инструмент: Резец токарный проходной Sandvik Coromant QS-CP-25BR-2020-11B с CMH CP – B1108 – H3W 4325.

2.9.2 Сверление центровочного отверстия

Сверло 2317-0007 ГОСТ 14034-74 тип А для центровочных отверстий 60° без предохранительного конуса.

1. Скорость резания рассчитывается по формуле [9, с.276]:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

где, C_v , m , y – коэффициенты приведенные в таблице 28 [9, с.278]

$$C_v = 64,8, q = 1,2, y = 0,5, m = 0,9$$

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания. Рассчитывается по формуле [9, с.276]:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{tv},$$

K_{Mv} – коэффициент на обрабатываемый материал [9, с.262, табл.3]

$K_{Иv}$ – коэффициента на инструментальный материал [9, с.263, табл. 6]

K_{tv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления [9, с.280, табл.31]

$$K_{Mv} = 1$$

$$K_{Иv} = 1,15$$

$$K_{tv} = 0,6$$

$$T = 25 [9, с.279, табл.30]$$

$$K_v = 1 \cdot 1,15 \cdot 0,6 = 0,69$$

$$v = \frac{64,8 \cdot 124^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 0,69 = 146 \text{ м/мин}$$

2. Крутящий момент, Н · м рассчитывают по формуле [9, с.277]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

C_M , q , y – коэффициенты, приведенные в [9, с.281, табл.32]

Коэффициент K_p рассчитывается по формуле [9, с.264, табл.9]

$$C_M = 0,027$$

$$q = 1,4$$

$$y = 1,5$$

$$K_p = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^1 = 1,3$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,027 \cdot 124^{1,4} \cdot 0,3^{0,5} \cdot 1,3 = 164 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3. Мощность резания:

Мощность резания рассчитывается по формуле [9, с.280] :

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

где n – частота вращения инструмента или заготовки, об/мин [9, с.280]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 124} = 375 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$N_e = \frac{164 \cdot 375}{9750} = 6,3 \text{ кВт}$$

Для сверления центровочного отверстия используем токарный станок CW6263E.

2.9.3 Сверление сквозного отверстия диаметром $\varnothing 24$

Сверло 2301-3043-B1 ГОСТ 10903-77 с диаметром $\varnothing 24$ мм.

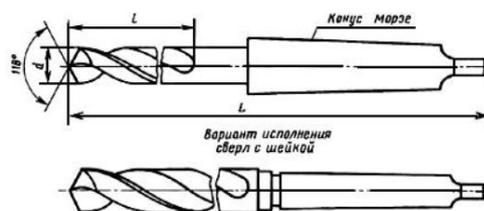


Рис.2.9.3.1 Сверло 2301-3043-B1 ГОСТ 10903-77

Глубина резания:

При сверлении глубина резания : $t = 0,5 \cdot D$.

$$t = 0,5 \cdot 24 = 12.$$

Подача:

$$S = 0,4 \text{ мм/об. [9, с.277, табл. 25]}$$

1. Скорость резания рассчитывается по формуле [9, с.276]:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

где, C_v , m , y – коэффициенты приведенные в таблице 28 [9, с.278]

$$C_v = 9,8, q = 0,4, y = 0,5, m = 0,2$$

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания. Рассчитывается по формуле [9, с.276]:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{tv},$$

K_{Mv} – коэффициент на обрабатываемый материал [9, с.262, табл.3]

$K_{Иv}$ – коэффициента на инструментальный материал [9, с.263, табл. 6]

K_{tv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления [9, с.280, табл.31]

$$K_{Mv} = 1$$

$$K_{Иv} = 1,15$$

$$K_{tv} = 0,6$$

$$T = 35 [9, с.279, табл.30]$$

$$K_v = 1 \cdot 1,15 \cdot 0,6 = 0,69$$

$$v = \frac{9,8 \cdot 24^{0,4}}{35^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,69 = 27,13 \text{ м/мин}$$

2. Крутящий момент, Н · м рассчитывают по формуле [9, с.277]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

C_M , q , y – коэффициенты, приведенные в [9, с.281, табл.32]

Коэффициент K_p рассчитывается по формуле [9, с.264, табл.9]

$$C_M = 0,09$$

$$q = 1$$

$$x = 0,9$$

$$y = 0,8$$

$$K_p = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^1 = 1,3$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 24^1 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1,3 = 135 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3. Мощность резания:

Мощность резания рассчитывается по формуле [9, с.280] :

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

где n – частота вращения инструмента или заготовки, об/мин [9, с.280]:

$$n = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 27,13}{3,14 \cdot 24} = 360 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$N_e = \frac{135 \cdot 360}{9750} = 4,9 \text{ кВт}$$

2.9.4 Черновая подрезка торца диаметром $\varnothing 51$

1. Задаем глубину резания: $t = 3$ мм.

2. Задаем подачу: $S = 0,25$ мм/об [9, с.267, табл.12]

3. Рассчитываем скорость резания

$$\begin{aligned} \vartheta &= \frac{C_\vartheta}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot Kv \cdot 0,9 = \frac{18}{60^{0,25} \cdot 3^{0,2} \cdot 0,25^{0,3}} \cdot 1,125 \cdot 0,9 = \\ &= 336 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \quad [9, \text{с. 265}] \end{aligned}$$

где C_ϑ, x, y, m – коэффициент и показатели степени приведенные в [9, с.269, табл. 17]

$$C_\vartheta = 18, y = 0,3, m = 0,25, x = 0,2$$

$T=60$ мин.- среднее значение стойкости при одно инструментальной обработке.

4. Рассчитываем силу резания:

При наружном точении главную составляющую сил резания можно найти по формуле [9, с.271]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot \vartheta^n \cdot K_p$$

где, C_p, x, y, n – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки принимаемые из [9, с.273, табл.22], коэффициент K_p рассчитывается следующим образом:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Рассчитываем составляющую силы P_z .

Коэффициент K_{Mp} рассчитывается по формуле [9, с.264, табл.9]: $K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$, при этом $n = 1$, так как обработка ведется резцами.

$$K_{Mp} = \left(\frac{980}{750}\right)^1 = 1,3$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \text{ [9, с.275, табл.23]}$$

$$K_{\gamma p} = 1,25 \text{ [9, с.275, табл.23]}$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ [9, с.275, табл.23]}$$

$$K_p = 1,3 \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,446$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15,$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 336^{-0,15} \cdot 1,446 = 1923 \text{ Н}$$

5. Расчет мощности резания.

Расчет мощности резания осуществляют согласно формуле [9, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N = \frac{1923 \cdot 336}{1020 \cdot 60} = 10 \text{ кВт}$$

$N_{ст} = 10$ кВт – номинальная мощность для токарного станка GoodWayGLS-1500.

Инструмент: Резец токарный проходной Sandvik Coromant QS-CP-25BR-2020-11B с CMH CP – B1108 – H3W 4325.

6. Расчет частоты вращения шпинделя.

Определяем частоту вращения используя формулу:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 336}{3,14 \cdot 51} = 2100 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n = 2500$ об/мин.

В результате проведенного расчета режимов резания, было установлено, что наибольшая требуемая мощность для обработки равна **10 кВт**. Основываясь на полученной величине, производим подбор оборудования.

2.10 Подбор оборудования

2.10.1 Станок для отрезания заготовки

MBS-910CS-Ленточнопильный станок, диаметр круглой заготовки $\varnothing 225$



Рис.2.10.1.1 MBS-910CS-Ленточнопильный станок, диаметр круглой заготовки $\varnothing 225$.

Таблица.2.10.1.1. Характеристики MBS-910CS-Ленточнопильный станок, максимальный диаметр круглой заготовки $\varnothing 225$

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| Диаметр отрезаемой заготовки, мм | 225 |
| Максимальная длина заготовки, мм | 300 |
| Скорость движения полотна, м/мин | 35 - 70 |
| Высота рабочего стола, мм | 980 |
| Выходная мощность, кВт | 1,1 |
| Потребляемая мощность, кВт | 2,1 |
| Зона обработки при 45° , мм | 160,140, 115x115 |
| Сплошное сечение, мм | 150 |
| Размеры ленточного полотна, мм | 27x0,9x2455 |
| Масса, кг | 220 |

2.10.2 Станок для токарной и сверлильной обработки



Рис.2.10.2.1 Токарный станок GoodWayGLS-1500.

Таблица.2.10.2.1 Характеристики GoodWayGLS-1500 Токарный станок, максимальный диаметр круглой заготовки $\varnothing 225$

| | |
|----------------------------------|-------|
| Диаметр устанавливаемого изделия | 560 |
| Максимальная длина заготовки, мм | 630 |
| Максимальный диаметр точения | 430 |
| Сечение резца | 20x20 |
| Мощность, кВт | 10 |

2.11 Нормирование

Норма времени выполнения операций на станках с ЧПУ, при условии использования одного станка, включает в себя подготовительно – заключительное время, т.е. время, затраченное на подготовку к выполнению работы и действий, связанных с ее окончанием и штучное время, отводимое на изготовление единицы продукции.

$$H_{вр} = T_{пз} + T_{шт}$$

$T_{шт}$ – определяется из формулы [11, с.5]

$$T_{шт} = T_{оп} \left(1 + \frac{T_{обс} + T_{отл}}{100} \right)$$

где $T_{оп}$ – оперативное время, мин; $T_{обс}$ и $T_{отл}$ – время на обслуживание рабочего места и время на отдых и личные нужды соответственно, % от $T_{оп}$ (4-8%).

$$T_{оп} = T_a + T_b,$$

здесь T_a – время автоматической работы станка, мин; T_b – время вспомогательной ручной работы, мин.

Производим расчет времени автоматической работы, представляющего собой совокупность основного и вспомогательного времени работы станка:

$$T_a = T_{оа} + T_{ва},$$

где $T_{оа}$ – основное время автоматической работы, мин; $T_{ва}$ – вспомогательное время автоматической работы, мин.

Расчет основного времени автоматической работы станка:

$$T_{оа} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{Mi}}$$

L_i – длина пройденного пути инструментом, при обработке заготовки, мм

S_{Mi} – рабочая минутная подача, на обрабатываемом участке, мм/мин.

Обработка инструментом ПИ1:

Исходя из составленной расчетной технологической карты рассчитана суммарная длина пройденного пути инструментом, при обработке заготовки, она составила L_i

При точении торца резец прошел $L_i = 62,5$ мм

$$S_{Mi} = n \cdot S$$

где n – частота вращения вала шпинделя на данной операции;

S – подача инструмента, выбранная для данной операции.

$$S_{Mi} = 62,5 \cdot 0,3 = 18,75 \text{ мм/об}$$

$$T_{\text{оа1}} = \frac{18,75}{62,5} = 0,3 \text{ мин}$$

При чистовом точении отверстия резец прошел $L_i = 62,5$ мм

$$S_{Mi} = n \cdot S$$

где n – частота вращения вала шпинделя на данной операции;

S – подача инструмента, выбранная для данной операции.

$$S_{Mi} = 62,5 \cdot 0,4 = 25 \text{ мм/об}$$

$$T_{\text{оа2}} = \frac{25}{62,5} = 0,4 \text{ мин}$$

При чистовом точении углубления резец прошел $L_i = 37$ мм

$$S_{Mi} = n \cdot S$$

где n – частота вращения вала шпинделя на данной операции;

S – подача инструмента, выбранная для данной операции.

$$S_{Mi} = 37 \cdot 0,25 = 9,3 \text{ мм/об}$$

$$T_{\text{оа3}} = \frac{9,3}{37} = 0,25 \text{ мин}$$

$$T_{\text{оа}} = 0,3 + 0,4 + 0,25 = 0,95 \text{ мин}$$

Расчет времени автоматической вспомогательной работы станка:

$$T_{\text{ва}} = T_{\text{вха}} + T_{\text{ост}}$$

где, $T_{\text{вха}}$ – время автоматических вспомогательных ходов, мин; $T_{\text{ост}}$ – время технологических пауз, мин.

$$T_{\text{вха}} = \frac{L_{\text{хх}}}{S_{\text{ум}}}$$

$L_{\text{хх}}$ – длина пути проходимого на холостом ходу, мм; $S_{\text{ум}}$ – ускоренная минутная подача, мм/мин.

Длина пути, проходимого на холостом ходу находим из расчетно технологической карты.

$$L_{xx} = 350,45 \text{ мм}$$

$$T_{\text{вха}} = \frac{350,45}{2000} = 0,175 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ост}} = 0 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ва}} = 0,175 \text{ мин}$$

Расчет времени автоматической работы:

$$T_a = 0,95 + 0,175 = 1,125 \text{ мин}$$

Производим расчет времени вспомогательной ручной работы, представляющего собой совокупность времени на снятие и установку $T_{\text{ву}}$, времени на выполнение операций $T_{\text{во}}$ и времени на контрольные измерения $T_{\text{ви}}$:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ву}} + T_{\text{во}} + T_{\text{ви}},$$

$$T_{\text{ву}} = 0,32 \text{ мин [11, с.55, карта 4]}$$

$$T_{\text{во}} = 0$$

$$T_{\text{ви}} = 0,16 \text{ мин [11, с.84, карта 15]}$$

$$T_{\text{в}} = 0,32 + 0,16 + 0 = 0,48 \text{ мин}$$

Расчет оперативного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_a + T_{\text{в}} = 1,125 + 0,48 = 1,605 \text{ мин}$$

Расчет штучного времени:

$$T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}} = 0,08 \cdot T_{\text{оп}} = 0,08 \cdot 1,605 = 1,16 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,605 \cdot (1 + 0,08) = 1,73 \text{ мин}$$

Расчет нормы времени:

$$H_{\text{вр}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{шт}}$$

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{оп}}$$

$$T_{\text{пз}} = 1,605 \text{ мин}$$

$$H_{\text{вр}} = 1,605 + 1,73 = 3,33 \text{ мин}$$

Выводы по разделу

В результате выполненной технологической части был разработан технологический процесс изготовления детали типа «Фланец». В ходе разработки были проведены следующие действия: выбор заготовки и оценка технологичности детали в целом, моделирование маршрута обработки в условиях мелкосерийного производства. Рассчитаны продольные и диаметральные припуски на механическую обработку и режимы резания. На основании полученных значений режимов резания, произведен подбор оборудования и режущего инструмента, составлена расчетная технологическая и операционная карта, а также карта наладки. Определена норма времени выполнения операций на станках с ЧПУ.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 4А6В | Хамидов Бобуржон Хамид Угли |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Школа | ИШНПТ | Отделение школы (НОЦ) | Материаловедение |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.01. Машиностроение |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|---|--|
| 1. Стоимость ресурсов исследовательской работы (ИР): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Отчисления во внебюджетные фонды 30 % |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. Анализ конкурентных технических решений (ИР) | Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ |
| 2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (ИР) | Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования. |
| 3. Составление бюджета инженерного проекта (ИР) | Расчет: Расчет бюджетной стоимости ИР по разработке пневматического привода для шарового крана Ду 200. |
| 4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности (ИР) | Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет ИР
5. Основные показатели эффективности ИР

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 12.04.2020 |
|---|------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент | Кащук Ирина Вадимовна | к.т.н. | | 12.04.2020 |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|-----------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 4А6В | Хамидов Бобуржон Хамид Угли | | 12.04.2020 |

Введение

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирование финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках ИР. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель работы – проектирование пневматического привода для шарового крана Ду 200. Данный пневматический привод предназначен для приведения в движение частей машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха. В качестве проектировании рассматриваем методики поэтапного проектирования пневмопривода, и примеров ее результативного использования приводятся различные способы обеспечения заданного цикла и режима его работы, обеспечивающие последовательную, параллельную и последовательно – параллельную работу пневмодвигателей.

3.1 Анализ конкурентных технических решений

В процессе работы рассматривались три варианта проектирования данного привода;

Вариант 1- Пневмопривод с двумя двухпоршневыми пневмоцилиндрами

Вариант 2- Пневмопривод лопастного типа;

Вариант 3- Пневмопривод с двухпоршневым пневмоцилиндром;

Детальный анализ конструктивного исполнения необходим, т.к. каждый тип конструктивного исполнения имеет свои достоинства и недостатки. Данный анализ производится с применением оценочной карты, приведенной в таблице 3.1.1. Экспертная оценка производится по техническим характеристикам и экономическим показателям по 5 бальной шкале, где 1 – наиболее низкая оценка, а 5 – наиболее сильная. Общий вес всех показателей в сумме должен составлять 1.

Таблица 3.1.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|---|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | Вар. 1 | Вар. 2 | Вар. 3 | Вар. 1 | Вар. 2 | Вар. 3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| Возможность внедрения устройства в единую систему автоматики | 0,12 | 1 | 3 | 5 | 0,12 | 0,36 | 0,6 |
| Удобство в эксплуатации | 0,05 | 3 | 4 | 5 | 0,15 | 0,2 | 0,25 |
| Стабильность срабатывания | 0,1 | 3 | 4 | 5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Контроль времени задержки коммутации без подключения дополнительного оборудования | 0,14 | 3 | 1 | 5 | 0,42 | 0,14 | 0,7 |
| Простота конструкции и ремонтпригодность | 0,1 | 5 | 4 | 3 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| Компактность | 0,14 | 5 | 5 | 4 | 0,7 | 0,7 | 0,56 |
| Безопасность | 0,09 | 4 | 5 | 5 | 0,36 | 0,45 | 0,45 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| Цена | 0,13 | 5 | 4 | 3 | 0,65 | 0,52 | 0,39 |
| Предполагаемый срок эксплуатации | 0,07 | 4 | 5 | 5 | 0,28 | 0,35 | 0,35 |
| Затраты на ремонт | 0,06 | 5 | 4 | 3 | 0,3 | 0,24 | 0,18 |
| Итого | 1 | 38 | 39 | 43 | 3,78 | 3,76 | 4,28 |

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot \text{Б}_i$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что вариант устройства №3 является наиболее предпочтительным и является наиболее выгодным и эффективным типом исполнения готового устройства.

3.2 SWOT-анализ

Таблица 3.2.1 – SWOT-анализ

| | Strengths (сильные стороны) | Weaknesses (слабые стороны) |
|--|--|--|
| | <p>S1. Техническая простота конструкции;</p> <p>S2. Возможность передачи энергии на расстояние без больших потерь;</p> <p>S3. Возможность регулирования параметров оборудования;</p> <p>S4. Повышение безопасности производства;</p> <p>S5. Широкая применимость привода;</p> <p>S6. Высокая чувствительность метода;</p> <p>S7. Возможность внедрения привода в производство.</p> | <p>W1. Большое количество комплектующих.</p> <p>W2. Отсутствие бизнес-плана коммерциализации</p> <p>W3. Не проработаны вопросы выхода на рынок</p> <p>W4. Нельзя применять в пожароопасных условиях.</p> |
| Opportunities (возможности) | <p>Повышение технологических параметров – скорости, мощности.</p> | <p>Трудозатратный, дорогостоящий пневматический привод.</p> |
| <p>O1. Модернизация существующего пневматического привода.</p> <p>O2. Отсутствие выброса в окружающую среду вредных веществ.</p> <p>O3. Требования к повышению качества работы пневматического привода.</p> <p>O4. Увеличение мощности .</p> | | |
| Threats (угрозы) | <p>Высокая конкуренция компенсируется техническими возможностями пневматического привода..</p> | <p>Ввиду отсутствия популярности и трудозатратности проекта, а также его обслуживания может наблюдаться низкий спрос.</p> |
| <p>T1. Незаинтересованность покупателей.</p> <p>T2. Отсутствие заинтересованных спонсоров проекта.</p> <p>T3. Узкоспециализированное направление.</p> | | |

Таблица 3.2.2 – Связь сильных сторон с возможностями

| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| O1 | + | + | + | + | + | + | + |
| O2 | - | - | - | + | - | - | + |
| O3 | + | + | + | + | + | + | + |
| O4 | + | + | + | + | + | + | - |

Таблица 3.2.3 – Связь слабых сторон с возможностями

| | W1 | W2 | W 3 | W4 |
|----|----|----|-----|----|
| O1 | + | - | - | - |
| O2 | + | - | - | - |
| O3 | + | - | - | - |
| O4 | - | + | + | + |

Таблица 3.2.4 – Связь сильных сторон с угрозами

| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| T1 | - | - | - | - | - | - | + |
| T2 | - | - | - | - | + | - | + |
| T3 | + | + | + | + | - | + | + |

Таблица 3.2.5 – Связь слабых сторон с угрозами

| | W1 | W2 | W 3 | W4 |
|----|----|----|-----|----|
| T1 | + | + | - | + |
| T2 | + | + | + | + |
| T3 | + | + | + | + |

На основании проведенного исследования конкурентоспособности и SWOT – анализа можно сделать вывод, что вариант привода №3 является более предпочтительным, выгодным и эффективным типом привода относительно вариантов №1 и №2. Среди сильных сторон наибольший вес имеет возможность внедрения привода в производство. Среди слабых сторон - Большое количество комплектующих.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном проекте участвует Инженер и Руководитель. Каждый из них выполняет заданную работу, в соответствии со своими обязанностями.

Список производимых работ, а также их количество, в данном исследовательском проекте, представлены в виде таблицы 3.3.1.1.

Таблица 3.3.1.1 – Список производимых задач и работ и их исполнители

| № раб | Наименование работы | Должность исполнителя |
|-------|---|-----------------------|
| 1 | Создание технического задания | Руководитель |
| 2 | Выбор направления исследований | Руководитель |
| | | Инженер |
| 3 | Изучение материала по теме | Инженер |
| 4 | Планирование работ по проекту | Руководитель |
| 5 | Анализ возможных вариантов исполнения устройства и компьютерное моделирование | Инженер |
| 6 | Разработка макета | |
| 7 | Проведение исследования | Руководитель |
| | | Инженер |
| 8 | Проверка качества выполнения исследования | Руководитель |
| 9 | Разработка принципиальной схемы | Инженер |
| 10 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | Инженер |
| 11 | Проверка пояснительной записки и документации | Руководитель |
| | | Инженер |

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость является важнейшим экономическим показателем, позволяющим оценить эффективность использования рабочего времени в процессе производства или выполнения работ. Формула трудоемкости показывает, какое количество труда необходимо применить при изготовлении одной единицы продукции.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ожі}$ определяется по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5},$$

где t_{mini} – минимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем, чел.-дн.; t_{maxi} – максимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем, чел.-дн.

На основании расчетов ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p :

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

Где $Ч_i$ – количество исполнителей, одновременно выполняющих поставленную задачу, чел.

По всем работам результаты расчета продолжительности в рабочих днях представлены в таблице 3.3.3.1.

3.3.3 Разработка графика проведения проектирования

Диаграмма Ганта представляет собой отрезки, размещенные на горизонтальной шкале времени. Отрезки – время затраченной исполнителем на определенный вид работ.

Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Это можно сделать по формуле, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально:

$$T_{ki.рук} = T_{pi} \cdot k_{кап},$$

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кап},$$

где $k_{кап}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кап.рук} = \frac{T_{кап}}{T_{кап} - T_{вых} - T_{пр}},$$

$$k_{кап.инж} = \frac{T_{кап}}{T_{кап} - T_{вых} - T_{пр}},$$

где $T_{кап}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 3.3.3.1.

Таблица 3.3.3.1 – Временные показатели проектирования

| Номер выполняемой работы | Трудоёмкость работ | | | | | | Длительность работ в рабочих днях T_{pi} | Длительность работ в календарных днях T_{ki} | | |
|--------------------------|---------------------|---------|---------------------|---------|--------------------|---------|---|---|--------------|---------|
| | t_{min} , чел-дни | | t_{max} , чел-дни | | $t_{ож}$, чел-дни | | | | | |
| | Руководитель | Инженер | Руководитель | Инженер | Руководитель | Инженер | Руководитель | Инженер | Руководитель | Инженер |
| 1 | 10 | - | 12 | - | 10,8 | - | 10,8 | - | 11 | - |
| 2 | 4 | 3 | 6 | 5 | 4,8 | 4,2 | 2,4 | 2,1 | 3 | 3 |
| 3 | - | 2 | - | 3 | - | 2,4 | - | 2,4 | - | 4 |
| 4 | 5 | - | 7 | - | 5,8 | - | 5,8 | - | 6 | - |
| 5 | - | 20 | - | 22 | - | 21,6 | - | 21,6 | - | 22 |
| 6 | - | 3 | - | 7 | - | 4,6 | - | 4,6 | - | 5 |
| 7 | 5 | 3 | 7 | 5 | 5,8 | 4,2 | 5,8 | 2,1 | 6 | 3 |
| 8 | 10 | - | 14 | - | 11,6 | - | 11,6 | - | 12 | - |
| 9 | - | 5 | - | 7 | - | 5,8 | - | 5,8 | - | 6 |
| 10 | - | 15 | - | 20 | - | 17 | - | 17 | - | 17 |
| 11 | 2 | - | 6 | - | 3,2 | - | 3,2 | - | 4 | - |

Таблица 3.3.3.2 - Диаграмма Ганта для руководителя и инженера.

| № работ | Вид работ | Исполнители | T_{ki} кал. дн. | Продолжительность выполнения работ | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|--------------------------|----------------------|------------------------------------|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|------|---|---|---|
| | | | | февр. | | март | | | апрель | | | май | | | июнь | | | |
| | | | | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | | |
| 1 | Составление и утверждение технического задания | Руководитель | 11 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2 | Выбор направления исследований | Руководитель Инженер | 6 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3 | Подбор и изучение материалов по теме | Инженер | 4 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 4 | Планирование работ по проекту | Руководитель | 6 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 5 | Анализ возможных вариантов исполнения устройства и компьютерное моделирование | Инженер | 22 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 6 | Разработка макета | Инженер | 5 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 7 | Оценка эффективности полученных результатов | Руководитель, Инженер | 9 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 8 | Проверка качества выполнения исследования | Руководитель | 12 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 9 | Разработка принципиальной схемы | Инженер | 6 | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 10 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | Инженер | 17 | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 11 | Проверка пояснительной записки и документов | Руководитель | 4 | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

■ - Инженер; ■ - Руководитель;

Таблица 3.3.3.3 – Сводная таблица по календарным дням

| | Количество дней |
|---|-----------------|
| Общее количество календарных дней для выполнения работы | 102 |
| Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер | 60 |
| Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель | 42 |

В результате выполнения подраздела был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей, а также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из исполнителей.

3.3.4 Организационная структура проекта

Исполнителей и их роли в создании проекта сведем в таблицу 3.3.4.1.

Таблица 3.3.4.1 – Рабочая группа проекта

| Роль в проекте | Функции | Трудо-затраты, час. |
|----------------------|---|---------------------|
| Руководитель проекта | 1. Анализ имеющихся технических решений и результатов. 2. Проведение экспериментов | 336 |
| Исполнитель проекта | 1. Подготовка и проведение экспериментов. 2. Анализ результатов экспериментов. 3. Анализ имеющихся технических решений и результатов. | 480 |
| Итого | | 816 |

3.4 Бюджет исследовательской работы

Чтобы сформировать бюджет на исследовательскую работу, необходимо полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. При формировании бюджета на исследовательскую работу, все спланированные затраты группируются по статьям, представленным в таблице 16.

3.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты по данной статье заносятся в таблицу 3.4.1.1.

Таблица 3.4.1.1 – Сырье, материалы и комплектующие изделия

| Наименование | Количество, шт. | Цена за единицу, руб. | Сумма, руб. |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------------|-------------|
| Сменный картридж | 3 шт. | 600 | 1800 |
| Бумага для принтера А4 (500 листов) | 1 шт | 500 | 500 |
| Канцелярский набор | 3 шт. | 500 | 1500 |
| Дроссель | 1 шт | 5000 | 5000 |
| Рукава высокого давления | 15 шт | 1000 | 15000 |
| Фитинги | 10 шт | 200 | 2000 |
| Итого: | | 25800 руб. | |

3.4.2 Специальное оборудование для исследовательских (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 3.4.2.1 – Специальное оборудование для экспериментальных работ

| Наименование оборудования | Количество единиц | Цена за единицу, руб. | Сумма, руб. |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
| 1. Дистанционная система управления | 1 шт. | 40000 | 40000 |
| 2. Механическая система управления | 1 шт | 10000 | 10000 |
| Итого | | 50000 | |

Т.о., общие затраты на опытный образец составили 77398руб.

3.4.3 Расчет амортизации

На основании данных приведенных в таблице 3.4.3.1, проводим расчет амортизации:

Таблица 3.4.3.1 – Затраты на оборудование

| № | Наименование оборудования | Кол-во, шт. | Срок полезного использования, лет | Цены единицы оборудования, тыс. руб. | Общая стоимость оборудования, тыс. руб. |
|---------------|---------------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | Редуктор | 1 | 10 | 5000 | 5000 |
| 2 | Пневмоцилиндр | 1 | 10 | 7000 | 7000 |
| 3 | Шаровой кран | 1 | 10 | 20000 | 20000 |
| 4 | Реле давления | 1 | 5 | 8000 | 8000 |
| Итого: | | | | | 40 тыс. руб. |

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot t,$$

где $И$ – итоговая сумма, тыс. руб.; t – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для редуктора, с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Редуктор:

$$A = \frac{0,1 \cdot 5000}{12} \cdot 4 = 166 \text{ руб.}$$

Пневмоцилиндр:

$$A = \frac{0,1 \cdot 7000}{12} \cdot 4 = 233 \text{ руб.}$$

Шаровой кран:

$$A = \frac{0,1 \cdot 20000}{12} \cdot 4 = 666 \text{ руб.}$$

Реле давления:

$$A = \frac{0,2 \cdot 8000}{12} \cdot 4 = 533 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 166 + 233 + 666 + 533 = 1598 \text{ руб.}$$

3.4.4 Основная заработная плата

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (табл. 3.3.3.1).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

При отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{42900 \cdot 11,2}{265} = 1813 \text{ руб.}$$

где Z_m – должностной оклад работника за месяц; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн. (табл.3.4.4.1); M – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{31200 \cdot 11,2}{289} = 1209 \text{ руб.}$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$Z_m = Z_m \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 22000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 42900 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_m = Z_m \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 16000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 31200 \text{ руб.}$$

где Z_m – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 3.4.4.1 – Баланс рабочего времени исполнителей

| Показатели рабочего времени | Руководитель | Инженер |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней | 365 | 365 |
| Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни | 52/14 | 52/14 |
| Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни | 48/10 | 24/5 |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 265 | 289 |

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы исполнителей

| Исполнители | $Z_{мс}, руб$ | k_{np} | k_{∂} | k_p | $Z_m, руб$ | $Z_{\partial n}, руб$ | $T_p, раб.дн.$ | $Z_{осн}, руб$ |
|--------------|---------------|----------|----------------|-------|------------|-----------------------|----------------|----------------|
| Руководитель | 22000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 42900 | 1813 | 42 | 76146 |
| Инженер | 16000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 31200 | 1209 | 60 | 71540 |
| Итого: | | | | | | | | 147686 |

3.4.5 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 76146 = 11421 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 71540 = 10671 \text{ руб.}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

3.4.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (76146 + 11421) = 26270 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (71540 + 10671) = 24663 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

3.4.7 Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Накладные расходы в целом:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\frac{\text{сумма статей}}{6} \right) \cdot k_{\text{нр}} =$$

$$= (23533 + 17216 + 9400 + 180077 + 27011,55 + 56732) \cdot 0,2 =$$

$$= 59621 \text{ руб}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Таблица 3.4.7.1 – Группировка затрат по статьям

| Статьи | | | | | | | | |
|------------------|-------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Сырье, материалы | Амортизация | Специальное оборудование | Основная заработная плата | Дополнительная заработная плата | Отчисления на социальные нужды | Итого без накладных расходов | Накладные расходы | Итого бюджетная стоимость |
| 25800 | 1598 | 50000 | 147686 | 22092 | 50933 | 298109 | 59621 | 357730 |

3.5 Определение ресурсоэффективности исследования

3.5.1 Интегральный показатель финансовой эффективности

исследовательской работы получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве вариантов исполнения были выбраны ближайшие аналоги:

1. Дизельный привод;
2. Дизель-электрический привод;

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения исследовательской работы (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{357730}{380000} = 0,94$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{340000}{380000} = 0,89$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{370000}{380000} = 0,97$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

3.5.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффетивности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 3.5.2.1.

Таблица 3.5.2.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

| Критерии | Весовой коэффициент | Бальная оценка разработки | Бальная оценка Лопастной привод | Бальная оценка два двухпоршневой привод |
|---|---------------------|---------------------------|---------------------------------|---|
| 1. Безопасность при использовании установки | 0,2 | 5 | 4 | 3 |
| 2. Стабильность работы | 0,1 | 3 | 4 | 2 |
| 3. Технические характеристики | 0,2 | 4 | 3 | 4 |
| 4. Ремонтопригодность | 0,3 | 4 | 3 | 3 |
| 5. Простота эксплуатации | 0,2 | 5 | 4 | 4 |
| Итого: | 1 | 4,5 | 3,9 | 4,1 |

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,3$$

$$I_{p2} = 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 = 3,5$$

$$I_{p3} = 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 = 3,3$$

3.5.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

Определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{\text{р-исп.1}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,3}{0,94} = 4,57$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных (табл. 3.5.3.1). Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп2}}}{I_{\text{исп1}}} = \frac{3,6}{4,57} = 0,79$$

Таблица 3.5.3.1 – Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности

| № п/п | Показатели | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|-------|---|-------|-------|-------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 0,94 | 0,89 | 0,97 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,3 | 3,5 | 3,3 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 4,57 | 3,6 | 3,4 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 1 | 0,79 | 0,74 |

Выводы по разделу

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации пневматический привод для шарового крана Ду 200, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;
2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 102 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 60 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель - 42;
3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 357730 руб;
4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:
 - Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,94, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами;
 - Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,3, по сравнению с 3,5 и 3,3;
 - Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,57, по сравнению с 3,6 и 3,4, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 4А6В | Хамидов Бобуржон Хамид угли |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------|
| Школа | ИШПНТ | Отделение (НОЦ) | Материаловедение |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.01 Машиностроение |

Тема ВКР:

| | |
|---|--|
| Пневматический привод для шарового крана Ду 200. | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения. | «Пневматический привод» предназначен для шаровых кранов для регулирования максимального движущего момента. |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организованные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. | - ГОСТ 12.0.003-2015 - СП 52.13330.2016 - СанПиН 2.2.4.548–96 - ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ - ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ - ГОСТ 12.2.033-78 - ГОСТ 12.1.012 - 2004 ССБТ |
| 2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов. 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия. | - Недостаточное искусственное освещение рабочей зоны - Повышенный уровень шума - Повышенный уровень вибрации - Поражение электрическим током - Отклонение показателей микроклимата |
| 3. Экологическая безопасность: | - Выбросы химических веществ в атмосферу, гидросферу и литосферу |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | - Пожар, - Взрыв |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 13.04.2020 |
|---|------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ассистент | Черемискина М.С. | | | 13.04.2020 |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|-----------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 4А6В | Хамидов Бобуржон Хамид угли | | 13.04.2020 |

Введение

В данном разделе рассматриваются различные вредные и опасные факторы возникающие в процессе эксплуатации пневматического привода для шарового крана Ду 200 и влияющие на безопасность. Также рассматриваются мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций.

В данной работе представлен пневматический привод для шарового крана. Данный привод служит для регулирования максимального движущего момента. Это позволит обеспечить момента, включающим в себя регулятор давления газа и два регулятора расхода газа, при этом вход регулятора давления газа соединен с источником питания, а выход через электропневмоклапаны - со входами регуляторов расхода газа, при этом выходы регуляторов расхода газа соединены соответственно с одним и вторым входами струйного двигателя. Конструкция относится к области пневмомашиностроения, в частности к механизмам, предназначенным для осуществления перестановки, следящего и программного управления регулирующих органов запорной и регулирующей арматуры газонефте и продуктопроводов при дистанционном и местном управлении.

В процессе эксплуатации пневматического привода для шарового крана Ду 200 возможно возникновение опасных работ, с риском получения вреда здоровью человека. Рассмотрим подробнее возможные вредные и опасные факторы, различные чрезвычайные ситуации, возникающие при разработке и эксплуатации, проведем их анализ и определим основные меры безопасности на производстве.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

К эксплуатации и обслуживанию пневматического привода для шарового крана Ду 200 допускаются лица старше 18 лет, имеющие необходимую теоретическую и практическую подготовку, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья, а также прошедшие вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда, изучившие техническую документацию, инструкцию по эксплуатации применяемого оборудования, прошедшие обучение безопасным методам работы, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда.

Согласно ст. 212 ТК РФ работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов.
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;
- санитарно-бытовое обслуживание и медицинское обеспечение работников в соответствии с требованиями охраны труда, а также доставку работников, заболевших на рабочем месте, в медицинскую организацию в случае необходимости оказания им неотложной медицинской помощи;

Согласно ст. 214 ТК РФ работник обязан:

- соблюдать требования охраны труда;
- правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;

- проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда;

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Рабочего управляющего пневматическим приводом для шарового крана Ду 200 при эксплуатации оборудования необходимо обеспечить безопасным рабочим местом в соответствии с ГОСТ 12.2.033-78 [1]:

Конструкцией производственного оборудования и организацией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

- высоты рабочей поверхности. Регулируемые параметры выбираются в зависимости от тяжести труда и роста работающего,
- подставки для ног при нерегулируемой высоте рабочей

поверхности. В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают по номограмме, для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста достигается за счет увеличения высоты подставки для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего.

4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим

током, защита от механических травм движущимися механизмами, подъемно-транспортными средствами, обеспечение безопасности систем высокого давления, методы и средства обеспечения пожаровзрывобезопасности и т. д.

Чтобы оценить возникновение вредных и опасных факторов, необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 [3] «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы 4.2.1.

Таблица 4.2.1. - Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) | Этапы работ | | | Нормативные документы |
|---|-----------------|-------------------|-------------------|---|
| | Разрабо- тка | Изготов- ление | Эксплуа- тация | |
| 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны | + | + | + | СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение [4] ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности.» [5] ГОСТ 12.1.012 - 2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования. [6] ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [7] СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [2] |
| 2. Превышение уровня шума | | + | + | |
| 3. Превышение уровня вибрации | + | + | + | |
| 4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | + | + | + | |
| 5. Отклонение показателей микроклимата | + | + | + | |

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов

1. Недостаточное искусственное освещение рабочей зоны.

Глаз человека наиболее приспособлен к естественному освещению. При недостатке естественного освещения используют искусственное освещение. Производственное освещение – это система, включающая в себя оба вида освещения, позволяющая осуществлять нормальный технологический процесс. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СП 52.13330.2016 [4]. Источники освещения разделяют на: естественное, искусственное, совмещенное. При недостатке естественного освещения используют совмещенное освещение. Последнее представляет собой освещение, при котором в светлое время суток одновременно светят естественное и искусственное освещение. В данном производственном помещении используется совмещенное освещение: естественное боковое одностороннее дополняется искусственным общим освещением, т.к. в структуре привода есть мелкие детали (таблица 4.2.1.1).

Таблица 4.2.1.1 - Параметры систем естественного и искусственного освещения на рабочих местах

| Наименование рабочего места | Тип светильника и источника света | Коэффициент естественной освещенности, КЕО, % | Освещенность при совмещенной системе, лк |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|--|
| | | Норм. значение | Норм. значение |
| Производственное помещение | Люминесцентные лампы | 0,5 | 200 |

Для того, чтобы уберечь рабочего от вредного влияния недостаточного освещения необходимо обеспечить освещение рабочей зоны при помощи установки дополнительных светильников.

2. Повышенный уровень шума

Шум причиняет большой ущерб, отрицательно влияет на организм человека и понижает производительность труда. Утомление работников по причине сильного шума ухудшает качество работы, повышает уровень травматизма, т.к. на фоне этого шума не слышно сигналов транспорта, автопогрузчиков и других механизмов. При длительной продолжительности действия сильного шума вызывает общее утомление, впоследствии может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте. Таким образом, высокий уровень шума, возникающий от источников шума – электродвигателя и компрессора, отрицательно воздействует на организм человека.

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 [5]:

При нормировании шума используют два метода:

- нормирование по предельному спектру шума,
- нормирование уровня звука в дБ (таблица 2.1.2)

Таблица 4.2.1.2 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука ГОСТ 12.1.003-2014 [5]

| Рабочие места | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентн |
|---|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------------------------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |
| Помещение для пневмопривода (по факту) | 110 | 99 | 92 | 86 | 82 | 79 | 77 | 74 | 71 | 86 |

Мероприятия по борьбе с шумом:

- уменьшение уровня шума в источнике его возникновения, за счет повышения качества балансировки вращающихся деталей;
- звукопоглощение и звукоизоляция;
- использование оптимальных режимов работы пневмопривода;
- установка глушителей шума;
- применение специальных средств индивидуальной защиты (противошумные наушники, шлемы, вкладыши).

3. Превышение уровня вибрации

В соответствии с ГОСТ 12.1.012 – 2004 [6], задачей обеспечения вибрационной безопасности является предотвращение условий, при которых воздействие вибрации могло бы привести к ухудшению состояния здоровья работников, в том числе к профессиональным заболеваниям, а также к значительному снижению комфортности условий труда (особенно для лиц профессий, требующих при выполнении производственного задания исключительного внимания во избежание возникновения опасных ситуаций, например, оператора пневматического привода).

Чтобы не допустить превышения уровня вибрации необходимо обеспечить снижение уровня вибрации до допустимых значений:

Допустимые скорректированные значения виброускорения не должны превышать значений, приведенных в табл.4.2.1.3 по ГОСТ 12.1.012 – 2004 ССБТ [6].

Таблица 4.2.1.3 - Допустимые скорректированные значения виброускорения.

| Вид вибрации | Допустимые скорректированные значения виброускорения, м/с |
|---|---|
| Общая категория: на сиденье оператора в направлении* | 0,27 |
| Локальная: на рукоятках управления в направлении движения руки | 2,0 |

В качестве средств индивидуальной защиты от вибрации для рук и ног используются защитные перчатки, рукавицы, прокладки, вкладыши, защитная обувь, стельки и подметки.

4. Опасность получения удара электрическим током

Источником повышенного напряжения в пневматическом приводе для шарового крана Ду 200 являются токоведущие части пневмопривода. В соответствии с ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ [7] пункт 1.3 напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека, не должны превышать следующих значений:

- переменный (50 Гц) – U не более 2,0 В, I не более 0,3 мА;
- переменный (400 Гц) – U не более 3,0 В, I не более 0,4 мА;
- постоянный – U не более 8,0 В, I не более 1,0 мА.

Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Чтобы защитить работающий персонал от воздействия высокого напряжения необходимо применять индивидуальные средства защиты: перчатки, каски, обувь, защитные щитки.

5. Отклонение показателей микроклимата

Согласно СанПиН 2.2.4.548–96 [2] допустимые микроклиматические условия в рабочем помещении установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены.

Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Температура на рабочем месте должна соответствовать значениям приведенных в таблице 4.1.2.1.

Допустимые микроклиматические условия в зависимости от нагрузки представлены в таблице:

Таблица 4.1.2.1- Допустимые микроклиматические условия в зависимости от нагрузки рабочего

| Уровень физической активности | Теплое время года | Холодное время года |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Низкий | 22-25С | 21-24С |
| Ходьба + небольшие нагрузки | 20-22С | 19-21С |
| Повышенный | 19-21С | 17-19С |
| Высокий | 18-20С | 16-18С |

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96 [2], Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса машиниста с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочем месте машиниста должны соответствовать для категорий работ средней тяжести Па и Пб значениям, указанным в табл. 4.2.1.4. СанПиН 2.2.4.548–96 [2] - пункт 1.2.3.

Таблица 4.2.1.4. - Температура, влажность и скорость движения
воздуха

| Сезон года | Температура воздуха, С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Теплый период | Не выше +31 | 25-75 | 0,2-0,7 |
| Холодный и переходный периоды | От +15 до +23 | 25-75 | 0,3-0,4 |

Чтобы обезопасить организм человека, от вредного влияния микроклимата необходимо установить специальные отопительные приборы в зимнее время, в случае если работы ведутся в летнее время, то необходимо установить кондиционеры или вентиляторы в рабочем помещении.

4.3 Экологическая безопасность

Работа исследуемого объекта сопровождается негативным воздействием на окружающую среду в виде:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ и иных веществ;
- загрязнение недр, почв;
- сбросы загрязняющих веществ, в поверхностные водные объекты и на водосборные площади. воздействий на атмосферный воздух и их источников;

Воздействие на атмосферу

При эксплуатации происходит выделение вредных веществ в воздух, влияющих на дыхательные пути живых организмов. Во время разработки выхлопные газы техники, вредные газы во время сварочных и лакокрасочных работ являются загрязняющими и приводят к истощению запаса кислорода; разрушению озонового слоя.

Для снижения уровня загрязнения необходимо:

- разработка и внедрение очистных фильтров на предприятиях;
- использование экологически безопасных источников энергии;

- использование безотходной технологии производства;
- борьба с выхлопными газами.

Воздействие на гидросферу

В процессе разработки, появляется большое количество отходов производства. Утилизации таких отходов должна быть осуществлена только в специально предназначенные для этого места, не допускается сброс отходов в водные источники, во избежание загрязнений водного ресурса.

Для того, чтобы воздействие при работе устройства было минимальным необходимо проводить следующие мероприятия: все горюче - смазочные материалы должны быть слиты в отведенные для этого места; промышленные и бытовые отходы должны быть утилизированы в отведенные для этого места; вывоз отходов строительства должен быть санкционированным и своевременным; мойку и ремонт машин, применяемых при разработке устройства необходимо осуществлять только в отведенных для этого местах.

Воздействие на литосферу

Воздействие на литосферу характеризуется загрязнением тяжелыми металлами (особенно свинцом), вредными химическими веществами, применяемыми при тех или иных технологических процессах.

Основными методами сохранения земельных ресурсов являются:

- исправление ландшафта, изменённого во время работ;
- создание мелиоративных и гидротехнических сооружений; обработка почвы, путем внесения удобрений.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При эксплуатации устройства возможны различные чрезвычайные ситуации техногенного характера, в данном случае возможная чрезвычайная ситуация – пожар, а типичная – взрыв.

Рассмотрим типичную чрезвычайную ситуацию, возникающую при эксплуатации пневматического привода для шарового крана Ду 200.

В процессе эксплуатации пневматического привода уровень давления жидкости в оборудовании изменяется. Под высоким давлением происходит разгерметизация оборудования, в следствии чего утрачивается его работоспособность. В случае превышения допустимого уровня давления или резкого скачка давления возможен взрыв оборудования, что может повлечь за собой травмы или даже угрозу жизни человека.

Чтобы предупредить опасное влияние данного фактора, необходимо соблюдать следующие правила:

- Проводить плановый инструктаж персонала;
- Проведение технического осмотра оборудования;
- Проведение планового ремонта оборудования;
- Проверка знаний персонала;

При эксплуатации пневматического привода для шарового крана Ду 200 также может произойти чрезвычайная ситуация в виде пожара.

Пожар на производстве возникает в результате несоблюдения техники безопасности. Также при эксплуатации пневматического привода, пожару предшествует стадия накопления ошибок в объемно-планировочных решениях, недостатков технологических процессов, дефектов оборудования, нарушения режимов его работы и недостаточного контроля.

Правила пожарной безопасности при работе с пневмоприводом:

- проведение своевременных ремонтных работ;
- проведение инструктажа для персонала;
- не допускать воспламенения взрывоопасных веществ;
- осуществлять меры по предупреждению взрывоопасных ситуаций;

Рассматриваемое нами помещение, обеспечивается мероприятиями противопожарной профилактики и активной пожарной защиты.

Выводы по разделу

При выполнении данного раздела проведен анализ вредных факторов окружающей среды в производственном помещении, определены основные меры безопасности, которые могут быть применены в производстве, при разработке и эксплуатации пневматического привода.

При проектировании пневмоприводов, пневмосистем и входящих в их состав пневмоустройств и их эксплуатации должны быть учтены все предполагаемые режимы работы и случаи возможного их применения и проведена оценка опасных ситуаций. Если это осуществимо, то установленные при анализе опасные ситуации должны быть исключены при проектировании.

Поскольку безопасность персонала и является одной из самых важных составляющих производственного процесса, рассмотренные меры безопасности в обязательном порядке должны быть применены в рабочем месте производственного помещения.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был исследован пневматический привод для шарового крана Ду 200, согласно заданиям конструкторского, технологического раздела, а также разделов финансового менеджмента и социальной ответственности.

В ходе работы над конструкторской частью был проведен литературный анализ видов запорной арматуры, выделены основные преимущества и недостатки, изучен принцип работы. Также рассмотрены различные виды приводов для шаровой запорной арматуры, изучен принцип действия, выявлены достоинства и недостатки. На основании изученного материала построена схема предлагаемого устройства. Приведены расчеты времени движения элементов конструкции. Создана 3D модель.

При выполнении технологической части деталь типа «фланец» была исследована на технологичность, после чего был составлен технологический маршрут обработки детали, составлены размерная схема, граф-дерево, карта наладки, расчетно-технологическая карта, проведен расчет всех технологических размеров на обработку детали, рассчитаны режимы резания, подобрано оборудование и произведено нормирование.

При выполнении раздела финансового менеджмента был произведен анализ конкурентоспособности проекта, произведено планирование. Также рассчитан бюджет на реализацию проекта, который составил 357730 рублей. Выявлена эффективность реализации проекта.

При выполнении раздела социальной ответственности были рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при проектировании, изготовлении и эксплуатации пневматического привода для шарового крана Ду 200, а также приведены меры по их устранению или предотвращению.

Список литературы

1. Кутынский Я.М. Запорная арматура МГ: состояние, проблемы, пути совершенствования // Газовая промышленность. – 1998. – №10. С. 33-35.
2. . Ципорин Ю.А., Кузнецов Ю.И. Основы конструирования пневматических и гидравлических приспособлений / И.И. Лесниченко. – М.: Машгиз, 1961. – 360 с.
3. Балакшин, Б. С. Основы технологии машиностроения / Б.С. Балакшин. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1997. - 485 с.
4. Руководство по эксплуатации запорных шаровых кранов, установленных на магистральных газопроводах. – М.: ВНИИЭгазпром, 1992. – 87 с.
5. Атаманов С.А. Выбор средств измерения и контроля размеров в машиностроении: учеб, пособие / С.А.Атаманов, В. Ф. Гнидо, И.Г. Панков. – Рязань : РИ (ф) МГОУ, 2012.
6. Кожевников С.Н. Механизмы: Справочник. Изд. 4-е, перераб. и доп./под ред С.Н. Кожевникова / С.Н. Кожевников, Я.И. Есипенко, Я.М. Раскин. – М.: Машиностроение, 1976. – 784 с
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
8. "Марочник сталей и сплавов" Под общ. ред. А.С.Зубченко 2-е издание доп. и испр. М.: Машиностроение 2003г. 784 стр. с ил.
9. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени и режимы резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением: справочник / Центральное

бюро нормативов комитета СССР по труду и социальным вопросам – М.: Экономика, 1990. – 207 с.

11. Анализ технологичности детали. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://megaobuchalka.ru/7/36979.html>

12. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие / И.Н. Аверьянов, А. Н. Болотеин, М. А. Прокофьев – Рыбинск : РГАТА, 2010. – 220 с.

13. Рогов В.А. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В.А. Рогов. – 2-е изд., испр. и доп., 2016.

14. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирования технологических процессов : учеб. пособие / С.К. Сысоев, А.С. Сысоева, В.А. Левко. – СПб.: Лань. 2011.

15. Схиртладзе А.Г. Резание материалов. Режущий инструмент : учебник для академического бакалавриата / А.Г. Схиртладзе [и др.]; под общ. Ред. Н.А. Чемборисова., 2016.

16. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А.А. Маталин – 3-е изд., стер. – СПб : Лань. 2010.

17. Виханский, Олег Самуилович. Менеджмент: учебник / О.С. Виханский, А. И. Наумов. – 5-е изд., стер., - Москва: Магистр Инфра – М, 2012. – 576 с.

18. Герчикова, Ирина Никоновна. Менеджмент: учебник для вузов / И.Н. Герчикова. – 4-е изд., перераб. и доп.. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. – 511 с.

19. Мескон, Майкл. Основы менеджмента: пер. с англ.: учебное пособие / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – 3-е изд. – Москва: Вильямс, 2008. – 666 с.

20. Друкер, Питер Ф.. Практика менеджмента: пер с англ. / П.Ф. Друкер. – Москва: Вильямс 2002. – 398 с.

21 СанПиН 2.2.2/2.2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [Электронный ресурс] / Консорциум Кодес. Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>

22. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [Электронный ресурс] / Консорциум Кодес. Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071>

23. ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ Вибрационная болезнь. Общие требования. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодес. Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200059881>

24. ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности.» [Электронный ресурс] / Консорциум Кодес. Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606>

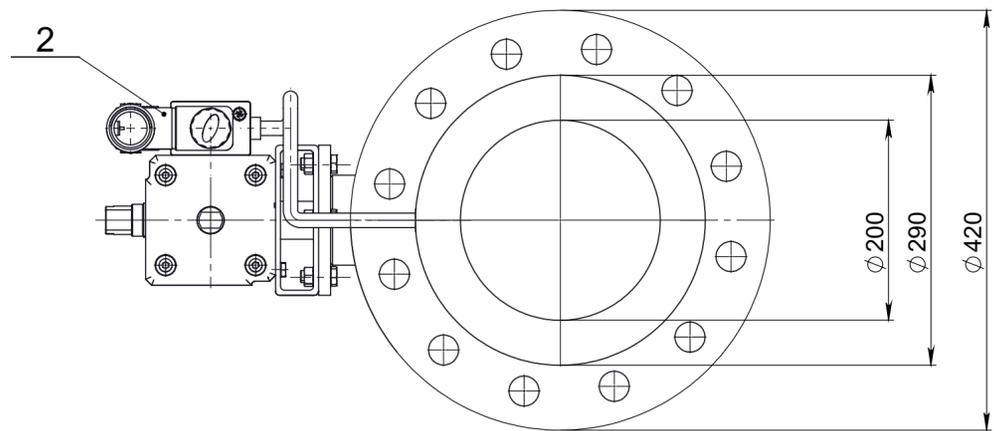
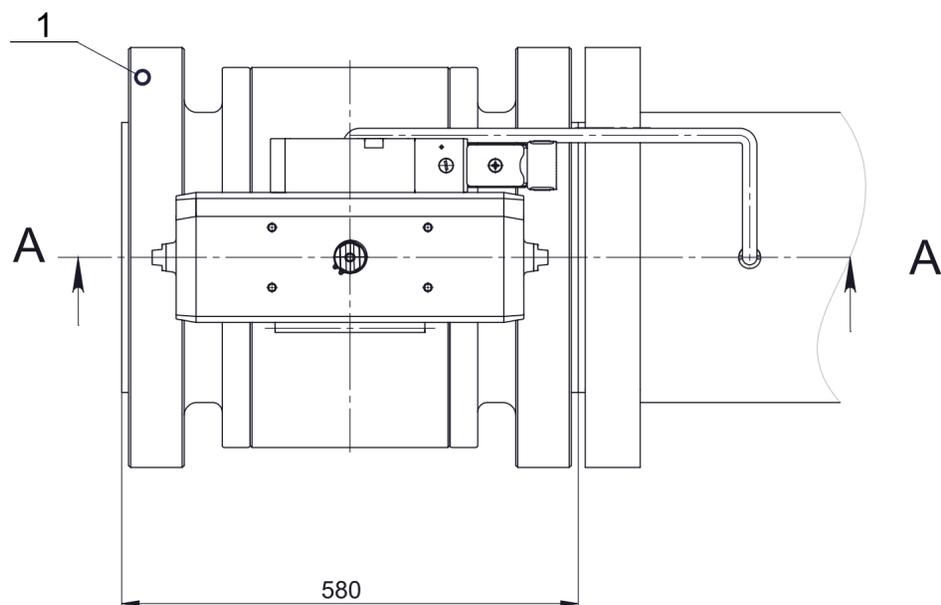
25. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодес. Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>

26. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодес. Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200161238>

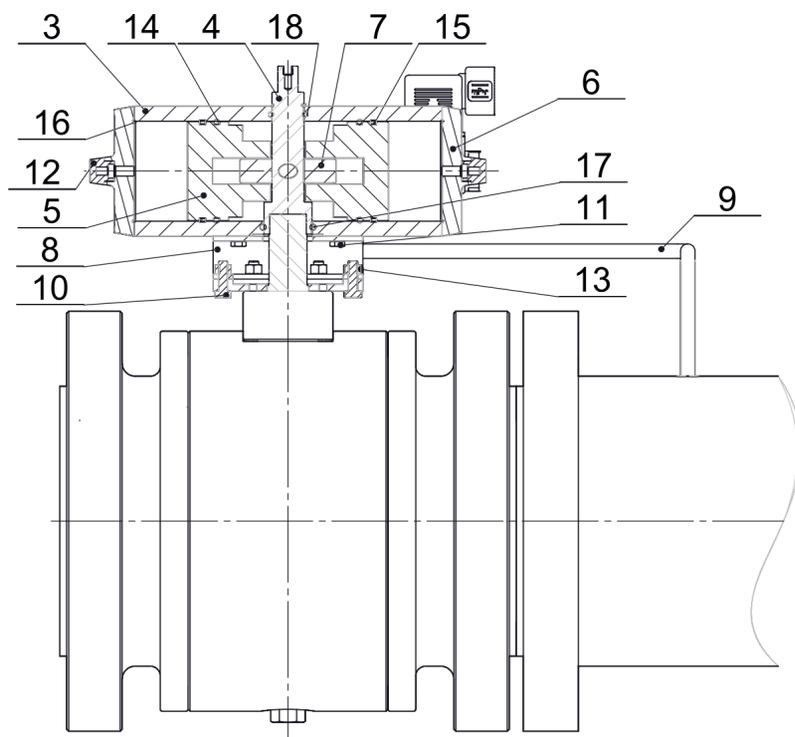
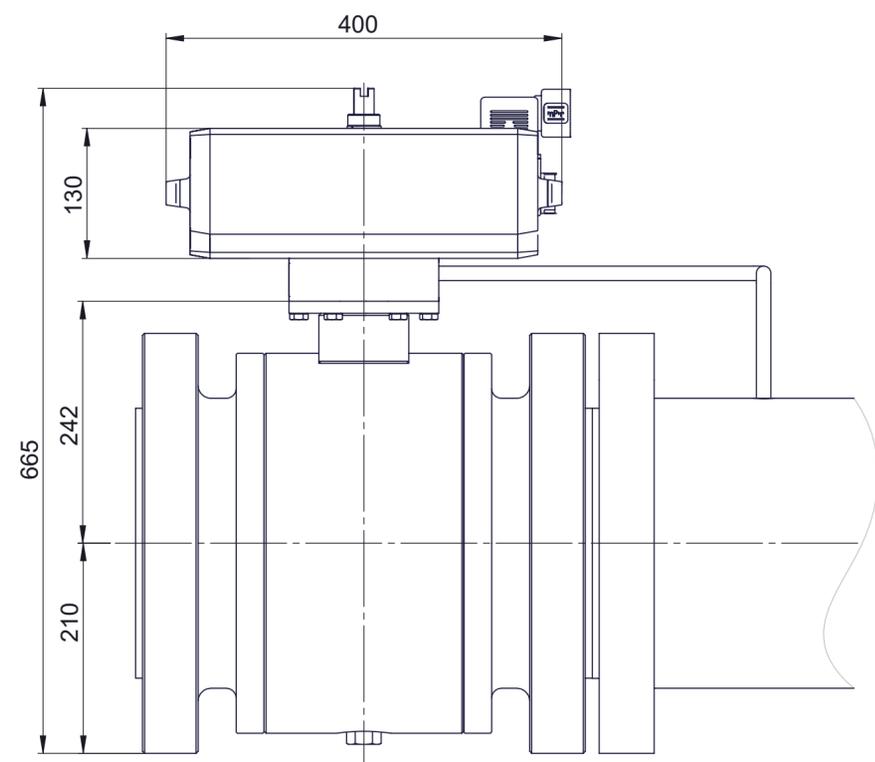
27. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодес. Электрон. Дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901702428>

Приложения

Приложение А – Сборочный чертеж



A-A



Техническая характеристики:

- 1. Управляющая среда – воздух или любой инертный газ.
- 2. Развиваемый момент при давлении питания $P_{раб} = 4 \text{ Н*м}$. 226
- 3. Давление рабочее, кгс/см²

| | |
|--------------|---|
| Минимальное | 2 |
| Максимальное | 8 |
- 4. Угол поворота выходного вала 90 ± 2
- 5. Время поворота, не более, сек. 5
- 6. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69. У1

Технические требования:

- 1. Размеры для справок.
- 2. Пневмоиспытать на прочность внутренние полости давлением 10 МПа в течении 3 мин. Протечки не допускаются. Проверить работоспособность воздухом давлением 0,2...0,4 МПа, вал должен двигаться плавно, без рысков и заеданий.
- 3. Место под уплотнительные кольца, трущиеся поверхности смазать смазкой ЦИАТИМ – 221 ГОСТ9433-80, резьбовые соединения – графитной смазкой по ГОСТ26-07-1204-75.
- 4. Покрытие поверхностей, кроме резьбовых и привалочных; эмаль ПФ-115 ГОСТ6465-76, серая.

| | | | | | | | | | | |
|---|------|----------|-------|------|--------------------------|----------|---------|--|--|--|
| ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.00 СБ | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Пневматический привод для шарового крана Ду 200 | | | | | Лит. | Масса | Масштаб | | | |
| | | | | | у | | 1:5 | | | |
| | | | | | Лист 1 | Листов 1 | | | | |
| | | | | | НИ ТПУ ИШНПТ гр. 4А6В | | | | | |

Перв. примен.

Спроб. №

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взак. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

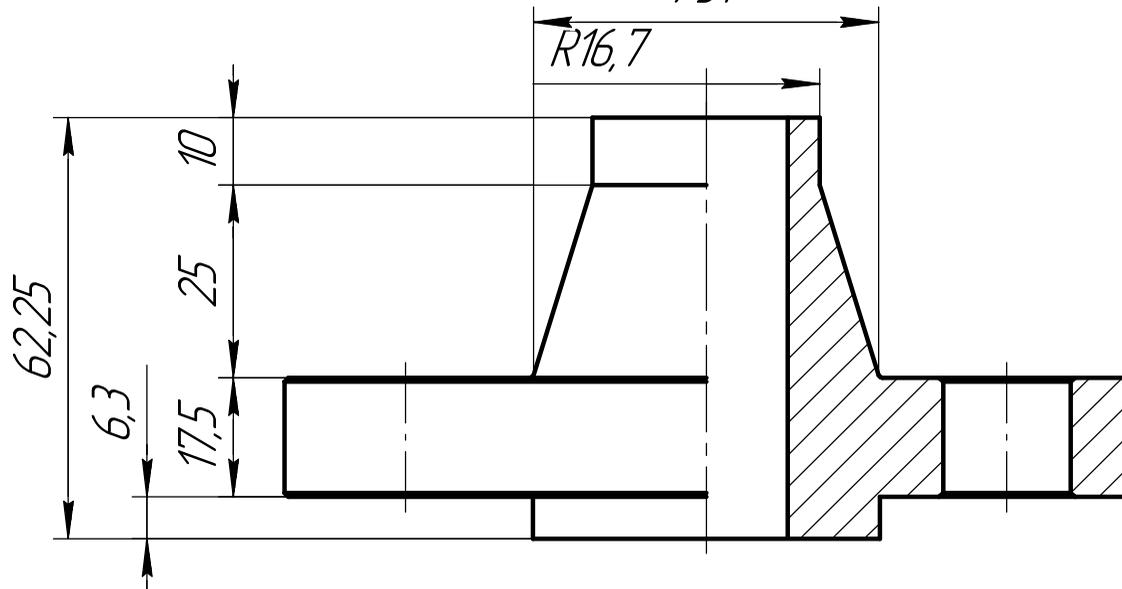
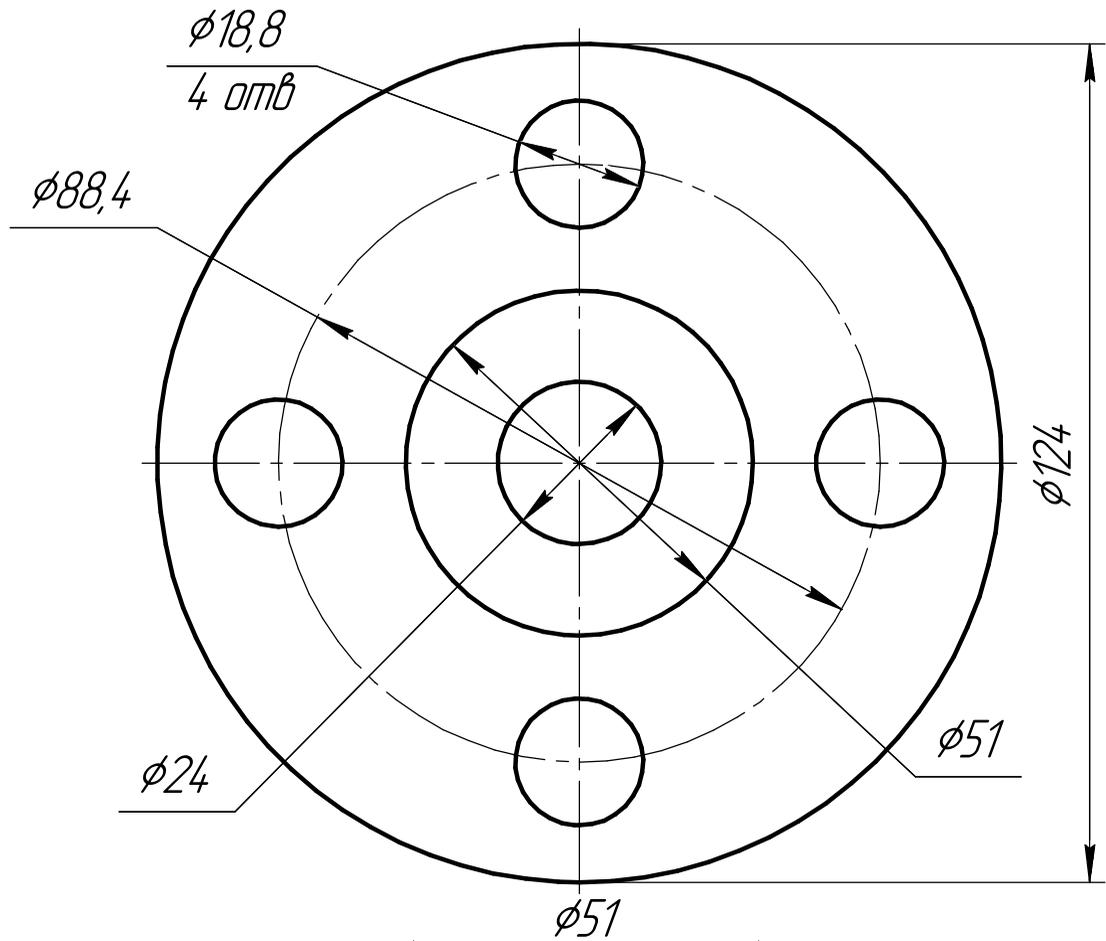
Приложение Б – Спецификация

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|---|------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|------|------------|
| | | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | | |
| A2 | | | ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.00 СБ | Сборочный чертёж | 1 | |
| <i>Сборочные единицы</i> | | | | | | |
| | | 1 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.01.00 | Шаровой кран Ду 200 | 1 | |
| | | 2 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.02.00 | Пневматический распределитель | 1 | |
| <i>Детали</i> | | | | | | |
| | | 3 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.03 | Корпус пневмопривода | 1 | |
| | | 4 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.04 | Вал пневмопривода | 1 | |
| | | 5 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.05 | Поршень | 2 | |
| | | 6 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.06 | Крышка | 2 | |
| | | 7 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.07 | Диск для вала | 1 | |
| | | 8 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.08 | Рама | 1 | |
| | | 9 | ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.09 | Труба | 1 | |
| <i>Стандартные изделия</i> | | | | | | |
| | | 10 | | Болт М10х40 ГОСТ7798-70 | 6 | |
| | | 11 | | Болт М8х30 ГОСТ7798-70 | 4 | |
| | | 12 | | Винт 2М6х10 ГОСТ 1491-72 | 2 | |
| ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.00 СБ | | | | | | |
| Изм. Лист | | № докум. | | Подп. | Дата | |
| Разрад. | | Хамидов Б.Х. | | | | |
| Пров. | | Кувшинов К.А. | | | | |
| Н.контр. | | | | | | |
| Утв. | | | | | | |
| Пневматический привод для шарового крана Ду 200 | | | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | | У | 1 | 2 |
| | | | | НИ ТПУ гр. 4А6В | | |

Приложение В – Деталь «Фланец»

ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.01

$\sqrt{Ra\ 3,2}$



Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дробл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

| | | | | |
|----------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб. | | Хамидов | | |
| Проб. | | Кувшинов | | |
| Т.контр. | | | | |
| Н.контр. | | | | |
| Утв. | | | | |

ИШНПТ-3-8/41/15.00.00.01

Фланец

Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72

| | | |
|-----------------------------|--------|---------|
| Лит. | Масса | Масштаб |
| У | | 1:1 |
| Лист | Листов | 1 |
| НИ ТПУ ИШНПТ Группа 4А6В | | |

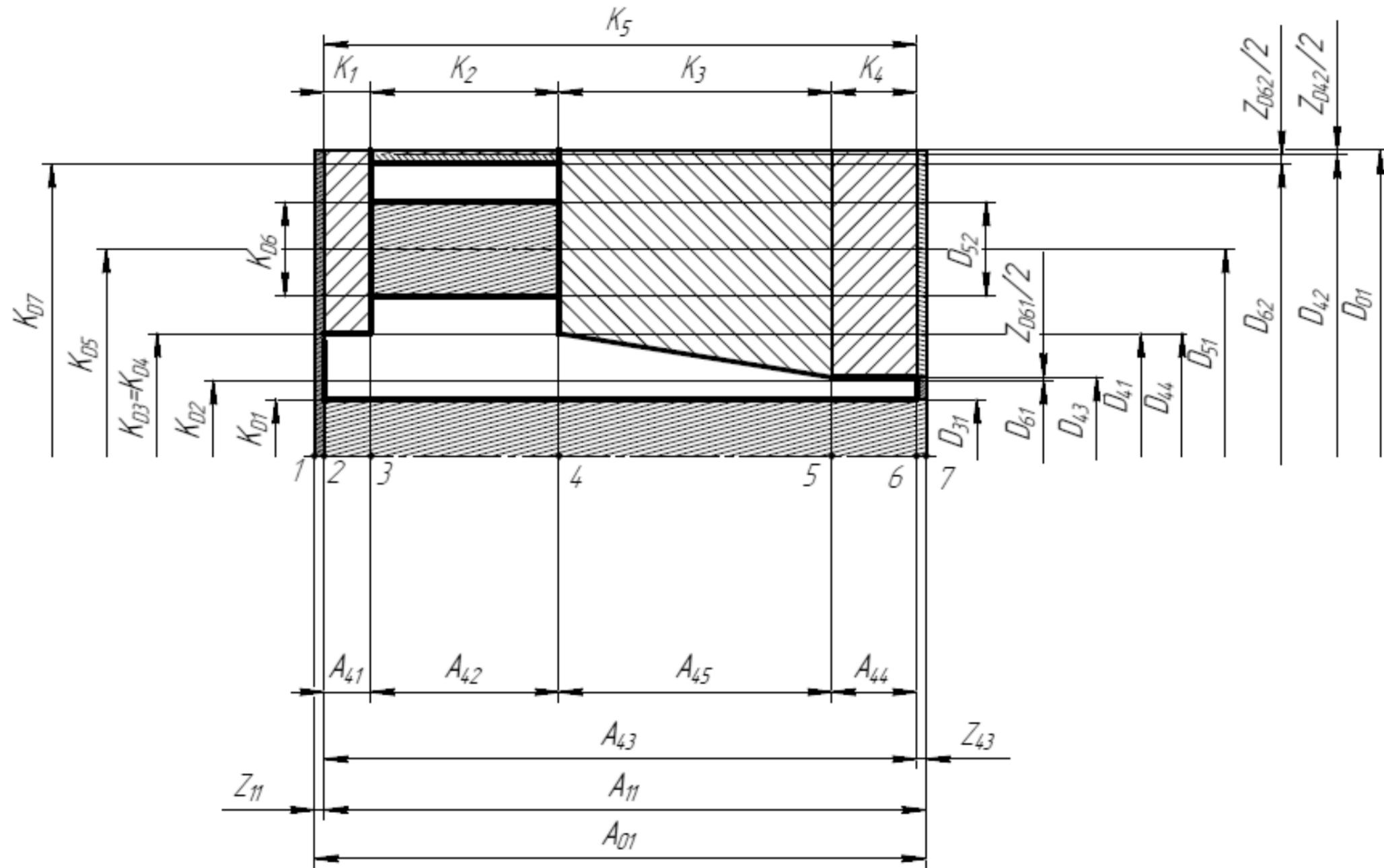
Копировал

Формат А4

Приложение Г – Размерная схема

ИШНПТ-3-8/41/15

Размерная схема



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дюрл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

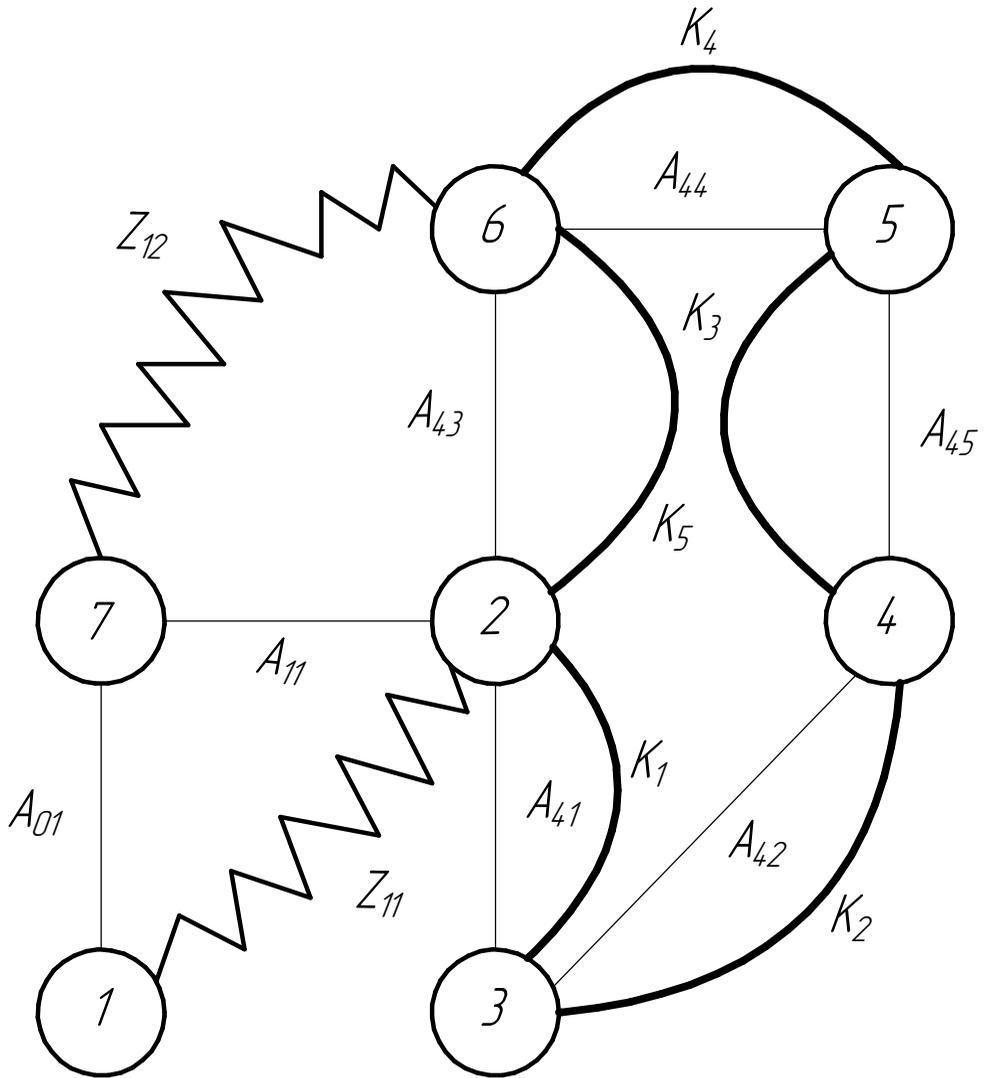
Инд. № подл.

| | | | | | | | | |
|----------|------|----------|-------|-----------------|--------------------------|------|--------|---------|
| | | | | ИШНПТ-3-8/41/15 | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Размерная схема | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | | Хамидов | | | | у | | 1:1 |
| Проб. | | Кувшинов | | | | Лист | Листов | 1 |
| Т.контр. | | | | | НИ ТПУ ИШНПТ зр. 4А6В | | | |
| Н.контр. | | | | | Формат А3 | | | |
| Утв. | | | | | Копировал | | | |

Приложение Д– Граф - дерево

ИШНПТ-3-8/4 1/15

Граф-дерево



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| | | | | |
|----------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб. | | Хамидов | | |
| Проб. | | Кувшинов | | |
| Т.контр. | | | | |
| Н.контр. | | | | |
| Утв. | | | | |

ИШНПТ-3-8/4 1/15

Граф-дерево

| | | |
|------|--------|---------|
| Лит. | Масса | Масштаб |
| У | | 1:1 |
| Лист | Листов | 1 |

ТПУ ИШНПТ
Группа 4А6В