

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Машиностроение, автоматика и электроэнергетика»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Модернизация аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.164.000 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Руководитель работы,
доцент
_____ А.В. Иршин
_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ДО-551
_____ Г.М. Марамзина
_____ 2017 г.

Нормоконтролер,
профессор
_____ Б.А. Решетников
_____ 2017 г.

Челябинск 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	
1.1 Описание изделия и служебное назначение.....	7
1.2 Сравнение отечественных передовых зарубежных технологий и решений.....	7
1.3 Задачи модернизации.....	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1 Анализ недостатков существующей конструкции и предложения по их устранению.....	14
2.2 Описание схемы гидравлической, принципиальной комби-ножниц ручных КНР-75.....	20
2.3 Проектные технические данные аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70.....	22
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Разработка схемы гидравлической аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70.....	24
3.2 Модернизация аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70.....	27
3.2.1 Расчет силовых характеристик.....	27
3.2.2 Проектирование детали «Вилка».....	32
3.2.3 Проектирование детали «Поршень».....	38
3.2.4 Проектирование электрогидронасоса.....	42
3.2.5 Расчет производительности электрогидропривода.....	45
3.2.6 Проектирование узла рукоятки.....	49
3.3 Проектирование корпуса гидроблока.....	51
3.4 Методика испытаний и полученные технические данные на готовом изделии.....	52
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	61
5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	81

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Стало привычным при характеристике современного общества отмечать рост количества и масштабов стихийных бедствий, аварий и катастроф. Наступило то время, когда влияние чрезвычайных ситуаций на социальные, экономические и политические процессы уже нельзя более относить к второстепенным локальным событиям. Новые угрозы и чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера требуют разработки и внедрения самых современных технологий и технических средств.

Представляется важным, чтобы время от появления новой и эффективной разработки до применения её на практике было минимальным, а пожарные и спасатели были бы оснащены всем необходимым.

Во второй половине 90-х годов начинается процесс совершенствования направленный на создание специализированных мобильных групп аварийно-спасательной техники, оснащенной комплектом спасательного инструмента.

Актуальность темы.

Возникла необходимость малогабаритного автономного инструмента способного поднимать, перемещать моноблочные грузы, а также способного перерезать арматуру листы и т.д.

Следовательно, аккумуляторные ножницы гидравлические АНГ-70 должны отвечать следующим требованиям:

- высокие силовые характеристики;
- простота и удобство в эксплуатации;
- многофункциональность и высокая эксплуатационная надежность;
- возможность использования этого инструмента в различных климатических условиях и средах.

Цель работы – модернизировать аккумуляторные ножницы гидравлические АНГ-70, удовлетворяющие запросам потребителя на более высоком уровне.

Задачи работы:

- проанализировать существующие изделия на современном рынке;
- модернизировать аккумуляторные ножницы гидравлические АНГ-70 выгодно отличающиеся своими высокими характеристиками от существующих и способные конкурировать на рынке с аналогами;
- рассмотреть опасности при работе с аккумуляторными ножницами гидравлическими АНГ-70;
- определить себестоимость и уровень конкурентоспособности аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание изделия и служебное назначение

С увеличением природных катаклизмов, автомобильных катастроф, увеличением чрезвычайных ситуаций, причиной которых является человек (пожары, террористические акты и т.д.) возникла необходимость в автономном легком переносном инструменте, который может перекусывать металл, поднимать блочные изделия и т.д. Данному назначению соответствуют комби-ножницы ручные КНР-75. Комби-ножницы ручные КНР-75, предназначены для ведения спасательных работ в условиях ликвидаций последствий землетрясений, аварий, катастроф на суше, а также в пресной и морской воде на глубине до 10 метров, по проделыванию проходов в завалах, перекусыванию арматуры, резанию дверей, стоек и крыши автотранспорта, перерезанию листовой обшивки. Кроме этого КНР-75 предназначены для ведения монтажных работ, перемещения, подъема, удерживания грузов и т. п. Комбинированные ножницы гидравлические автономные КНР-75 имеют встроенный насос, что не требует источника питания.

Общий вид и устройство комби-ножниц ручных КНР-75 в соответствии с рисунком 1.1.

Изделие состоит из гидроблока 1, соединенного муфтой 8 с вилкой 2, к которой с помощью оси 3 крепятся ножи 4. Ножи тягами 5 соединены с поршнем гидроблока, перемещение которого под давлением приводит к повороту ножей относительно оси 3. Давление в полостях гидроблока создается с помощью ручного насоса 6, установленного на корпусе гидроблока. Насосная часть выполнена по двухступенчатой схеме.

Выдвижение поршня приводит к закрытию ножей, втягивание поршня приводит к раскрытию ножей. Управление перемещением ножей осуществляется флажком 10. При приложении к ножам внешней нагрузки, противоположной направлению движения ножей, под действием вытесняемой из штоковой полости жидкости происходит закрытие обратного клапана, что позволяет предотвращать перемещение ножей под действием внешней нагрузки.

1.2 Сравнение отечественных передовых зарубежных технологий и решений

Произведем анализ современных конструкций ножниц гидравлических со встроенным гидроприводом четырех основных производителей аварийно-спасательного инструмента: "Holmatro" (Голландия); "LUKAS" (Германия); ПАО "Агрегат" (Россия); "Weber-Hydraulik" (Австрия).

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

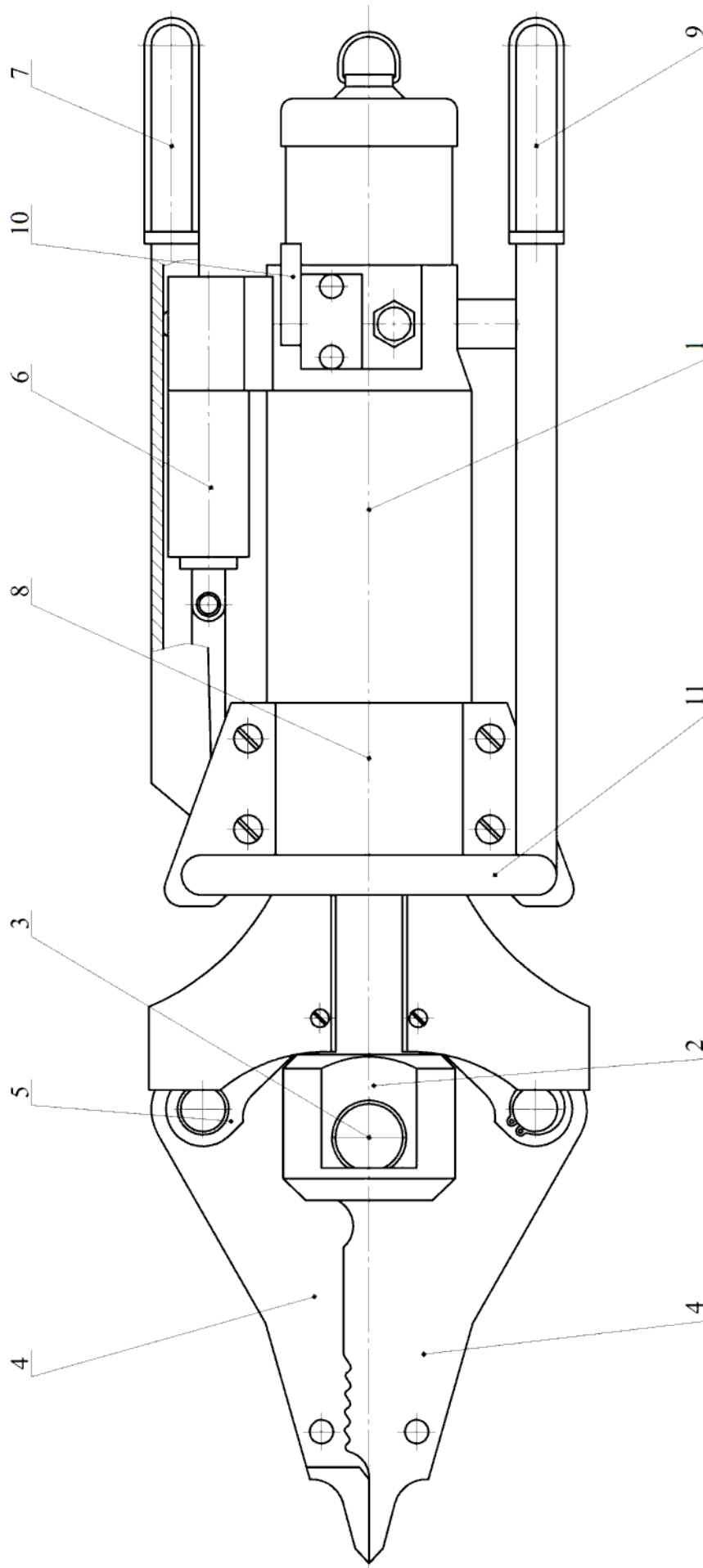


Рисунок 1.1 – Общий вид и устройство комби-ножниц КНР-75:

1 – гидроблок; 2 – вилка; 3 – ось; 4 – ножи; 5 – тяга; 6 – ручная насос; 7 – рукоятка насоса; 8 – муфта; 9 – рукоятка неподвижная; 10 – флажок; 11 – ручка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

Лист

8

Проанализировав выпускаемую продукцию данных фирм, выделим четыре модели ножниц гидравлических со встроенным гидроприводом:

"Holmatro" (Голландия)

Комбининструмент ВСТ 4120 в соответствии с рисунком 1.2.

Рабочее давление, МПа.....	72
Максимальный диаметр перекусываемого прутка, мм.....	24
Максимальные размеры разрезаемого листа (ширина x толщина), мм.....	80 x 10
Максимальное усилие в режиме:	
– расширения, кН.....	32
– сжатия, кН.....	44
Привод.....	Электрогидронасос
Напряжение питания привода, В.....	24
Величина раскрытия ножей, мм.....	250
Масса с рабочей жидкостью, кг.....	15,3
Габаритные размеры (длина x высота x ширина), мм.....	712x305x230
Рыночная цена, тыс. руб.....	235,4

Достоинства:

- высокие силовые характеристики при среднем весе и габаритных размерах.

Недостатки:

- высокая цена.



Рисунок 1.2 – Внешний вид комби-инструмента ВСТ 4120

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

"LUKAS" (Германия)

Разжим-ножницы аккумуляторные LKE-70 в соответствии с рисунком 1.3.

Рабочее давление, МПа.....	72
Максимальный диаметр перекусываемого прутка, мм.....	21
Максимальные размеры разрезаемого листа (ширина x толщина), мм.....	50x6
Максимальное усилие в режиме:	
– расширения, кН.....	30
– сжатия, кН.....	40
Привод.....	Электрогидронасос
Напряжение питания привода, В.....	24
Величина раскрытия ножей, мм.....	250
Масса с рабочей жидкостью, кг.....	20
Габаритные размеры (длина x высота x ширина), мм.....	850x260x173
Рыночная цена, тыс. руб.....	226,8

Достоинства:

– высокие силовые характеристики при среднем весе и габаритных размерах.

Недостатки:

- большой вес;
- высокая цена.



Рисунок 1.3 – Внешний вид разжим-ножниц аккумуляторных LKE-70

"Weber-Hydraulik" (Австрия)

Универсальный электрогидравлический

комбинированный инструмент SPS-330А в соответствии с рисунком 1.4.

Рабочее давление, МПа.....	720
Максимальный диаметр перекусываемого прутка, мм.....	21
Максимальные размеры разрезаемого листа (ширина х толщина), мм.....	50х6
Максимальное усилие в режиме:	
– расширения, кН.....	30
– сжатия, кН.....	40
Привод.....	Электрогидронасос
Напряжение питания привода, В.....	24
Величина раскрытия ножей, мм.....	250
Масса с рабочей жидкостью и выносным аккумулятором, кг.....	17,4
Габаритные размеры (длина х высота х ширина), мм.....	850х260х173
Рыночная цена, тыс. руб.....	236,8

Достоинства:

- высокие силовые характеристики при средних габаритных размерах.

Недостатки:

- большой вес;
- высокая цена.



Рисунок 1.4 – Внешний вид универсального электрогидравлического комбинированного инструмента SPS-330А

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПАО "Агрегат" (Россия)

Комби-ножницы ручные КНР-75 в соответствии с рисунком 1.5.

Рабочее давление, МПа.....	72
Максимальный диаметр перекусываемого прутка, мм.....	21
Максимальные размеры разрезаемого листа (ширина x толщина), мм.....	80x10
Максимальное усилие в режиме:	
– расширения, кН.....	30
– сжатия, кН.....	42
Привод.....	Ручной гидронасос
Максимальное усилие на рукоятке гидронасоса, кН.....	2,5
Величина раскрытия ножей, мм.....	245
Масса с рабочей жидкостью, кг.....	11
Габаритные размеры (длина x высота x ширина), мм.....	675x250x160
Рыночная цена, тыс. руб.....	61,85

Достоинства:

- высокие силовые характеристики при среднем весе и габаритных размерах;
- низкая цена.

Недостатки:

- силовые характеристики уступают по некоторым параметрам комби-инструменту НСТ 3120+;
- ручной привод.



Рисунок 1.5 – Внешний вид комби-ножниц ручных КНР-75

1.3 Задачи модернизации

Проанализировав вышеперечисленные конструкции ножниц приходим к выводу, что комби-инструмент ВСТ 4120, разжим-ножницы аккумуляторные LKE-70, комбинированный инструмент SPS-330А и комби-ножницы ручные КНР-75 практически идентичны по техническим характеристикам, однако КНР-75 значительно ниже по цене, что значительно повышает их конкурентоспособность, но имеют ручной привод, что снижает их конкурентоспособность. Поэтому нужно модернизировать ножницы АНГ-70 с характеристиками и ценой соответствующими ножницам КНР-75, заменив ручной привод на электрогидропривод. Рассмотреть опасности при работе с аккумуляторными ножницами гидравлическими АНГ-70. Определить себестоимость и уровень конкурентоспособности изделия.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ недостатков существующей конструкции и предложения по их устранению

Проведя анализ существующих конструкций ножниц со встроенным гидронасосом, видим, что существующие комби-ножницы ручные КНР-75 имеют ряд преимуществ и недостатков. В процессе модернизации предлагаю максимально устранить недостатки без ухудшения параметров, по которым ножницы имеют преимущества.

В процессе эксплуатации от спасателей МЧС получены следующие замечания:

- отсутствие освещения зоны резания, что затрудняет их использование в ночное время суток;
- отсутствие варианта работы ножниц от электрогидропривода.

При изготовлении и сборки ножниц получены ряд замечаний от технологов:

- негерметичность соединения качающего узла с гидроблоком;
- трудоемкость изготовления рамы для переноса ножниц;
- трудоемкость изготовления защитного кожуха;
- трудоемкость изготовления гидронасоса;
- сложность изготовления корпуса гидроблока.

В процессе эксплуатации потребитель имеет право на заправку ножниц рабочей жидкостью. При этом возникают случаи, когда попадают посторонние частицы (грязь, волокна материала и т.д.), которые, попав под шарики гидрозамков, вызывают складывание ножей ножниц и, следовательно, поломку.

Гидрозамки необходимы для исключения передвижения ножей в противоположную сторону от заданной команды. Конструкция гидрозамков в соответствии с рисунком 2.1. Гидрозамки расположены после золотника управления и при их отказе давление воздействует на золотник управления. Конструкция золотника управления в соответствии с рисунком 2.2. Предлагаю увеличить длину диаметральных поясков обеспечивающих перекрытие в золотнике 1 с 3 мм до 6 мм и уменьшить диаметральный зазор в золотниковой паре управления с 0,005...0,009 мм на 0,002...0,005, что исключит перетекание жидкости, а также ввести нейтральное положение, которое будет включаться при окончании подачи жидкости из гидронасоса.

Данные мероприятия приведут к повышению надежности и при отказе гидрозамков, так как давление некоторое время будет держать золотник управления. В связи с увеличением длины поясков ход золотника 1 для переключения увеличится, что приведет к изменению механизма управления. В качестве механизма управления предлагаю применить винтовую линию с маховиком в соответствии с рисунком 2.3.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

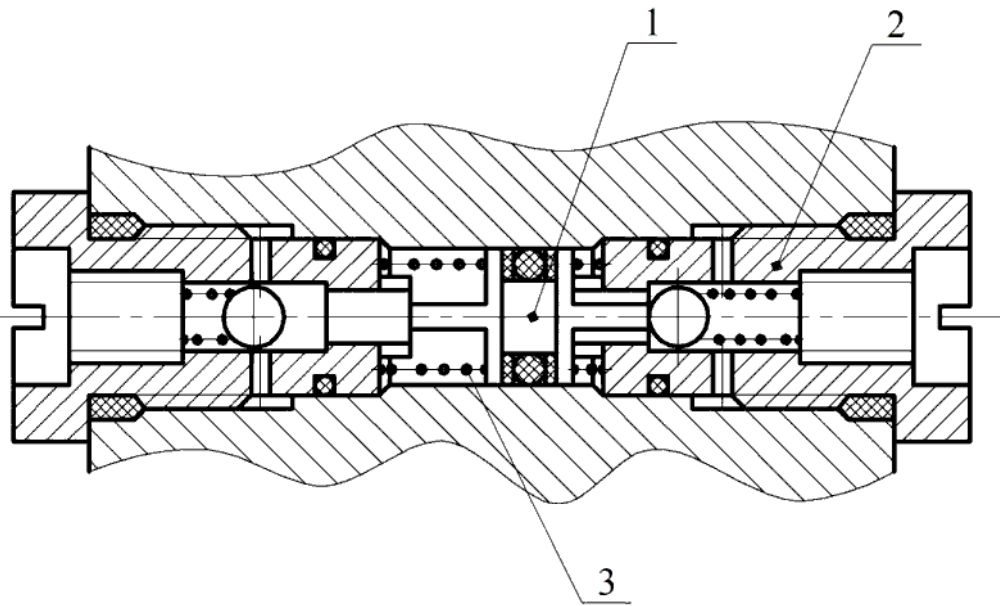


Рисунок 2.1 – Гидрозамки:
 1 – поршень переключения гидрозамков; 2 – обратные клапана;
 3 – возвратные пружины

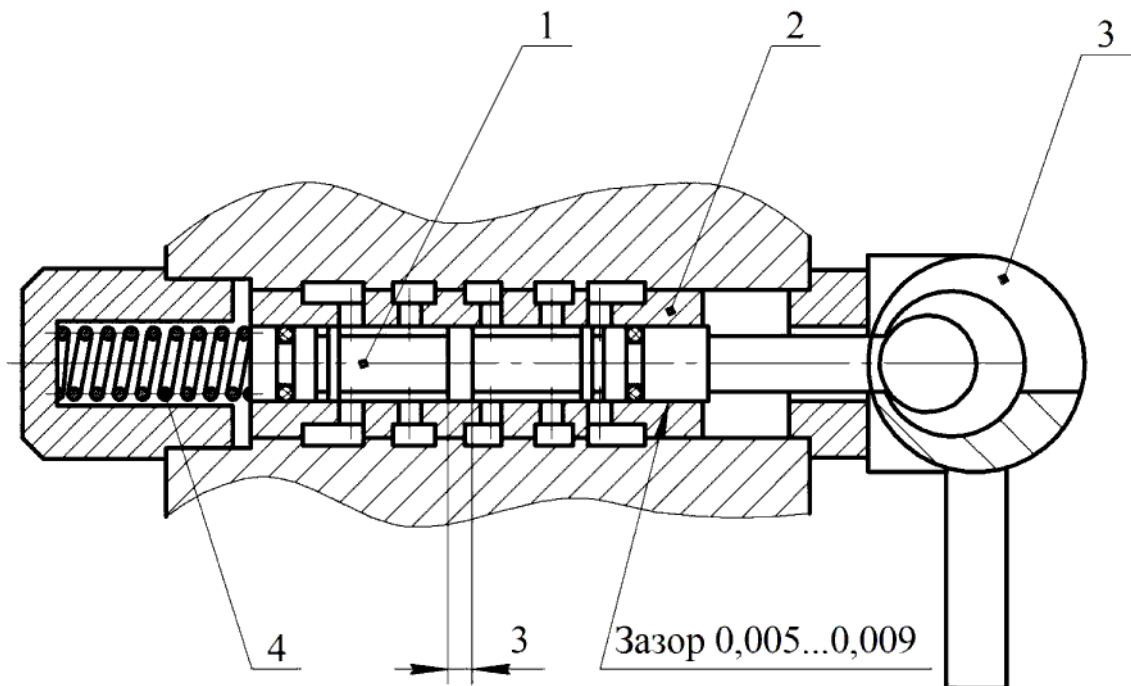


Рисунок 2.2 – Золотник с механизмом управления:
 1 – золотник; 2 – втулка; 3 – рычаг управления с эксцентриком;
 4 – возвратная пружина

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

Лист

15

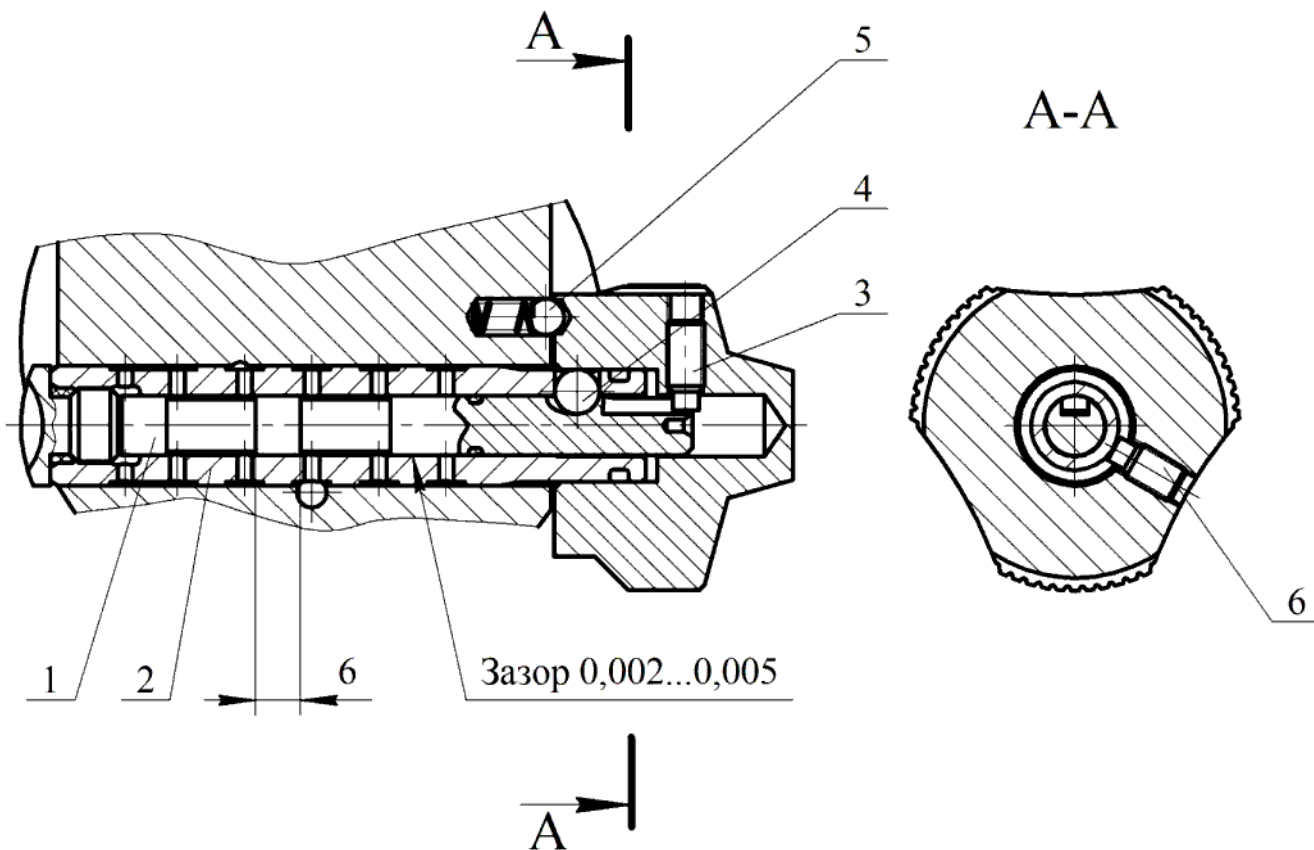


Рисунок 2.3 – Золотник с механизмом управления:
 1 – золотник; 2 – втулка; 3 – механизм управления;
 4 – шарик; 5 –фиксатор положений; 6 – стопорный винт

Негерметичность соединения качающего узла с гидроблоком вызвана торцевыми уплотнениями по плоскости обратных клапанов, так как необходимо выдерживать высокие требования к плоскости соединения и затяжки винтов. Конструкция обратного клапана с торцевым уплотнением в соответствии с рисунком 2.4

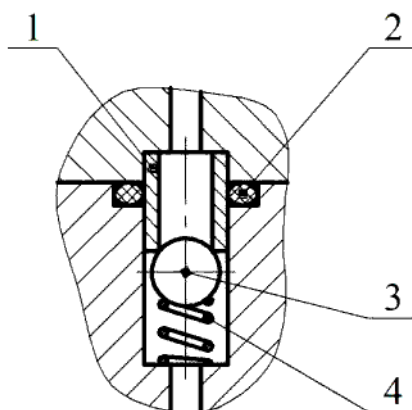


Рисунок 2.4 – Седло клапана с торцевым уплотнением:
 1 – седло; 2 – уплотнительное кольцо; 3 – шарик;
 4 – возвратная пружина

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

Лист

16

Данный дефект устранится, поскольку проектируемый насос электрогидропривода будет непосредственно вмонтирован в корпус гидроблока. Проект насоса электрогидропривода в соответствии с рисунком 2.5.

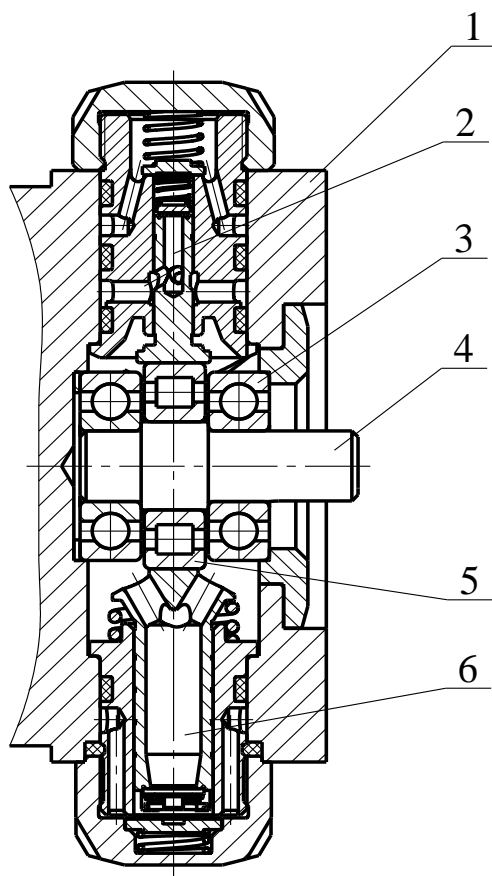


Рисунок 2.5 – Проект насоса электрогидропривода:
 1 – корпус гидроблока; 2 – узел нагнетания 2-ой ступени;
 3 – опорные подшипники; 4 – эксцентриковый вал;
 5 – подшипник эксцентрика; 6 – узел нагнетания 1-ой ступени

Для увеличения раскрытия ножей изменим кинематику существующего варианта с двухпальцевой вилки в соответствии с рисунком 2.6 на однопальцевую, что приведет к изменению шатунов, вилки, длины поршня и цилиндра гидроблока.

Для упрощения соединения вилки с гидроблоком вместо муфты со вставкой (см. рисунок 2.6) применим резьбовое соединение.

Изменение материала кожуха с алюминиевого сплава (см. рисунок 2.6) на резиновую смесь приведет к снижению трудоемкости и себестоимости.

Конструкция ножей с однопальцевой вилкой, резьбовым соединением и резиновым чехлом в соответствии с рисунком 2.7.

Для освещения зоны резания предлагаю в ручку для поддержания ножниц ввести четыре диода. Кнопку включения диодов разместить с торца ручки. Конструкция ручки для поддержания ножниц с освещением в соответствии с рисунком 2.8.

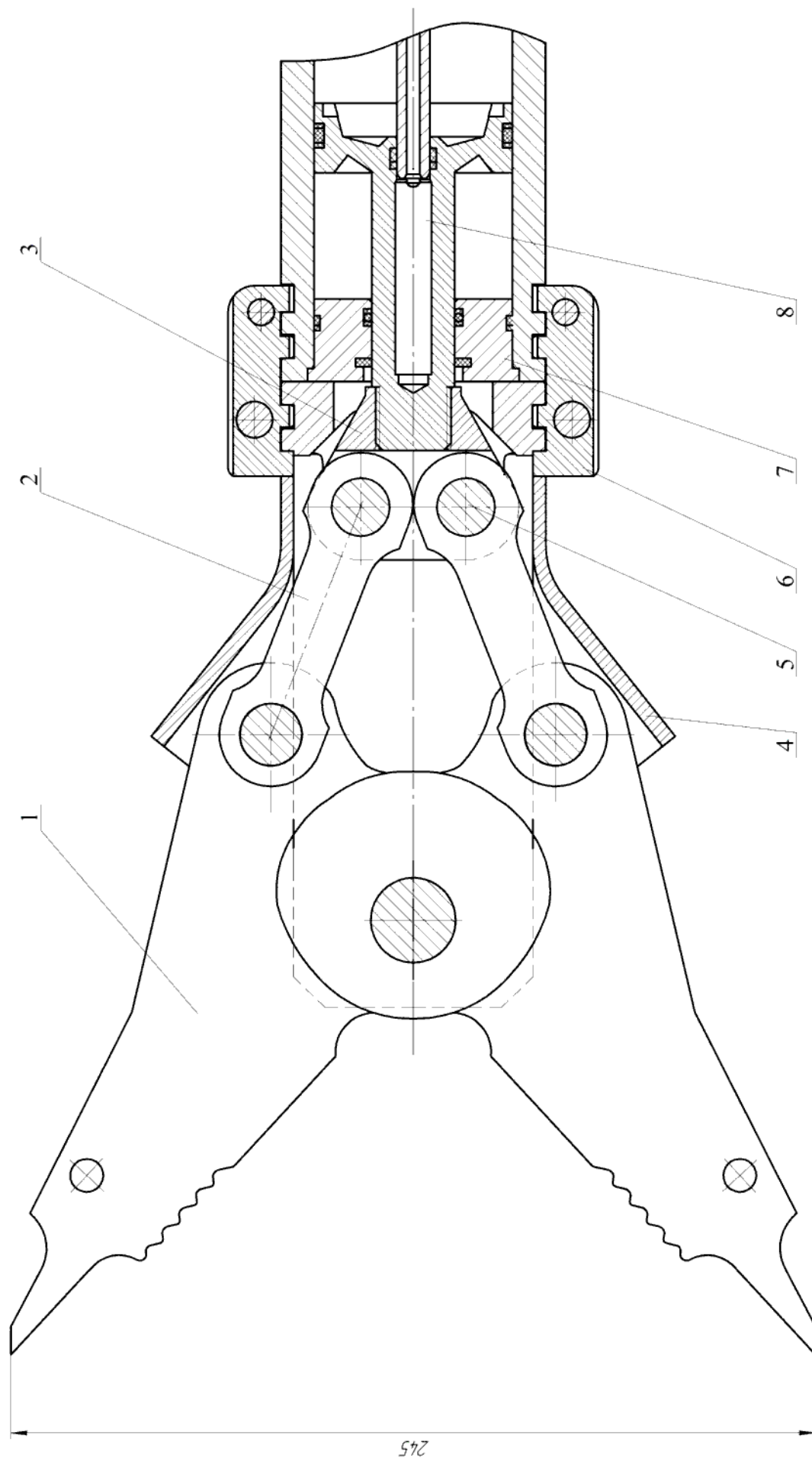


Рисунок 2.6 – Конструкция ножей с двухпальцевой вилкой:
 1 – нож; 2 – шатун; 3 – шатун; 4 – вилка; 5 – чехол (алюминиевый сплав); 6 – муфта;
 7 – вставка; 8 – поршень

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

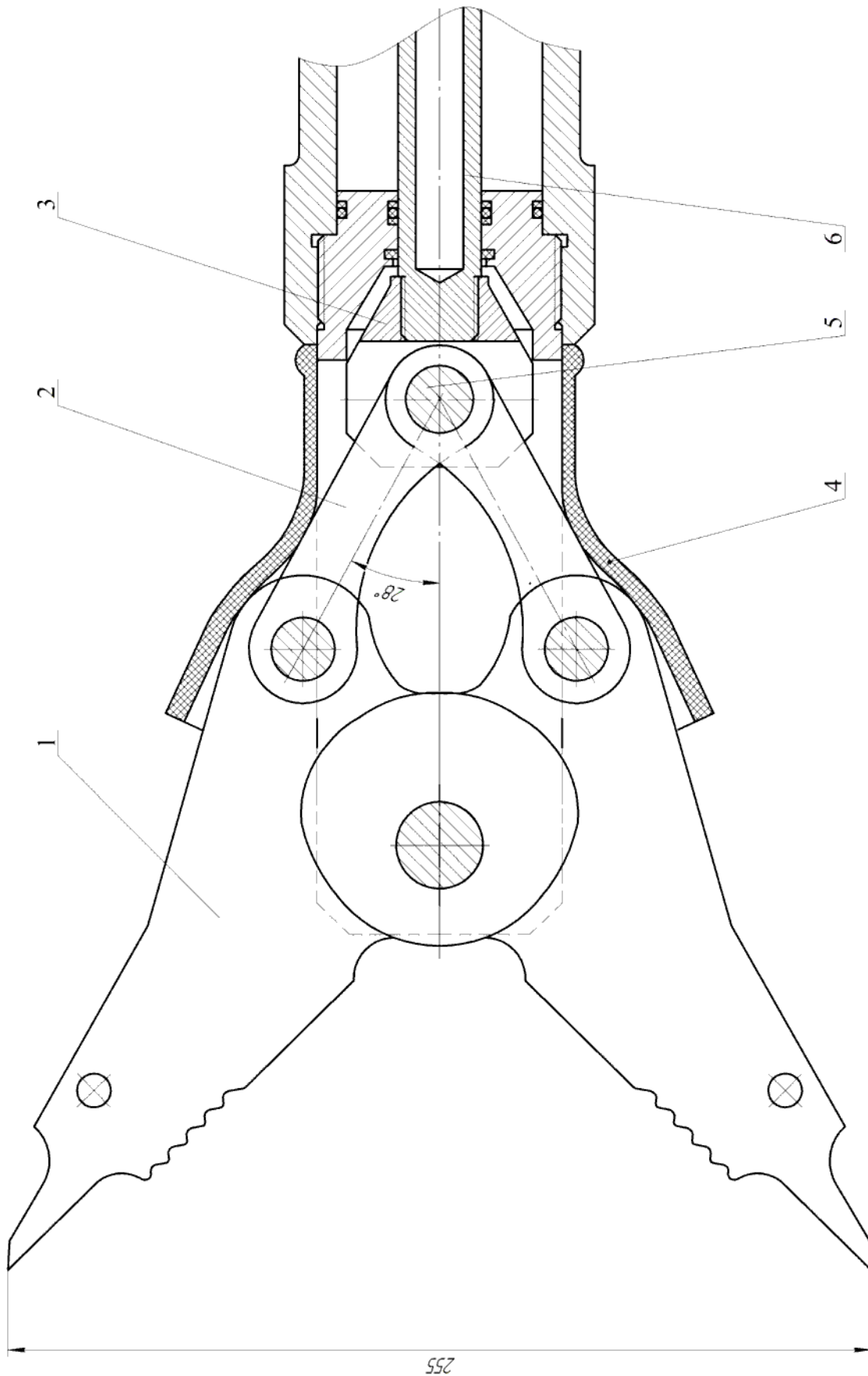


Рисунок 2.7 – Конструкция ножей с однопальцевой вилкой:

1 – нож; 2 – шатун; 3 – вилка; 4 – чехол (резиновая смесь); 5 – палец; 6 – поршень

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

Лист

19

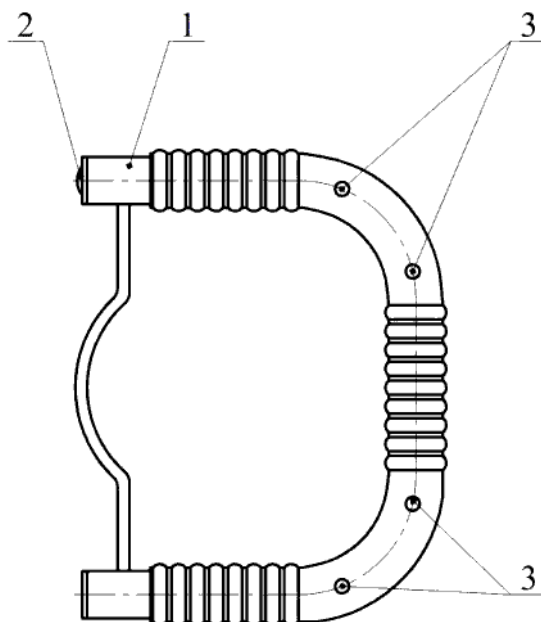


Рисунок 2.8 – Конструкция ручки для поддержания ножниц с освещением:
1 – ручка; 2 – кнопка включения; 3 – диоды

2.2 Описание схемы гидравлической, принципиальной комби-ножниц ручных КНР-75

Существующая схема гидравлическая, принципиальная комби-ножниц ручных КНР-75 в соответствии с рисунком 2.9.

Рассмотрим работу ножниц при данной схеме. Нагнетание жидкости происходит ручкой 5, которая через тягу 6 передает возвратно-поступательное движение поршню гидронасоса 7. Поршень гидронасоса 7, двигаясь влево, захватывает жидкость через обратные клапана 8 из бака 9, при этом обратные клапана 8 линии нагнетания закрыты. При движении поршня гидронасоса 7 вправо обратные клапана 8 линии всасывания закрываются, жидкость через обратные клапана 8 поступает в золотник управления 11. При достижении давления в линии нагнетания 15Мпа поршень переключателя первой ступени 10 соединит линию нагнетания поршня первой ступени с баком 9, то есть выключит из работы поршень первой ступени. Жидкость из золотника управления 11 поступает на гидрозамки 12, где поршень гидрозамков под действием давления соединяет одну полость гидроцилиндра 14 поршня с баком, а во вторую полость гидроцилиндра 14 поступает жидкость через обратный клапан гидрозамка 12. Выдвижение поршня приводит к закрытию ножей, втягивание поршня приводит к раскрытию ножей. Для исключения возникновения давления выше рабочего в конструкции предусмотрены предохранительные клапана 13, которые при срабатывании соединяют полости гидроцилиндра 14 с баком 9.

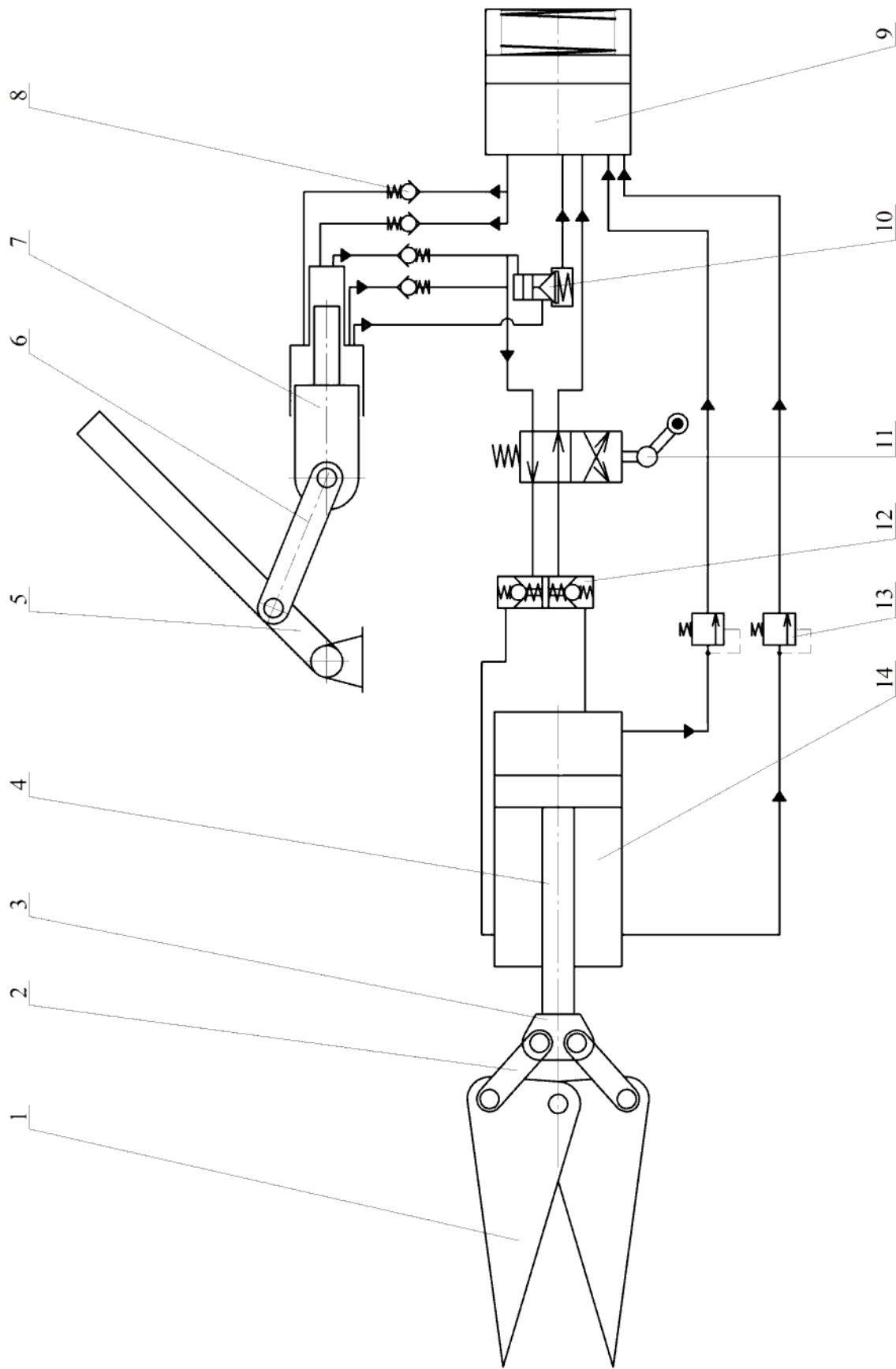


Рисунок 2.9 – Схема гидравлическая, принципиальная комби-ножниц ручных КНР-75:

- 1 – нож; 2 – шатун; 3 – вилка; 4 – поршень; 5 – ручка; 6 – тяга; 7 – гидронасос; 8 – обратный клапан;
- 9 – бак; 10 – переключатель первой ступени; 11 – золотник управления; 12 – гидрозамки;
- 13 – предохранительные клапана; 14 – гидроцилиндр

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.3 Проектные технические данные аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70

Проведя анализ технических данных существующих конструкций ножниц со встроенным гидронасосом, составим технические данные модернизируемых аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70, которые перечислены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные технические характеристики модернизируемых аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70

Наименование параметра	Значение параметра
Рабочее давление, МПа	80 ⁺⁹
Максимальный диаметр перекусываемого прутка, мм, не менее	30
Максимальный размеры разрезаемого листа (ширина x толщина), мм, не менее	80x10
Максимальное усилие в режиме:	
– расширения, кН, не менее	45
– сжатия, кН, не менее	60
Максимальная длина раскрытия концов лезвий, не менее, мм	255
Габаритные размеры (длина x высота x ширина) при ходе штока, мм	694x202x159,5
Масса изделия, заполненного рабочей средой, кг, не более	15,5
Освещение зоны резания	есть
Вращение ножей относительно оси изделия	180°±10°
Время перемещения, необходимое для разведения или сведения лезвий на полный ход, сек, не более:	
– без нагрузки	43
– с нагрузкой 5000 Н (500 кгс) на расстоянии (120 ⁺¹⁰) мм от оси поворота лезвий	215
Рабочая среда:	
– основная	Гидроникойл FH51 MIL-N-5606 АНГ-10 ГОСТ 6794-75
– резервная	
Диапазон температур окружающей среды, °С	от минус 45 до плюс 80
Диапазон температур рабочей жидкости, °С	от минус 45 до плюс 80

Выводы по разделу два

Проанализировав существующие недостатки в конструкции, заявленные от спасателей МЧС и выявленные в процессе изготовления и сборки комбиножниц ручных КНР-75, предложены конструктивные решения по их устранению. На основе сравнительных данных существующих конструкций сформированы технические параметры, которым должны соответствовать модернизируемые аккумуляторные ножницы гидравлические АНГ-70.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Разработка схемы гидравлической аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70

Разработку гидравлической схемы будем осуществлять на базе существующей схемы гидравлической, принципиальной комби-ножниц ручных КНР-75 (см. рисунок 2.9).

Рассмотрим узлы, которые конструктивно не меняются:

- гидроцилиндр;
- гидрозамки;
- ножи;
- предохранительные клапана;
- бак;
- обратные клапана;
- переключатель первой ступени.

Данные узлы переносим в гидравлическую схему аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 без изменения.

Для увеличения раскрытия ножей предполагается изменение кинематики существующего варианта с двухпальцевой вилки на однопальцевую. Окончательная кинематическая схема шатунов и вилки в соответствии с рисунком 3.1.

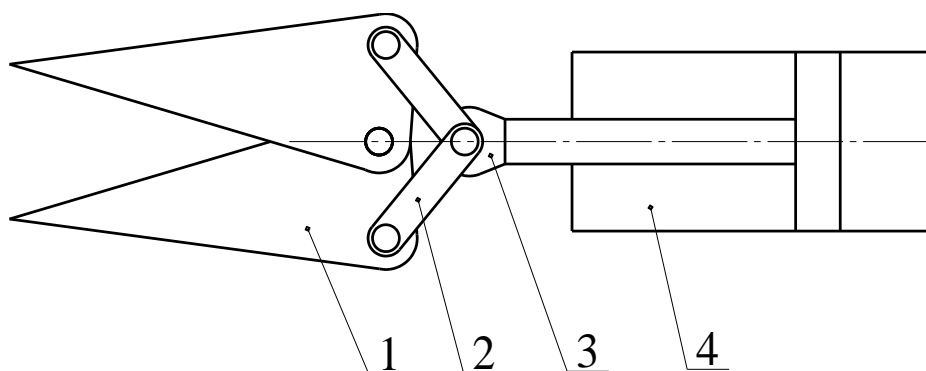


Рисунок 3.1 – Кинематическая схема шатунов и вилки:
1 – нож; 2 – шатун; 3 – вилка; 4 – гидроцилиндр

Изменена конструкция золотника управления в части ввода нейтрального запорного положения и управления маховиком вместо рычага. Гидравлическая схема золотника управления в соответствии с рисунком 3.2.

Качающий узел в модернизируемом варианте будет состоять из электродвигателя постоянного тока, который через эксцентриковый вал передает возвратно-поступательное движение двум плунжерам разного диаметра: плунжеру первой ступени и плунжеру второй ступени. Нагнетание жидкости происходит с плунжера первой ступени в плунжер второй

ступени, где жидкость получает дополнительное сдавливание, повышающее ее давление. Гидравлическая схема качающего узла в соответствии с рисунком 3.3.

Полная схема аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 в соответствии с рисунком 3.4.

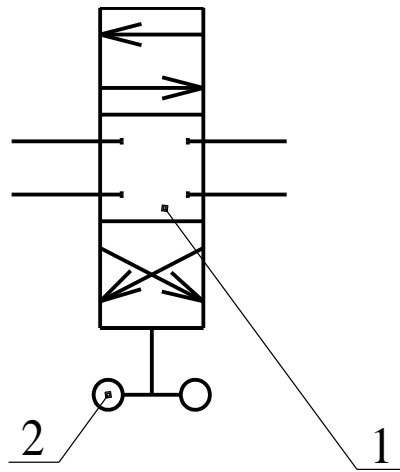


Рисунок 3.2 – Гидравлическая схема золотника управления:
1 – золотник; 2 – маховик

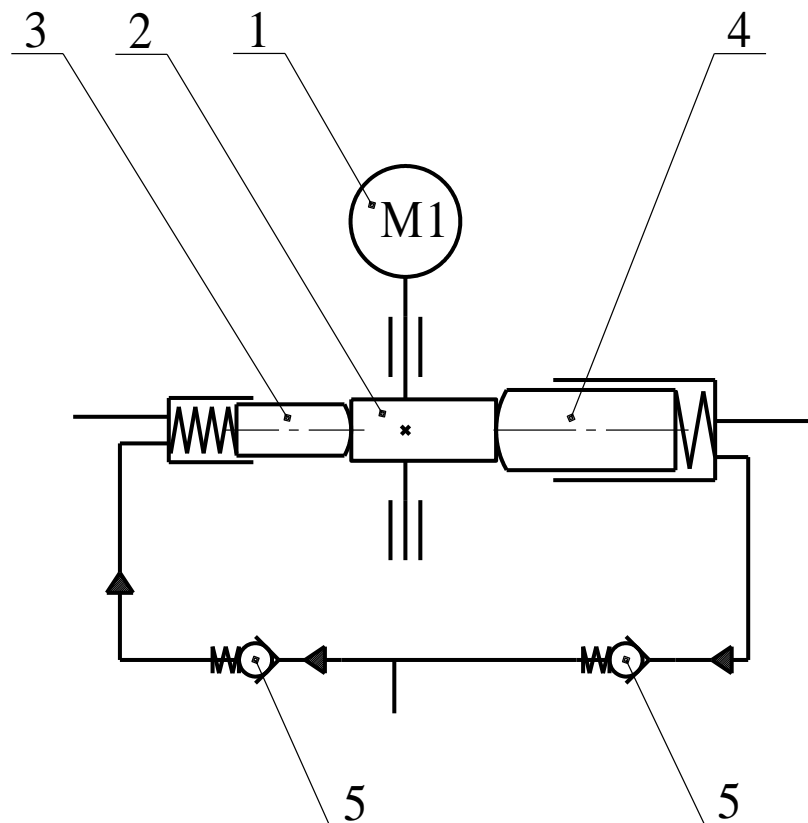


Рисунок 3.3 – Гидравлическая схема качающего узла:
1 – электромотор; 2 – эксцентриковый вал; 3 – плунжер второй ступени; 4 – плунжер первой ступени; 5 – обратные клапана

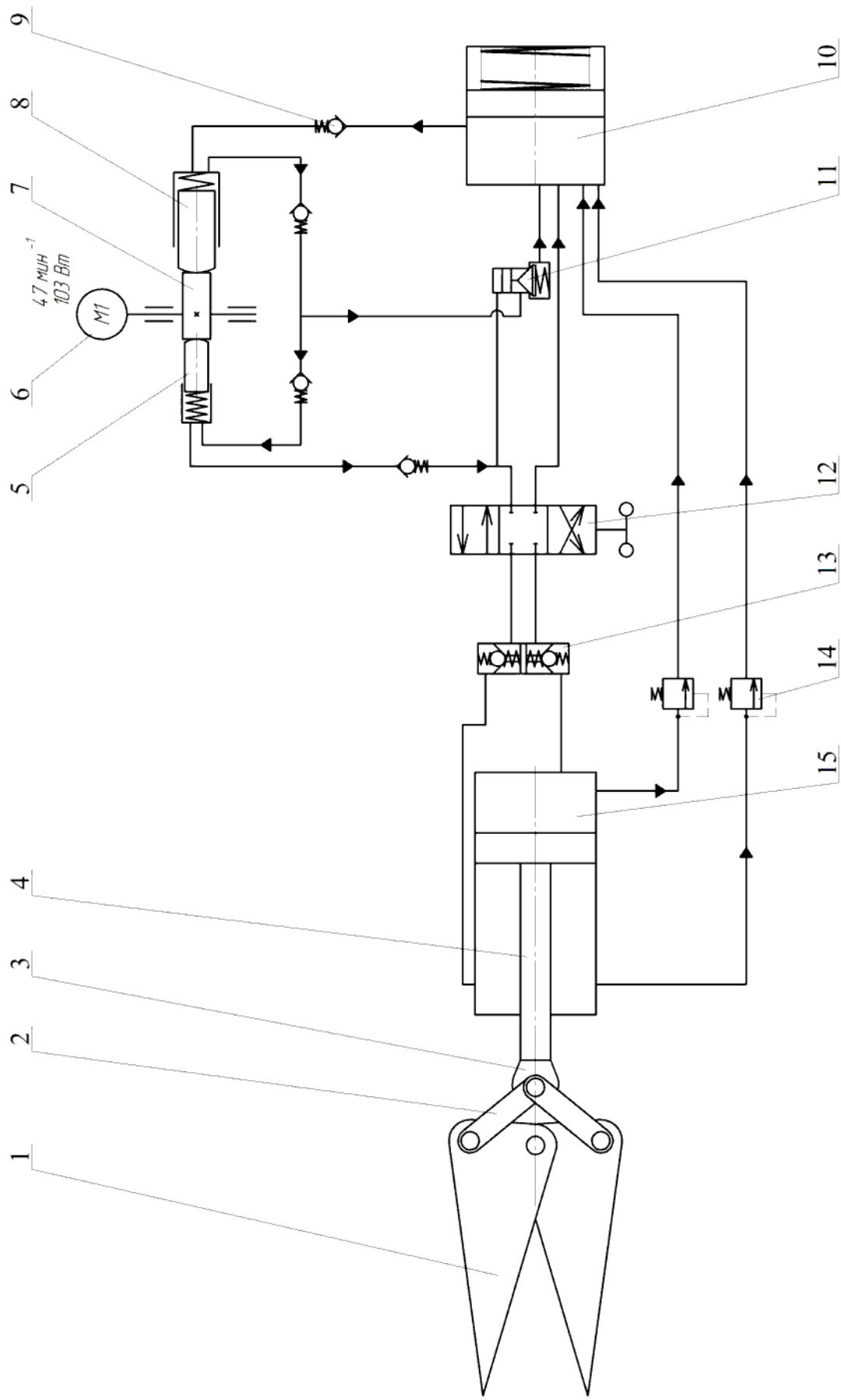


Рисунок 3.4 – Схема аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70:

- 1 – ножи; 2 – шатун; 3 – вилка; 4 – поршень; 5 – плунжер второй ступени; 6 – электромотор;
- 7 – эксцентриковый вал; 8 – плунжер первой ступени; 9 – обратные клапаны; 10 – бак;
- 11 – переключатель первой ступени; 12 – золотник управления; 13 – гидрозамки;
- 14 – предохранительные клапаны; 15 – гидроцилиндр

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

3.2 Модернизация аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70

Для модернизации ножниц АНГ-70 проведем расчет силовых характеристик, спроектируем детали «Вилка», «Поршень», электрогидронасос и узел рукоятки, рассчитаем производительность электрогидропривода. Расчеты производим с использованием литературы [2] и [4].

3.2.1 Расчет силовых характеристик

Основное требование, предъявляемое к аккумуляторным ножницам гидравлическим АНГ-70, является обеспечение необходимых силовых требований. Диаметр гидроцилиндра $\varnothing 60$ мм, диаметр штока поршня $\varnothing 25$ мм. Подвод нагнетающей жидкости в левую полость осуществляется с помощью трубки с наружным диаметром $\varnothing 10$ мм. Произведем расчет усилий гидроцилиндра в режимах "Расширения" и "Сжатия".

Жидкость, нагнетаемая гидронасосом при раскрытии ножей (режим "Расширения"), поступает в левую штоковую полость гидроцилиндра, создавая усилие, которое определяется по формуле

$$Q = p \cdot S,$$

где $p = 80 \cdot 10^6$ Па – рабочее давление в гидросистеме;

S – площадь, на которую происходит давление.

$$S = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4},$$

где $D = 60$ мм – диаметр поршня гидроцилиндра;

$d = 25$ мм – диаметр штока поршня гидроцилиндра.

$$Q = p \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = 80 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot [(60 \cdot 10^{-3})^2 - (25 \cdot 10^{-3})^2]}{4} = 186924 \text{ Н}$$

Рассмотрим действие сил при сведенных ножах в соответствии с рисунком 3.5.

Силе Q противостоят силы F'_3 и P'_3 , которые зависят от нагрузки прилагаемой на ножи через силы F_3 и P_3 следовательно имеем:

$$Q = (F_3 + P_3) \cdot \cos(\alpha_2),$$

где $\alpha_2 = 45^\circ$ – угол между приложением сил $F'_3(Q)$ и $P'_3(Q)$.

Крутящий момент, создаваемый внешней нагрузкой относительно оси вращения ножей можно определить по формуле

$$M_{кр} = P \cdot l_1,$$

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

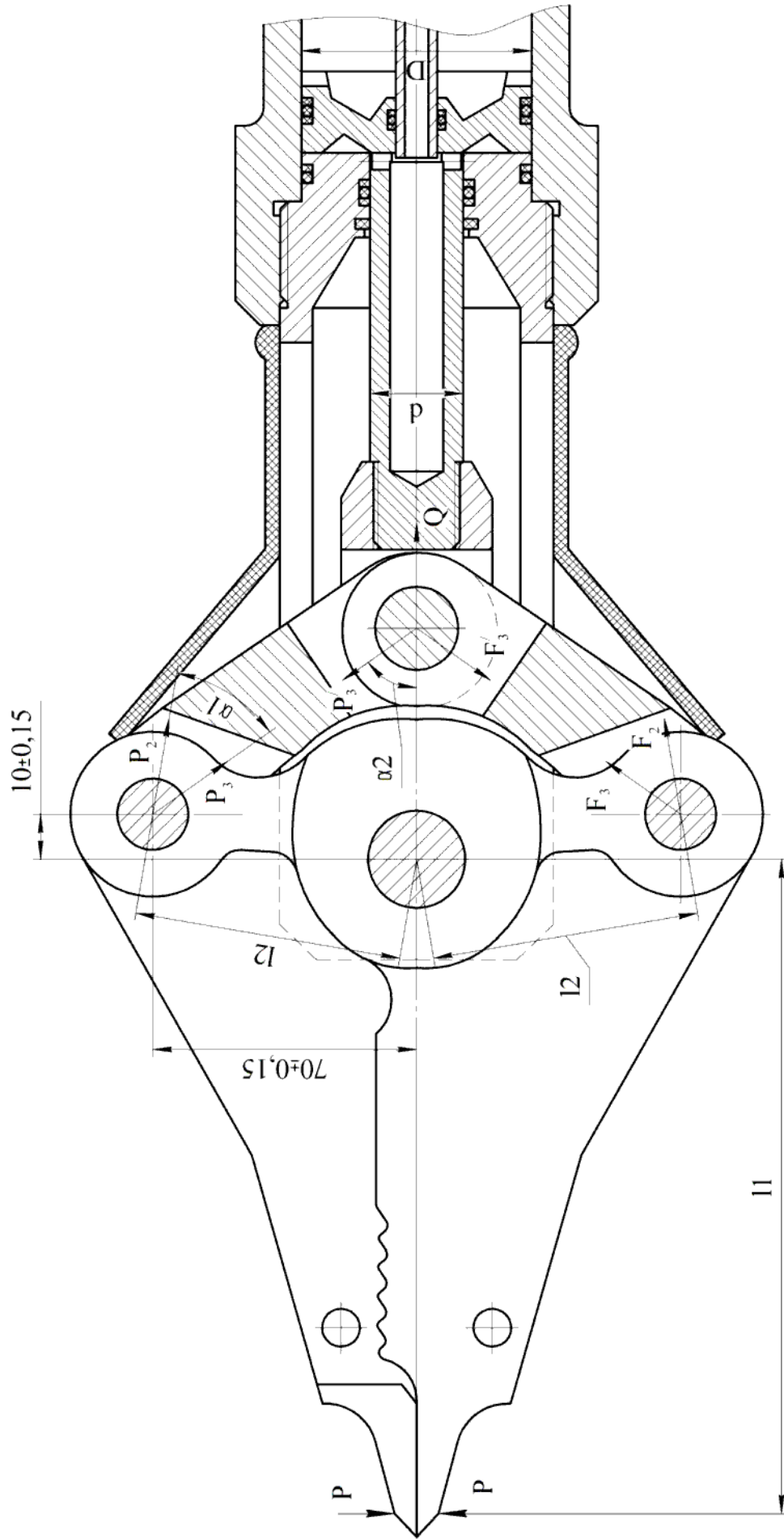


Рисунок 3.5 – Схема действия сил при сведении ножей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

Лист

28

где P – нагрузка, прикладываемая на ножи;

$l_1 = 175$ мм – максимальная длина от осей ножей до приложения внешней нагрузки.

Противостоит крутящему моменту момент создаваемый силами F_2 и P_2 , который можно определить по формуле

$$W_{кр} = (F_2 + P_2) \cdot l_2,$$

где l_2 – плечо от оси вращения ножей до точки приложения сил.

Определим плечо l_2 как гипотенузу прямоугольного треугольника по теореме Пифагора (данные см. на рисунке 3.5)

$$l_2 = \sqrt{69.85^2 + 9.85^2} = 70.54 \text{ мм}$$

Силы F_2 и P_2 равны силам F_3 и P_3 на косинус угла $\alpha_1 = 50^\circ$ между ними.

$$F_2 = F_3 \cdot \cos(\alpha_1) \text{ и } P_2 = P_3 \cdot \cos(\alpha_1)$$

Имеем момент $W_{кр} = (F_3 + P_3) \cdot l_2 \cdot \cos(\alpha_1)$ с одной стороны с другой стороны $W_{кр} = M_{кр}$. Подставив в эти формулы известные данные получаем

$$P = \frac{Q}{l_1 \cdot \cos(\alpha_2)} \cdot l_2 \cdot \cos(\alpha_1) = \frac{186924}{175 \cdot \cos(45)} \cdot 70.54 \cdot \cos(50) = 59120 \text{ Н}$$

Расчеты приведены без учета потерь на трение и допуска на выполнение поршня и гидроцилиндра, которые закладываются в размере 10-20%, от полученного значения. Следовательно, получаем

$$P_n = P \cdot 0.8 = 59120 \cdot 0.8 = 47296 \text{ Н}$$

Данные необходимые по техническим характеристикам 45 кН не менее, выполняются.

Жидкость, нагнетаемая гидронасосом при сжатии ножей (режим "Сжатия"), поступает в правую полость гидроцилиндра, создавая усилие Q_1 , которое можно определить по формуле

$$Q_1 = p \cdot S_1,$$

где $p = 80 \cdot 10^6$ Па – рабочее давление в гидросистеме;

S_1 – площадь на которую происходит давление.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$S_1 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d_1^2)}{4},$$

где $D = 60$ мм – диаметр поршня гидроцилиндра;

$d_1 = 10$ мм – диаметр трубки обеспечивающей подвод жидкости.

$$Q_1 = p \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d_1^2)}{4} = 80 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot [(60 \cdot 10^{-3})^2 - (10 \cdot 10^{-3})^2]}{4} = 219911 \text{ Н} \quad (1)$$

Рассмотрим действие сил при раскрытии ножей в соответствии с рисунком 3.6.

Силе Q_1 противостоят силы F'_3 и P'_3 , которые зависят от нагрузки, прилагаемой на ножи через силы F_3 и P_3 , следовательно

$$Q_1 = (F_3 + P_3) \cdot \cos(\alpha_2), \quad (2)$$

Крутящий момент, создаваемый внешней нагрузкой относительно оси вращения ножей можно определить по формуле

$$M_{кр} = P_1 \cdot l_1,$$

где P_1 – нагрузка прикладываемая на ножи;

$l_1 = 175$ мм – максимальная длина от осей ножей до приложения внешней нагрузки.

Противостоит крутящему моменту момент создаваемый силами F_2 и P_2 , который можно определить по формуле

$$W_{кр} = (F_2 + P_2) \cdot l_2,$$

где l_2 – плечо от оси вращения ножей до точки приложения сил.

Определим плечо l_2 как гипотенузу прямоугольного треугольника по теореме Пифагора

$$l_2 = \sqrt{70.15^2 + 10.15^2} = 70.88 \text{ мм}$$

Силы F_2 и P_2 равны силам F_3 и P_3 на косинус угла $\alpha_1 = 50^\circ$ между ними.

$$F_2 = F_3 \cdot \cos(\alpha_1) \text{ и } P_2 = P_3 \cdot \cos(\alpha_1).$$

Имеем момент $W_{кр} = (F_3 + P_3) \cdot l_2 \cdot \cos(\alpha_1)$ с одной стороны с другой стороны $W_{кр} = M_{кр}$. Подставив в эти формулы известные данные получим:

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.164.000 ПЗ					

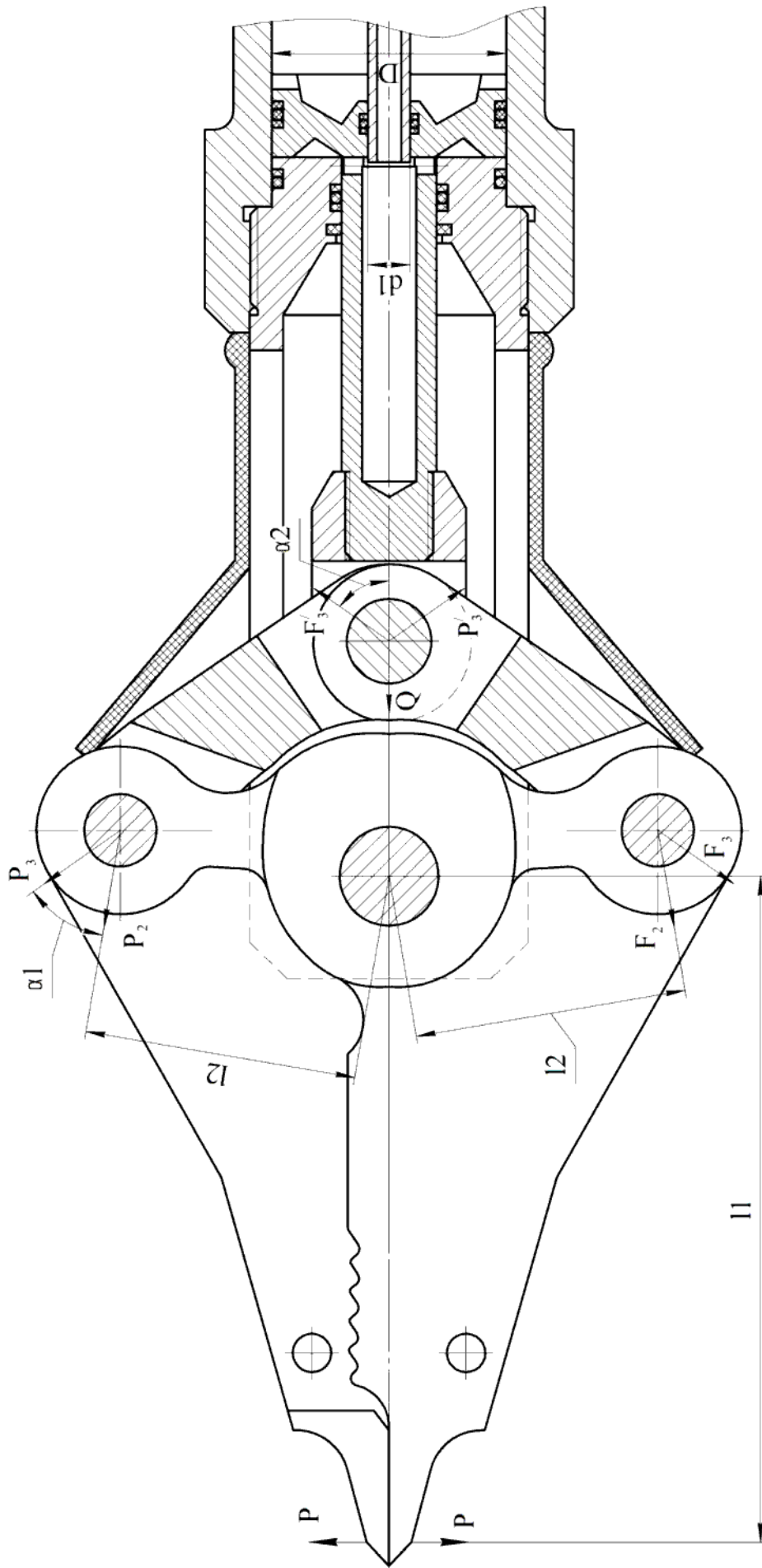


Рисунок 3.6 – Схема действия сил при раскрытии ножей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

$$P_1 = \frac{Q_1}{l_1 \cdot \cos(\alpha_2)} \cdot l_2 \cdot \cos(\alpha_1) = \frac{219911}{175 \cdot \cos(45)} \cdot 70,54 \cdot \cos(50) = 80580 \text{ Н} \quad (3)$$

Расчеты приведены без учета потерь на трение и допуска на выполнение поршня и гидроцилиндра, которые закладываются в размере 10-20%, от полученного значения. Следовательно, получаем

$$P_H = P \cdot 0,8 = 80580 \cdot 0,8 = 64464 \text{ Н}$$

Данные необходимые по техническим характеристикам 60 кН не менее, выполняются.

3.2.2 Проектирование детали «Вилка»

Деталь «Вилка» служит для передачи движения от поршня гидроцилиндра тягам, которые вращают ножи. Конструкция детали «Вилка» в соответствии с рисунком 3.7. Вилка принимает нагрузку со стороны ножей через шатуны и от поршня гидроцилиндра. Таким образом, мы видим, что данная деталь испытывает сложное нагружение несколькими силами. В пункте 3.2.1 были рассчитаны усилия расширения и сжатия, откуда видно, что при сжатии силы, действующие на вилку более высокие. Расчет будем вести при сжатии. Рассмотрим наиболее опасное сечение А-А в данной детали в соответствии с рисунком с рисунком 3.7.

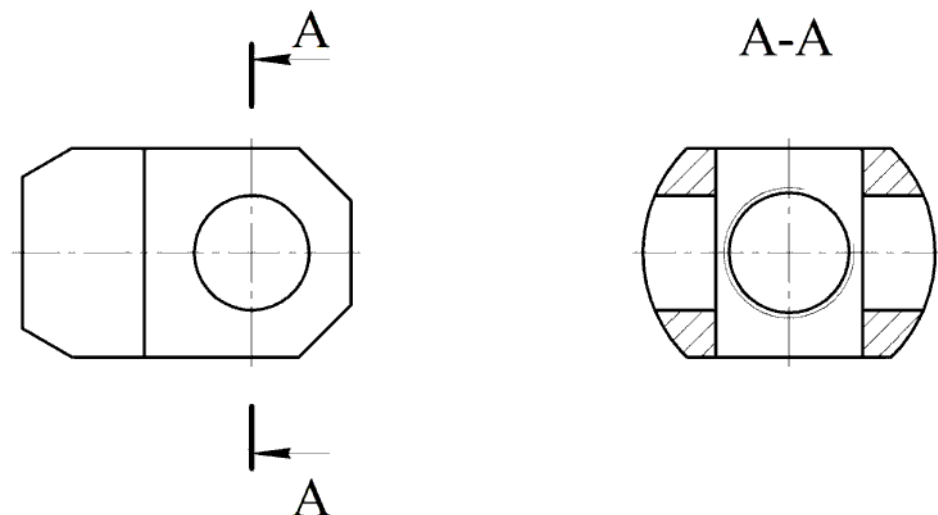


Рисунок 3.7 – Опасное сечение вилки

Площадь данного сечения определим с помощью программы «Компас», через функцию «измерить» в соответствии с рисунком 3.8.

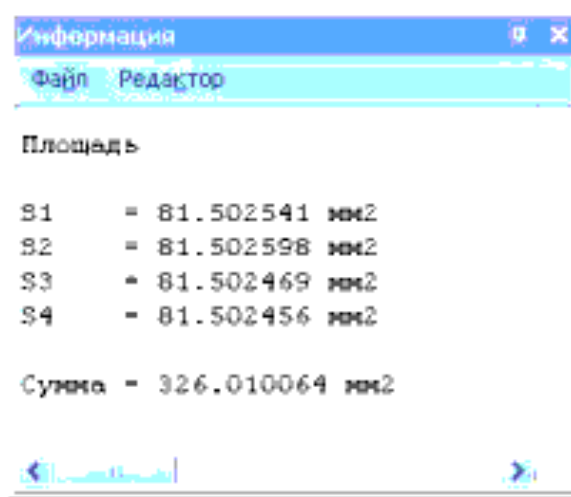


Рисунок 3.8 – Площадь сечения А-А

Рассмотрим действие сил на вилку (см. рисунок 3.6). Под действием сил Q , F_3 и P_3 , вилка испытывает сжатие, то есть возникает напряжение сжатия. Силы F_3 и P_3 теоретически равны, но из-за погрешностей изготовления плечи могут изменяться, что приведет к разности значений сил F_3 и P_3 и создаст изгибающий момент, который создаст напряжения изгиба. Плечом изгибающего момента будет максимальный зазор между посадочными местами шатунов, вилки и пальца равный $L=0,082$ мм. Шатуны, устанавливаемые в вилку, изготавливаются с размером 14. Так на одной оси устанавливаются два шатуна и силы F_3 и P_3 приложенные к шатунам разнонаправлены, то они создают крутящий момент с плечами равными половине ширины шатуна $L_1=7$ мм. Определив все действующие силы и напряжения, мы видим, что вилка испытывает сложное напряжение. Приведенные напряжения при расчете на прочность при совместном кручении, изгибе и растяжении определяется по формуле

$$\sigma_{сж} = \frac{\sigma_{сж}}{2} + \sqrt{\frac{\sigma_{из}^2}{2} + \tau^2},$$

где $\sigma_{сж}$ – напряжение при сжатии;

$\sigma_{из}$ – напряжения при изгибе;

τ – напряжения при кручении.

Напряжение сжатия определяется как сила действующая на тело, разделенное на площадь поперечного сечения

$$\sigma_{сж} = \frac{N}{F},$$

где $Q = 219911 \text{ Н}$ – сила, действующая при сжатии;
 $F = 326,01 \text{ мм}^2$ – площадь поперечного сечения.

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{219911}{326,01 \cdot 10^{-6}} = 674,55 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Напряжение при изгибе определяется, как изгибающий момент поделить на момент сопротивления, зависящий от формы и размеров сечения

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{M}{W},$$

где M – изгибающий момент;
 W – момент сопротивления.

$$M = (F_3 \cdot \sin(\alpha_2) - P_3 \cdot \sin(\alpha_2)) \cdot L$$

Силы F_3 и P_3 определим из формул (1) и (2):

$$F_3 = P_3 = \frac{P_1}{l_2 \cdot \cos(\alpha_2)} \cdot l_1 \cdot \cos(\alpha_1)$$

Теоретически эти силы равны. Допуск длины приложения силы P_1 $l_1=175_{-5}$. Длина l_2 зависит от размеров $70 \pm 0,15$ и $10 \pm 0,15$. Разность длин приведет к разности сил F_3 и P_3 .

$$P_3 = \frac{P_1}{l_{2\text{max}} \cdot \cos(\alpha_2)} \cdot l_{1\text{min}} \cdot \cos(\alpha_1),$$

$$F_3 = \frac{P_1}{l_{2\text{min}} \cdot \cos(\alpha_2)} \cdot l_{1\text{max}} \cdot \cos(\alpha_1),$$

где $P_1 = 60000 \text{ Н}$ – максимальная нагрузка при сжатии;
 $l_{1\text{max}} = 175 \text{ мм}$ – максимальная длина приложения внешней нагрузки;
 $l_{1\text{min}} = 170 \text{ мм}$ – минимальная длина приложения внешней нагрузки;
 $l_{2\text{max}}$ – плечо приложения силы P_3 ;
 $l_{2\text{min}}$ – плечо приложения силы F_3 .

$$l_{2\text{min}} = \sqrt{69,85^2 + 9,85^2} = 70,54 \text{ мм}$$

$$l_{2\text{max}} = \sqrt{70,15^2 + 10,15^2} = 70,88 \text{ мм}$$

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$F_3 = \frac{60000}{70,54 \cdot \cos(45)} \cdot 175 \cdot \cos(50) = 135300 \text{ Н}$$

$$P_3 = \frac{60000}{70,88 \cdot \cos(45)} \cdot 170 \cdot \cos(50) = 130800 \text{ Н}$$

$$M = (135300 - 130800) \cdot \sin(45^\circ) \cdot 0,082 \cdot 10^{-3} = 260,88 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Определим момент сопротивления как сумму простых тел в соответствии с рисунком 3.9.

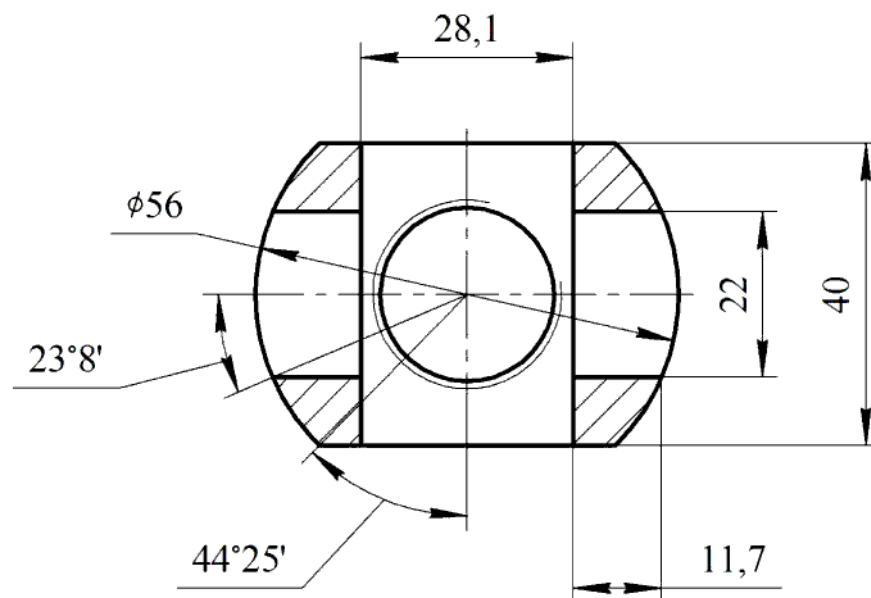


Рисунок 3.9 – Размеры опасного сечения

Момент сопротивления сплошного круга равен

$$W = \frac{\pi \cdot D^3}{32},$$

где $D = 56$ мм – диаметр цилиндра.

$$W = \frac{\pi \cdot 56^3}{32} = 17241,06 \text{ мм}^3$$

Момент сопротивления первого прямоугольника равен

$$W_2 = \frac{b \cdot h^2}{6},$$

где $b = 28,1$ мм – ширина прямоугольника;
 $h = 40$ мм – высота прямоугольника.

$$W_2 = \frac{28,1 \cdot 40^2}{6} = 7493,33 \text{ мм}^3$$

Момент сопротивления второго прямоугольника равен:

$$W_3 = \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6},$$

где $b_1 = 11,7$ мм – ширина прямоугольника;
 $h_1 = 22$ мм – высота прямоугольника.

$$W_3 = \frac{11,7 \cdot 22^2}{6} = 943,8 \text{ мм}^3$$

Момент сопротивления первого сегмента равен

$$W_4 = \frac{3R^3}{16} \cdot \frac{\sin^3 \alpha}{2\alpha - \sin^2 2\alpha} \cdot \left[1 + \frac{2\sin^3 \alpha \cdot \cos \alpha}{\alpha - \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha} \right],$$

где $R = 28$ – радиус сегмента;
 $\alpha = 44^\circ 25'$ – половина угла сегмента.

$$W_4 = \frac{3 \cdot 28^3}{16} \cdot \frac{\sin^3 44,42}{2 \cdot 44,42 - \sin^2(2 \cdot 44,42)} \cdot \left[1 + \frac{2 \sin^3(44,42) \cdot \cos(44,42)}{44,42 - \sin(2 \cdot 44,42) \cdot \cos(2 \cdot 44,42)} \right]$$

$$W_4 = 47,365 \text{ мм}^3$$

Момент сопротивления второго сегмента равен

$$W_5 = \frac{3R^3}{16} \cdot \frac{\sin^3 \alpha_1}{2\alpha_1 - \sin^2 2\alpha_1} \cdot \left[1 + \frac{2\sin^3 \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1}{\alpha_1 - \sin 2\alpha_1 \cdot \cos 2\alpha_1} \right],$$

где $R = 28$ – радиус сегмента;
 $\alpha_1 = 23^\circ 8'$ – половина угла сегмента.

$$W_5 = \frac{3 \cdot 28^3}{16} \cdot \frac{\sin^3 23,13}{2 \cdot 23,13 - \sin^2(2 \cdot 23,13)} \cdot \left[1 + \frac{2 \sin^3(23,13) \cdot \cos(23,13)}{23,13 - \sin(2 \cdot 23,13) \cdot \cos(2 \cdot 23,13)} \right]$$

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$W_5=28,36 \text{ мм}^3$$

В результате получаем:

$$W=W_1 - W_2 - 2 \cdot W_3 - 2 \cdot W_4 - 2 \cdot W_5$$

$$W=17241,06-7493,33-2 \cdot 943,8-2 \cdot 47,365-2 \cdot 28,36= 7,709 \cdot 10^3 \text{ мм}^3 = 7,709 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{260,88 \cdot 10^{-3}}{7,709 \cdot 10^{-6}} = 3,384 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Напряжение при кручении определяется, как изгибающий момент поделить на момент сопротивления, зависящий от формы и размеров сечения.

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W},$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент;

W – момент сопротивления.

Крутящий момент образуется силами F_3 и P_3 и он равен

$$M_{\text{кр}} = (F_3 + P_3) \cdot \sin(\alpha_2) \cdot L_1,$$

где $L_1=7 \cdot 10^{-3}$ – плечо сил.

$$M_{\text{кр}} = (135300+130800) \cdot \sin(45^\circ) \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\tau = \frac{1,3 \cdot 10^3}{7,709 \cdot 10^{-4}} = 168,34 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Приведенные напряжения при расчете на прочность при совместном кручении, изгибе и растяжении равно:

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{674,55 \cdot 10^6}{2} + \sqrt{\frac{(3,384 \cdot 10^4)^2}{2} + (168,34 \cdot 10^6)^2} = 505,6 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 505,6 \text{ МПа}$$

Предельное напряжение должно быть меньше напряжения выбранного материала и определяется по формуле

$$\sigma_{\text{пред}} = \sigma_{\text{пр}} \cdot n,$$

где $n = 2,0$ – коэффициент запаса прочности [2, с.537].

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$\sigma_{\text{пред}} = 505,6 \cdot 2,0 = 1011,2 \text{ МПа}$$

Материал вилки, которая применялась в комбинированных ножницах с ручным гидронасосом КНР-75 Сталь 30ХГСН2А по ГОСТ 4543-71. Временный предел сопротивления данной стали равен 1620 МПа, что подходит согласно расчетов и для данной вилки.

3.2.3 Проектирование детали «Поршень»

Конструкцию поршня примем из ножниц МКГ-80 производства ПАО «Агрегат» с изменением длины поршня, связанной с разной кинематикой ножниц. Предполагаемая конструкция поршня в соответствии с рисунком 3.10. Поршень принимает нагрузку со стороны ножей через шатуны и вилку и испытывает усилие давления от гидроцилиндра. Таким образом, мы видим, что данная деталь испытывает сложное нагружение несколькими силами. В пункте 3.2.1 были рассчитаны усилия расширения и сжатия, откуда видно, что при сжатии силы, действующие на вилку, более высокие и в этом случае вылет поршня максимальный, т.е. напряжения будут максимальными. Расчет будем вести при сжатии.

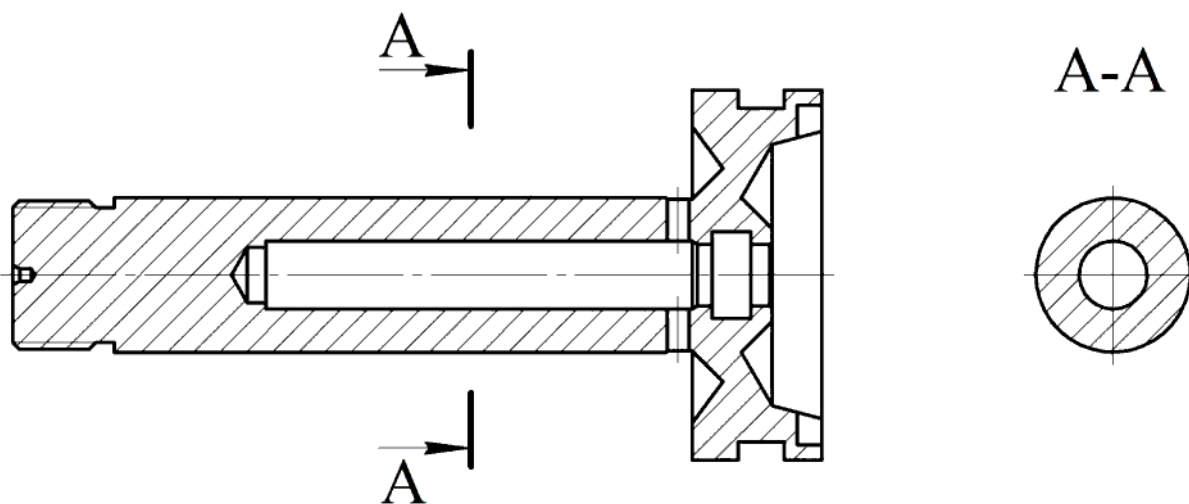


Рисунок 3.10 – Конструкция поршня и опасное сечение

Рассмотрим действие сил на вилку (см. рисунок 3.6). Под действием сил Q , F_3 и P_3 , поршень испытывает сжатие, то есть возникает напряжение сжатия. Силы F_3 и P_3 теоретически равны, но из-за погрешностей изготовления плечи могут изменяться, что приведет к разности значений сил F_3 и P_3 и создаст изгибающий момент, который создаст напряжение изгиба. Плечом изгибающего момента будет расстояние от места заделки поршня до приложения сил, и оно равно $L=103$ мм. Шатуны, устанавливаемые в вилку,

изготавливаются с размером 14. Так на одной оси устанавливаются два шатуна и силы F_3 и P_3 приложенные к шатунам разнонаправлены, то они создают крутящий момент с плечами равными половине ширины шатуна $L_1=7\text{мм}$. Определив все действующие силы и напряжения, мы видим, что поршень испытывает сложное напряжение. Приведенные напряжения при расчете на прочность при совместном кручении, изгибе и растяжении определяется по формуле

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{\sigma_{\text{сж.}}}{2} + \sqrt{\frac{\sigma_{\text{из}}^2}{2} + \tau^2},$$

где $\sigma_{\text{сж}}$ – напряжение при сжатии;

$\sigma_{\text{из}}$ – напряжения при изгибе;

τ – напряжения при кручении.

Напряжение сжатия определяется как сила, действующая на тело, разделенное на площадь поперечного сечения

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{N}{F},$$

где $N = Q = 219911 \text{ Н}$ – сила, действующая при сжатии;

F – площадь поперечного сечения.

$$F = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4},$$

где $D = 25 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$ – наружный диаметр поршня в сечении А-А;

$d = 11 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$ – внутренний диаметр поршня в сечении А-А.

$$F = \frac{3,14 \cdot ((25 \cdot 10^{-3})^2 - (11 \cdot 10^{-3})^2)}{4} = 395,84 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{219911}{395,84 \cdot 10^{-6}} = 555,56 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Напряжение при изгибе определяется, как изгибающий момент поделить на момент сопротивления, зависящий от формы и размеров сечения

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{M}{W},$$

где M – изгибающий момент;

W – момент сопротивления.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$M = (F_3 \cdot \sin(\alpha_2) - P_3 \cdot \sin(\alpha_2)) \cdot L$$

Силы F_3 и P_3 определим из формул (1) и (2)

$$F_3 = P_3 = \frac{P_1}{l_2 \cdot \cos(\alpha_2)} \cdot l_1 \cdot \cos(\alpha_1)$$

Теоретически эти силы равны. Допуск длины приложения силы P_1 $l_1=175_{-5}$. Длина l_2 зависит от размеров $70 \pm 0,15$ и $10 \pm 0,15$. Разность длин приведет к разности сил F_3 и P_3 .

$$P_3 = \frac{P_1}{l_{2\max} \cdot \cos(\alpha_2)} \cdot l_{1\min} \cdot \cos(\alpha_1),$$

$$F_3 = \frac{P_1}{l_{2\min} \cdot \cos(\alpha_2)} \cdot l_{1\max} \cdot \cos(\alpha_1),$$

где $P_1 = 45000$ Н – максимальная нагрузка при раскрытых ножах;
 $l_{1\max} = 175$ мм – максимальная длина приложения внешней нагрузки;
 $l_{1\min} = 170$ мм – минимальная длина приложения внешней нагрузки;
 $l_{2\max}$ – плечо приложения силы P_3 ;
 $l_{2\min}$ – плечо приложения силы F_3 .

$$l_{2\min} = \sqrt{69,85^2 + 9,85^2} = 70,54 \text{ мм}$$

$$l_{2\max} = \sqrt{70,15^2 + 10,15^2} = 70,88 \text{ мм}$$

$$F_3 = \frac{60000}{70,54 \cdot \cos(45)} \cdot 175 \cdot \cos(50) = 135300 \text{ Н}$$

$$P_3 = \frac{60000}{70,88 \cdot \cos(45)} \cdot 170 \cdot \cos(50) = 130800 \text{ Н}$$

$$M = (135300 - 130800) \cdot \sin(45^\circ) \cdot 103 \cdot 10^{-3} = 327,74 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Определим момент сопротивления полого круглого сечения

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{16 \cdot D}$$

$$W = \frac{\pi \cdot ((25 \cdot 10^{-3})^4 - (11 \cdot 10^{-3})^4)}{16 \cdot 25 \cdot 10^{-3}} = 2,95 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{327,74}{2,95 \cdot 10^{-6}} = 111,098 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Напряжения при кручении определяется, как изгибающий момент поделить на момент сопротивления, зависящий от формы и размеров сечения.

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W},$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент;
 W – момент сопротивления.

Крутящий момент образуется силами F_3 и P_3 . и он равен

$$M_{\text{кр}} = (F_3 + P_3) \cdot \sin(\alpha_2) \cdot L_1,$$

где $L_1 = 7 \cdot 10^{-3}$ – плечо сил.

$$M_{\text{кр}} = (135300 + 130800) \cdot \sin(45^\circ) \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\tau = \frac{1,3 \cdot 10^3}{2,95 \cdot 10^{-6}} = 440,67 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Приведенные напряжения при расчете на прочность при совместном кручении, изгибе и растяжение равно

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{555,56 \cdot 10^6}{2} + \sqrt{\frac{(111,098 \cdot 10^6)^2}{2} + (440,67 \cdot 10^6)^2} = 725,4 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 625,4 \text{ МПа}$$

Предельное напряжение должно быть меньше напряжения выбранного материала и определяется по формуле

$$\sigma_{\text{пред}} = \sigma_{\text{пр}} \cdot n,$$

где $n = 2,0$ – коэффициент запаса прочности [2, с.537]

$$\sigma_{\text{пред}} = 725,4 \cdot 10^6 \cdot 2,0 = 1450,8 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Материал поршня, который применялся в комби-ножницах КНР-75 Сталь 30ХГСН2А по ГОСТ 4543-71. Временный предел сопротивления данной

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

стали равен 1620 МПа, что подходит согласно расчетов и для данного поршня.

3.2.4 Проектирование электрогидронасоса

Основное требование к насосу электрогидропривода – это создание необходимого давления. Проект насоса электрогидропривода в соответствии с рисунком 3.11.

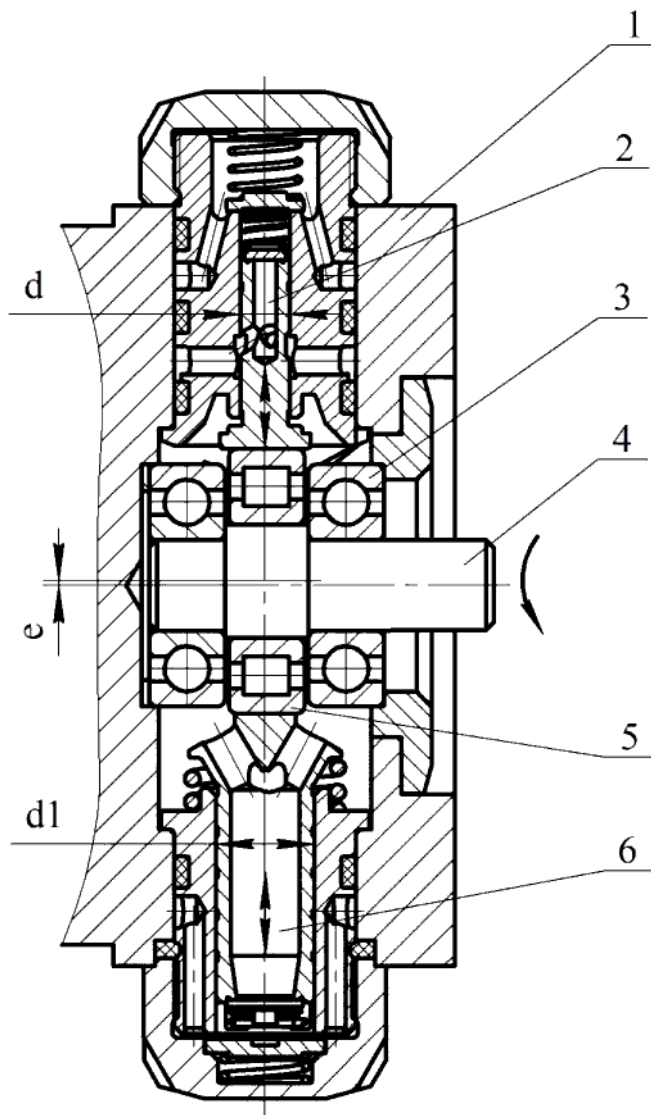


Рисунок 3.11 – Проект насоса электрогидропривода:

- 1 – корпус гидроблока; 2 – узел нагнетания 2-ой ступени;
- 3 – опорные подшипники; 4 – эксцентриковый вал; 5 – подшипник эксцентрика; 6 – узел нагнетания 1-ой ступени

При работе ножниц, в электрогидронасосе возникает два давления – это давление первой ступени, которое отключается при определенном усилии на

эксцентриковом валу, и давление второй ступени, которое создает максимальное давление в гидросистеме. Из рисунка 3.11 видно, что усилие на эксцентриковом валу зависит от диаметров плунжеров, так как максимальное давление в гидросистеме постоянно и равно 80^{+9} МПа. Конструктивно принимаем диаметр плунжера второй ступени $\varnothing 6,5$ мм. Определим усилие создаваемое плунжером второй ступени по формуле

$$W = p \cdot S,$$

где $p = 89 \cdot 10^6$ Па – рабочее давление в гидросистеме;
 S – площадь, на которую происходит давление.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

где $d = 6,5 \cdot 10^{-3}$ м – диаметр поршня гидроцилиндра.

$$W = p \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 89 \cdot 10^6 \frac{3,14 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 2,953 \cdot 10^3 \text{ Н} \quad (4)$$

Рассмотрим действие сил на круглый эксцентрик в соответствии с рисунком 3.12. Линия эксцентриситета kn делит эксцентрик на две симметричные половины, состоящие как бы из двух клиньев, накрунутых на «начальную окружность» эксцентрика (показана пунктиром). Максимальное усилие возникает на участке mn нижнего клина.

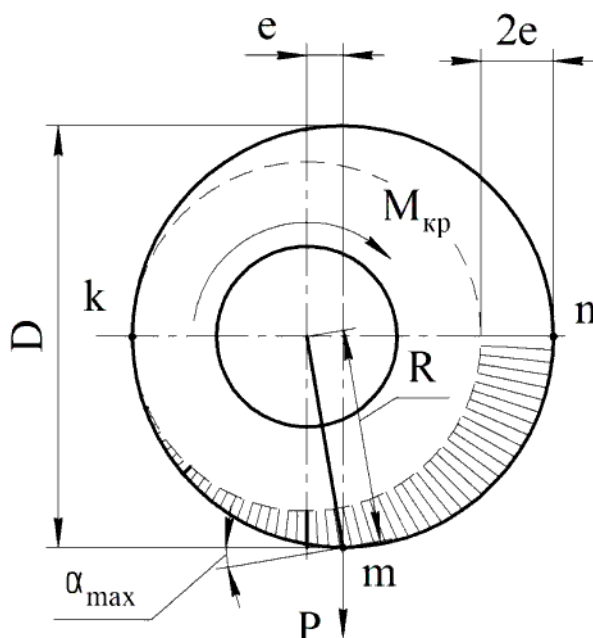


Рисунок 3.12 – Действие сил на круглый эксцентрик

Рассматривая механизм как комбинированный, состоящий из рычага с плечом и крутящего момента, приложенного на эксцентриковый вал, и клина с трением на двух поверхностях получим силовые зависимости:

$$M_{кр} = P \cdot R_{cp} \cdot (\operatorname{tg}(\alpha_{cp} + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (5)$$

где $P = W = 2,953 \cdot 10^3$ – усилие создаваемое плунжером;

R_{cp} – среднее значение радиуса, проведенного из центра вращения эксцентрика;

α_{cp} – средний угол подъема эксцентрика в точках приложения сил;

$\varphi_1 = \varphi_2 = 5,717^\circ$ – углы трения скольжения в точке приложения сил и на оси эксцентрика.

Значения R_{cp} и α_{cp} находим путем следующих рассуждений. Радиус R при вращении вала может изменяться в пределах

$$R_{\min} = \frac{D}{2} \quad \text{и} \quad R_{\max} = \frac{D}{2} + e$$

где $D = 35$ мм – диаметр эксцентрика;

$e = 0,5$ мм – эксцентриситет.

Отсюда получаем

$$R_{cp} = \frac{D+e}{2} = \frac{35+1}{2} = 18 \text{ мм} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Угол α подъема эксцентрика может изменяться от $\alpha_{\max} = 1,637^\circ$ до $\alpha_{\min} = 0$, следовательно

$$\alpha_{cp} = \frac{\alpha_{\max} + \alpha_{\min}}{2} = \frac{1,637 + 0}{2} = 0,8185^\circ$$

В результате крутящий момент равен

$$M_{кр} = 2,953 \cdot 10^3 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot (\operatorname{tg}(0,8185^\circ + 5,717^\circ) + \operatorname{tg} 5,717^\circ) = 11,252 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Конструктивно примем диаметр плунжера первой ступени $\varnothing 13$ мм. Для уменьшения нагрузки на двигатель привода в конструкции предусмотрен отключатель первой ступени, который настроен на определенное давление. Определим величину данного давления из формул (4) и (5). Получаем:

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$p_1 = \frac{4 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot d_1^2 \cdot R_{ср} \cdot (\operatorname{tg}(\alpha_{ср} + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2)},$$

где $d_1 = 13 \cdot 10^{-3}$ м – диаметр плунжера первой ступени.

$$p_1 = \frac{4 \cdot 11,252}{3,14 \cdot (13 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot (\operatorname{tg}(0,8185^\circ + 5,717^\circ) + \operatorname{tg} 5,717^\circ)} = 22,25 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Давление, на которое будет настраиваться отключатель первой ступени, примем равным 20^{+2} МПа.

3.2.5 Расчет производительности электрогидропривода

Из произведенных выше расчетов электродвигатель необходимый для привода должен иметь наименьший габарит при крутящем моменте более 11,252 Н·м. На основании этих данных выбираем планетарный бесколлекторный мотор-редуктор IG-90WGM. Габаритные и присоединительные размеры мотор-редуктора в соответствии с рисунком 3.13, а технические данные приведены ниже:

Крутящий момент, Н·м.....	12,5
Напряжения питания, В.....	24
Номинальное число оборотов, об/мин.....	800
Номинальный ток, А.....	6

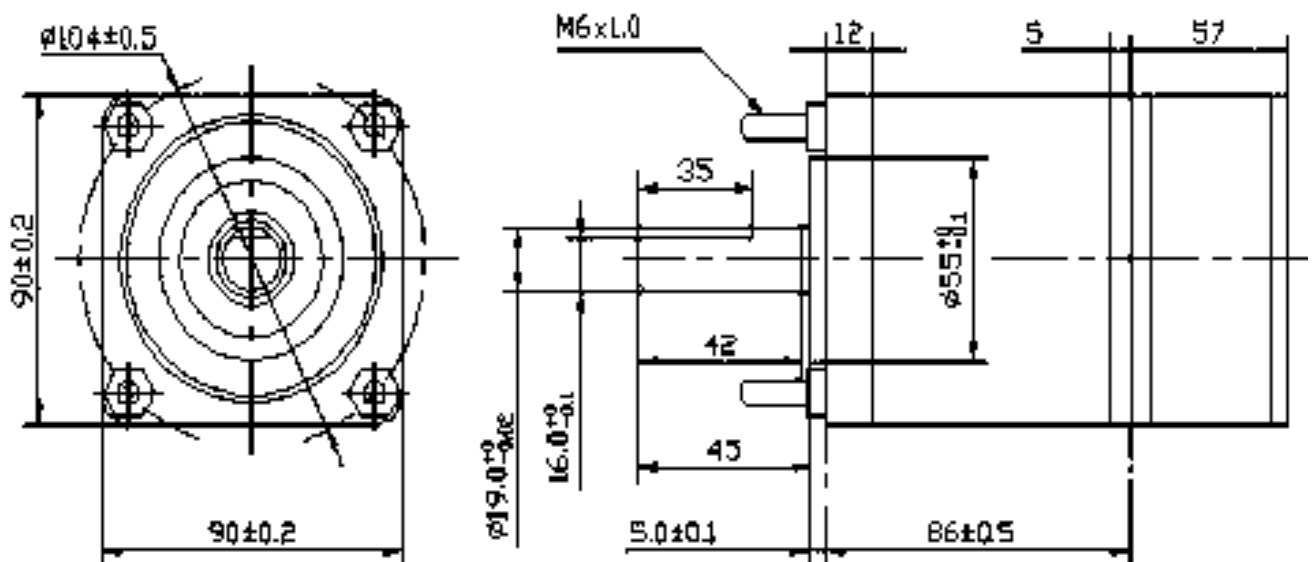


Рисунок 3.13 – Габаритные и присоединительные размеры планетарного бесколлекторного мотор-редуктора IG-90WGM

Для питания электродвигателя выбираем батарею Li-iona 24V 6Ah для электроинструмента. Габаритные и присоединительные размеры в соответствии с рисунком 3.14, а технические данные приведены ниже:

Напряжения питания, В.....	24
Номинальный ток, А.....	6
Время работы, мин.....	60

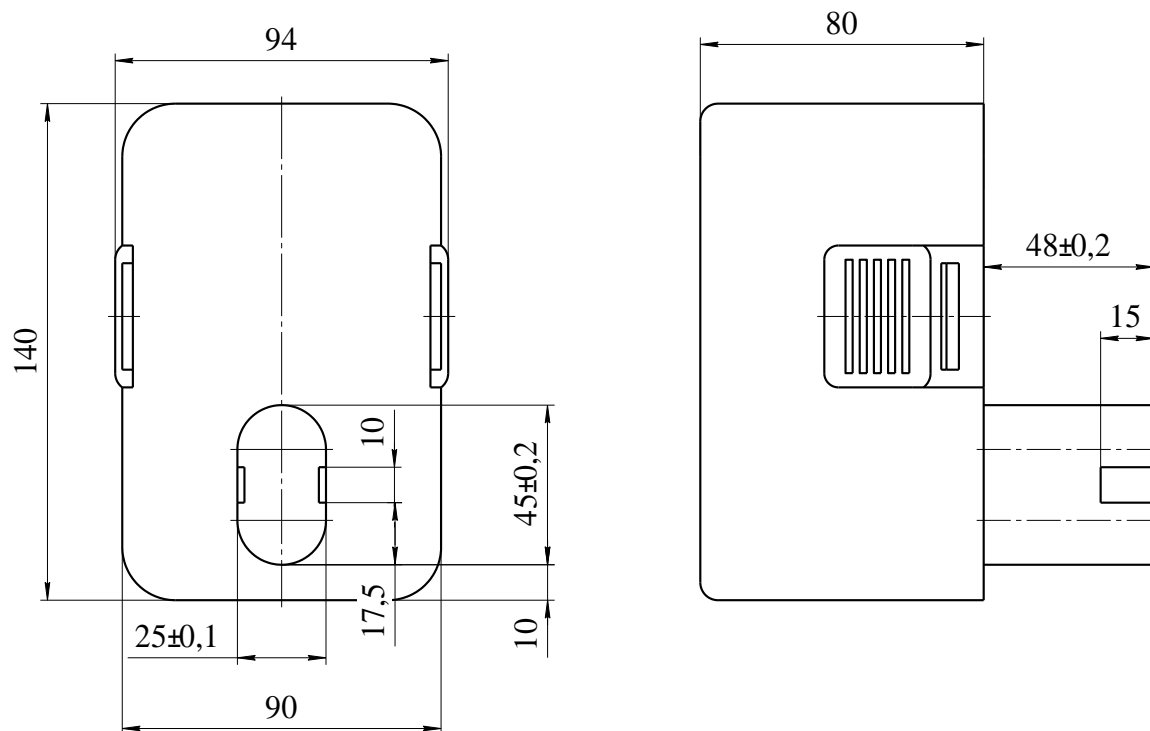


Рисунок 3.14 – Габаритные и присоединительные размеры батареи Li-iona 24V 6Ah для электроинструмента

Согласно технических данных на аналогичный инструмент одним из требований является время перемещения ножей на раскрытие без нагрузки и под нагрузкой 50 кН на расстоянии 120^{+10} мм от оси ножей. Рассмотрим гидроцилиндр. Жидкость от электрогидронасоса поступает в правую и левую полость гидроцилиндра, но в правой полости диаметр трубки меньше чем в левой полости, что соответственно приводит к большему объему полости. Рассчитав на заполнение большего объема, данные по меньшему объему будут ниже. В дальнейшем все расчеты ведем по правой полости.

Рассчитаем первоначально время перемещения без нагрузки. Без нагрузки работает первая и вторая ступень электрогидронасоса. В результате работы возникают силы трения поверхностей деталей, силы гидравлического сопротивления и сжимаемость жидкости, которые создают некоторое дополнительное усилие. Расчет будем проводить в идеальном состоянии с вводом коэффициента $\eta=0,85$, учитывающего потери на трение и гидросопротивление.

Объем необходимый заполнить равен

$$V = S_2 \cdot h_2,$$

где $h_2 = 60$ мм – ход поршня гидроцилиндра;

S_2 – площадь рабочей поверхности поршня в правой полости.

$$S_2 = \frac{\pi \cdot (D_1^2 - d_1^2)}{4},$$

где $D_1 = 60$ мм – диаметр поршня гидроцилиндра;

$d_1 = 10$ мм – диаметр трубки обеспечивающей подвод жидкости.

$$V = \frac{\pi \cdot (D_1^2 - d_1^2)}{4} \cdot h_2 = \frac{3.14 \cdot (60^2 - 10^2)}{4} \cdot 60 = 159933 \text{ мм}^3$$

Объем нагнетаемый электрогидронасосом за один оборот двигателя при работе первой и второй ступени равен

$$V_1 = S_1 \cdot h_1,$$

где $h_1 = 2e = 2$ мм – ход поршня электрогидронасоса;

S_1 – площадь рабочей поверхности гидронасоса при работе первой и второй ступени.

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} + \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

где $D = 13$ мм – диаметр поршня первой ступени;

$d = 6,5$ мм – диаметр поршня второй ступени.

$$V_1 = \frac{\pi \cdot (D^2 + d^2)}{4} \cdot h_1 = \frac{3.14 \cdot (13^2 + 6,5^2)}{4} \cdot 2 = 332 \text{ мм}^3$$

Количество оборотов $n_{и}$, необходимых для заполнения при идеальном состоянии гидроцилиндра, определяется как частное объемов гидроцилиндра и гидронасоса

$$n_{и} = \frac{V}{V_1} = \frac{159933}{332} = 482 \text{ об}$$

Фактическое количество оборотов n

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$n = \frac{n_{и}}{\eta} = \frac{482}{0,85} = 567 \text{ об}$$

Время необходимое для раскрытия ножей без нагрузки определится по формуле

$$t = \frac{n}{n_{дв}} = \frac{567}{800} = 0,71 \text{ мин} = 42,6 \text{ с}$$

С нагрузкой работает первая и вторая ступень гидронасоса до достижения давления 20 МПа. Выше давления 20 МПа происходит отключение первой ступени и работает вторая ступень. В результате работы возникают силы трения поверхностей деталей, силы гидравлического сопротивления и сжимаемость жидкости, которые создают некоторое дополнительное усилие. Расчет будем проводить в идеальном состоянии с вводом коэффициента $\eta=0,85$, учитывающего потери на трение и гидросопротивление. Из формул (1) и (2) определим давление необходимое для преодоления усилия в 50 кН

$$p = \frac{4 \cdot P_1 \cdot l_1 \cdot \cos(\alpha_2)}{\pi \cdot l_2 \cdot (D_1^2 - d_1^2) \cdot \cos(\alpha_1)},$$

где $P_1=50000 \text{ Н}$ – прилагаемая нагрузка;

$l_1=130 \text{ мм}$ – плечо приложения нагрузки;

$l_2=70,54 \text{ мм}$ – плечо приложения силы P_3 ;

$D_1= 60 \text{ мм}$ – диаметр гидроцилиндра;

$d_1=10 \text{ мм}$ – диаметр трубки;

$\alpha_1=50^\circ$ и $\alpha_2=45^\circ$ – углы приложения сил.

$$p = \frac{4 \cdot 50000 \cdot 130 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(45)}{3,14 \cdot 70,54 \cdot 10^{-3} \cdot ((60 \cdot 10^{-3})^2 - (10 \cdot 10^{-3})^2) \cdot \cos(50)} = 36,875 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Давление при данной нагрузке выше давления отключения первой ступени, следовательно, работает только вторая ступень. Объем нагнетаемый электрогидронасосом за один оборот двигателя при работе второй ступени равен:

$$V_2 = S_2 \cdot h_1,$$

где $h_1 = 2e = 2 \text{ мм}$ – ход поршня электрогидронасоса;

S_2 – площадь рабочей поверхности гидронасоса при работе второй ступени.

$$S_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

где $d = 6,5$ мм – диаметр поршня второй ступени.

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{3,14 \cdot 6,5^2}{4} \cdot 2 = 66,32 \text{ мм}^2$$

Количество оборотов $n_{2и}$, необходимых для заполнения при идеальном состоянии гидроцилиндра, определяется как частное объемов гидроцилиндра и гидронасоса

$$n_{2и} = \frac{V}{V_1} = \frac{159933}{66,32} = 2412 \text{ об}$$

Фактическое количество оборотов n_2

$$n_2 = \frac{n_{2и}}{\eta} = \frac{2412}{0,85} = 2838 \text{ об}$$

Время необходимое для раскрытия ножей без нагрузки определится по формуле

$$t = \frac{n}{n_{дв}} = \frac{2838}{800} = 3,55 \text{ мин} = 3 \text{ мин } 35 \text{ с}$$

3.2.6 Проектирование узла рукоятки

Существующие комбинированные ножницы автономные КНР-75 имеют серийную ручку, которая сваривается из трубы и планки с последующим запеканием резиновой смеси на трубу. Для уменьшения затрат произведем разработку узла рукоятки на основе существующей серийной ручки. Произведём доработку серийной ручки под светодиоды DFL-5013UWW-6 в количестве четырех штук. В качестве отражателя будем использовать гайку крепления диода, поэтому выбираем материал гайки сталь 12Х18Н10Т, с выполнением внутренней части в виде конуса и выполнением электрополировки после механической обработки для улучшения отражения. Фиксирующим элементом диода в ручке будет вкладыш из фторопласта, он обеспечивает необходимую изоляцию. Для изоляции в месте припоя проводов используем термоусадочные трубки. Конструкция крепления светодиодов в соответствии с рисунком 3.15.

Светодиоду для работы требуется около 3,6 вольт, поэтому для преобразования напряжения с 1,5 вольт батарейки используют специальные платы преобразователи. Так как базовое предприятие не имеет оборудование для изготовления данных плат, предлагаю взять плату с фонарика. Для этих

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

целей наиболее подходит светодиодный фонарик товарной марки "Яркий луч" модель Т1-EAN код: 4606400104605. Кроме того с данного фонарика можно применить кнопку включения, чехол кнопки включения и держатель платы. Все элементы будут соединяться проводами марки ПГТФ 0,2 ТУ 16-505.185-71. Для установки элементов фонарика и элемента питания в ручке делается расточка. С другой стороны на ручку устанавливается заглушка, под которую предлагаю закладывать запасной элемент питания. Конструкция узла рукоятки в соответствии с рисунком 3.16.

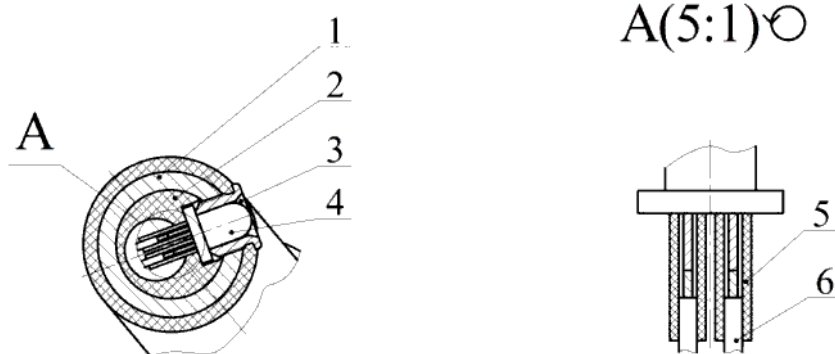


Рисунок 3.15 – Конструкция крепления светодиодов:
 1 – ручка; 2 – вкладыш; 3 – гайка отражатель; 4 – светодиод DFL-5013UWW-6; 5 – термоусадочная трубка; 6 – провода

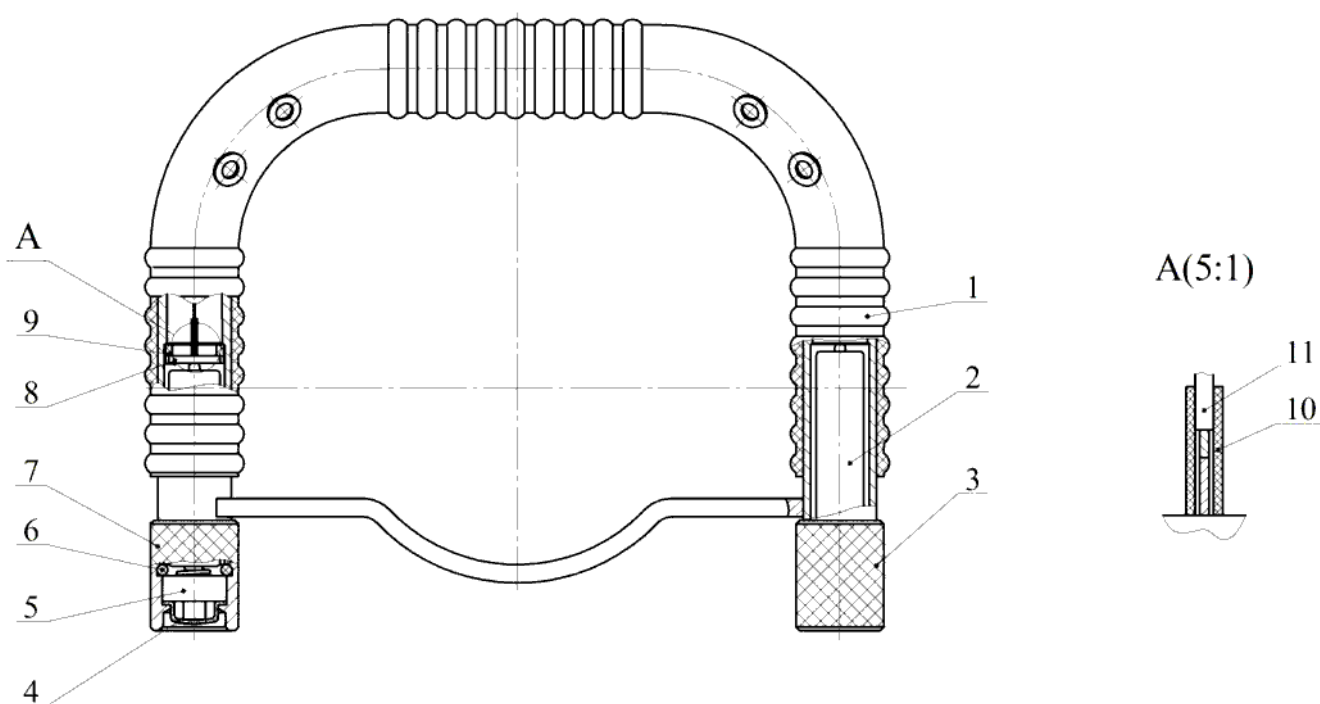


Рисунок 3.16 – Конструкция узла рукоятки:
 1 – ручка; 2 – элемент питания; 3 – заглушка; 4 – чехол; 5 – кнопка;
 6 – уплотнительное кольцо; 7 – корпус кнопки; 8 – плата;
 9 – держатель платы; 10 – термоусадочная трубка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

Лист

50

3.3 Проектирование корпуса гидроблока

В проектируемом корпусе гидроблока предлагаю изменить соединение с вилкой ножей. Существующую конструкцию в виде двух полумуфт предлагаю заменить на резьбовое соединение с резьбой М74х2 с направлением по диаметру $\varnothing 60$, по которому происходит уплотнение. Резьбовое соединение вилки ножей с корпусом гидроблока в соответствии с рисунком 3.17, принимает нагрузку, создаваемую давлением в полостях гидроцилиндра.

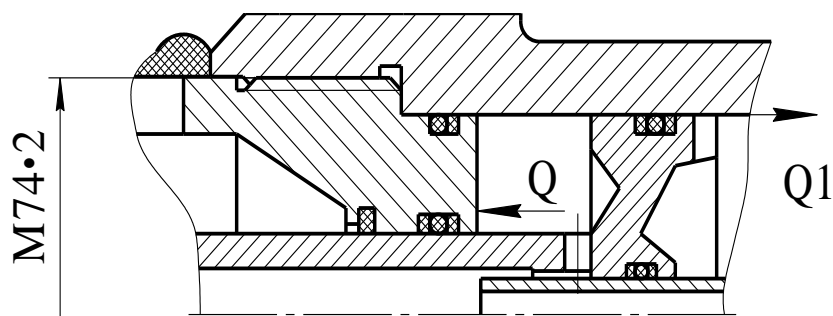


Рисунок 3.17 – Резьбовое соединение вилки ножей с корпусом гидроблока

В пункте 3.2.1 были рассчитаны усилия, создаваемые давлением жидкости в левой $Q=186924$ Н и правой полостях $Q_1=219911$ Н. Так как в правой полости создается большее усилие, то расчет будем вести по усилию Q_1 . Материал вилки и корпуса гидроблока предполагаю принять алюминиевый сплав В95 по ГОСТ 4784-97. Предел прочности данного материала согласно ГОСТа 4784-97 $\sigma_B = 580$ Мпа.

В случае, когда давление в правой полости резьбовое соединение испытывает нагрузку на растяжение. При растяжении резьбы возникают нормальные напряжения, которые равны

$$\sigma_H = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2},$$

где $P=Q_1=219911$ Н – прилагаемое осевое усилие к резьбе;
 $d=70,54 \cdot 10^{-3}$ м – внутренний диаметр резьбы М74х2.

$$\sigma_H = \frac{4 \cdot 219911}{3,14 \cdot (70,54 \cdot 10^{-3})^2} = 56,27 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Предельное сопротивление равно

$$\sigma_{\text{пред}} = \sigma_H \cdot n \leq [\sigma_B],$$

где $n = 2,0$ – коэффициент запаса прочности [2, с.537].

$$\sigma_{\text{пред}} = 56,27 \cdot 10^6 \cdot 2,0 = 112,54 \cdot 10^6 \text{ Па} = 112,54 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{пред}} = 112,54 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{в}}] = 580 \text{ МПа}$$

Расчет верен, следовательно, принимаем резьбу М74х2 и материал корпуса гидроблока алюминиевый сплав В95Т1. С учетом определенных параметров насоса электрогидропривода и поршня получаем окончательную конструкцию корпуса гидроблока, которая показана в соответствии с рисунками 3.18 и 3.19. С учетом окончательной конструкции корпуса гидроблока получаем конструкцию аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 в соответствии с рисунком 3.20.

3.4 Методика испытаний и полученные технические данные на готовом изделии

Созданный опытно-промышленный образец испытывается заводской комиссией. В процессе испытаний проверяют технические и эксплуатационные показатели изделия с учетом всех требований действующих стандартов, норм и правил по охране труда. В процессе испытаний контролируются основные рабочие характеристики созданного образца, а также параметры, характеризующие опасные и вредные факторы.

Испытания изделия проводят в нормальных климатических условиях: температура 15-35°C, атмосферное давление 84-107 кПа (630-800 мм рт.ст.). Средства измерения давления следует выбирать по ОСТ 100379, температуры – по ОСТ 100378, массы – по ОСТ 1 00380. Испытания проводит сборочный цех при участии и под контролем УТК, который дает заключение по результатам испытаний. Испытания проводят в объеме и последовательности:

- соответствие изделия (в том числе его внешнего вида) сборочному чертежу и отсутствие коррозии;
- работоспособность изделия без нагрузки;
- герметичность и прочность;
- перекусывание;
- усилие на рычаге гидронасоса;
- число двойных ходов рычага для полного разведения и сведения лезвий под нагрузкой 50 кН;
- удерживающую способность изделия;
- затяжка и контровка крепежных элементов;
- масса изделия, заполненного рабочей жидкостью;
- работоспособность изделия под нагрузкой;

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

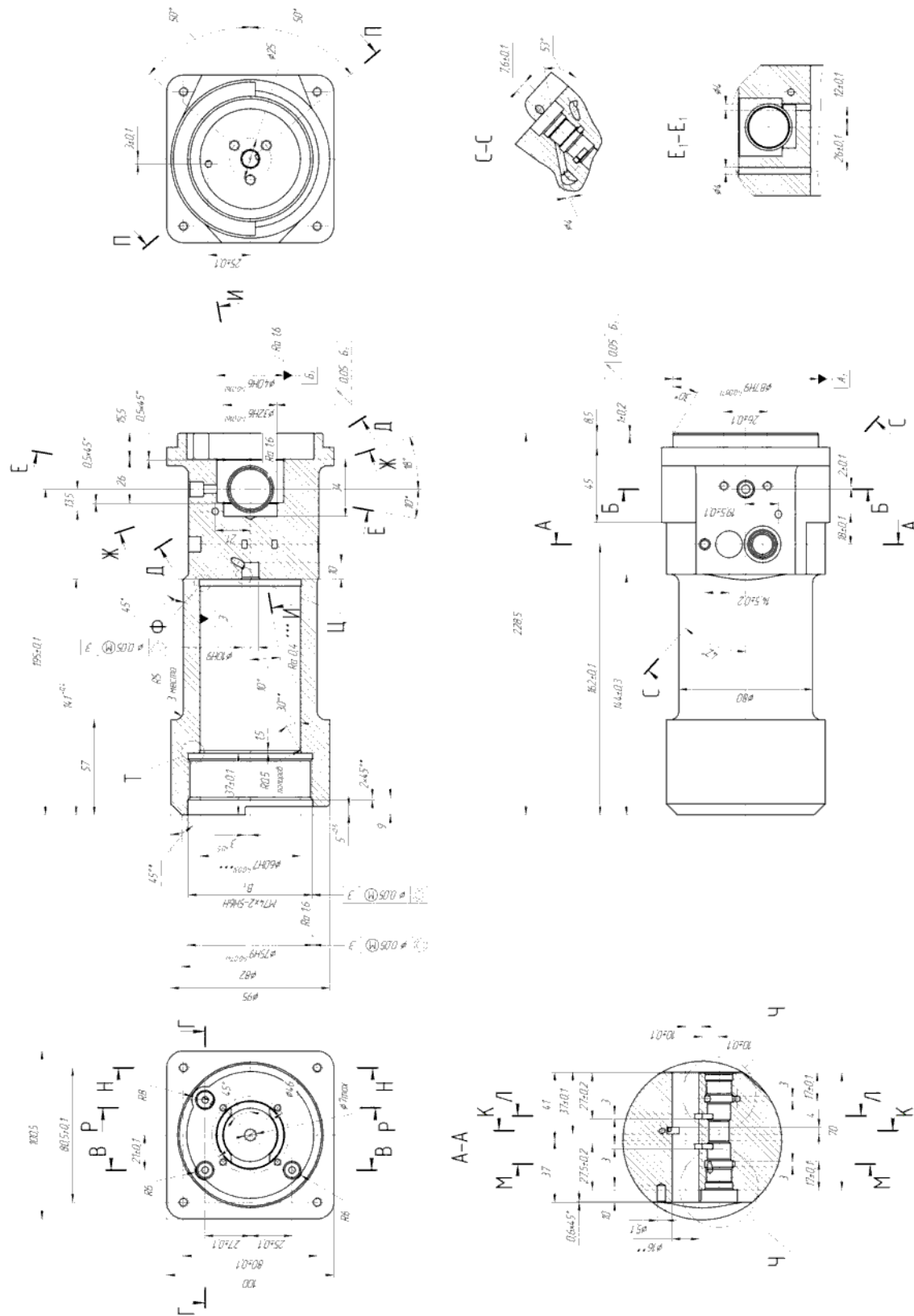


Рисунок 3.18 – Конструкция корпуса гидроблока. Лист 1

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

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

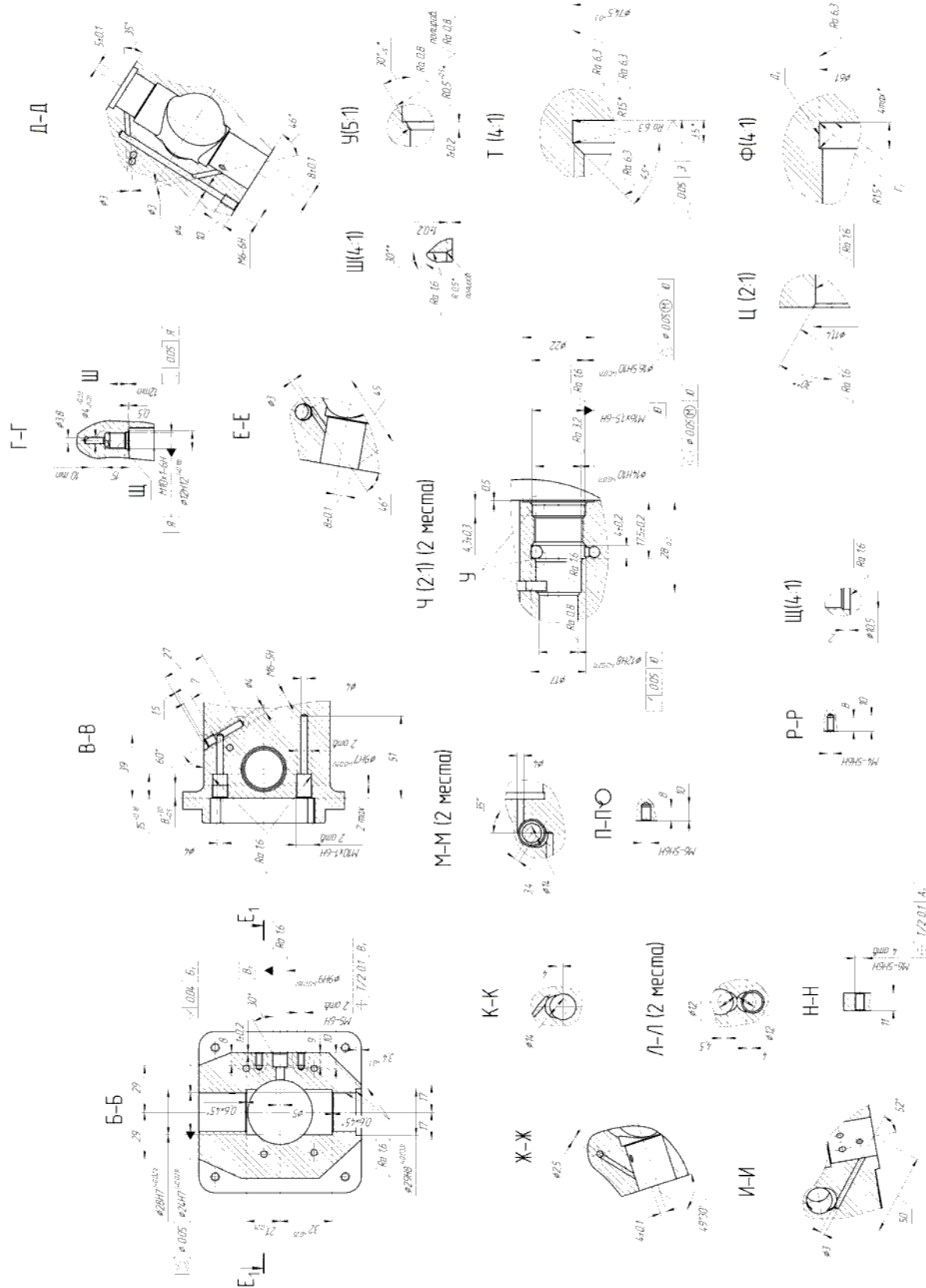


Рисунок 3.19 – Конструкция корпуса гидроблока. Лист 2

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

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

Лист
54

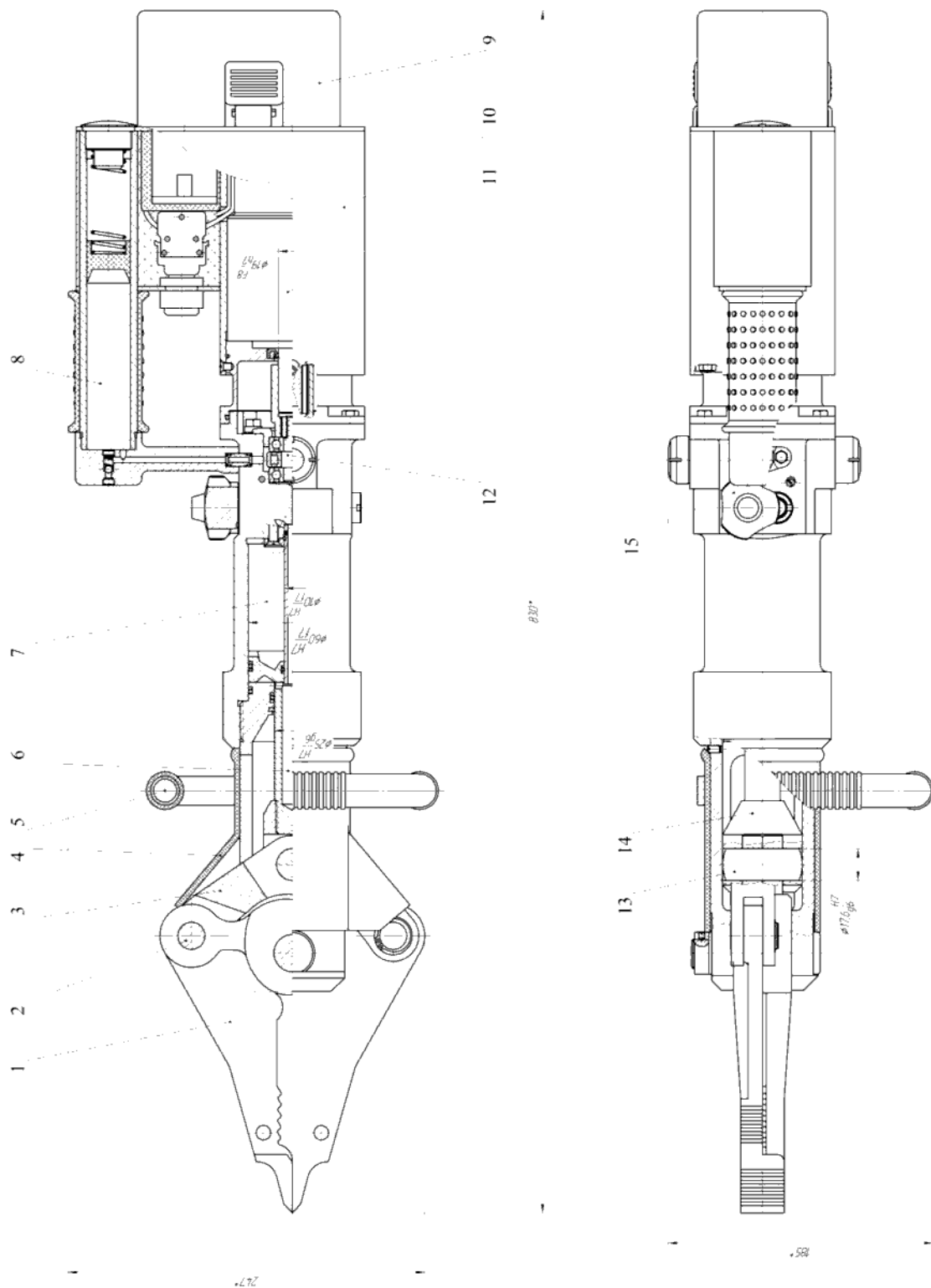


Рисунок 3.20 – Конструкция аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ -70:
 1 – ножи; 2 – ось тяги; 3 – тяга; 4 – чехол; 5 – рукоятка; 6 – поршень; 7 – корпус гидроблока;
 8 – бак-ручка; 9 – Аккумулятор; 10 – кожух электродвигателя; 11 – электродвигатель;
 12 – узел насоса; 13 – ось вилки; 14 – вилка; 15 – узел управления

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

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

- работоспособность, герметичность изделия при температуре окружающей среды минус 45°C;
- работоспособность, герметичность изделия при температуре окружающей среды плюс 80°C.

Соответствие к требованиям изделия (в том числе его внешнего вида), сборочному чертежу и отсутствию коррозии проверяют:

- внешний вид изделия;
- отсутствие коррозии;
- габаритные размеры.

Испытания работоспособности изделия проводят на стенде. Проверка требований включает в себя:

- поворот лезвий вокруг оси изделия;
- перемещение лезвий при работе изделия;
- величину раскрытия лезвий;
- время перемещения для полного разведения и сведения лезвий.

Проверку перекусывания проводят по следующей методике: в изделие установить стержень, длина свободного конца которого не менее 20 мм, установить защитный кожух. Включить изделие, перекусить 2-3 раза стержень. Контролировать:

- герметичность;
- состояние режущих кромок лезвий.

Время перемещения для полного разведения и сведения лезвий без нагрузки и под нагрузкой 5 кН проверяют на стенде при приложении нагрузки в соответствии с рисунком 3.21. Результаты замеров в соответствии с рисунком 3.22.

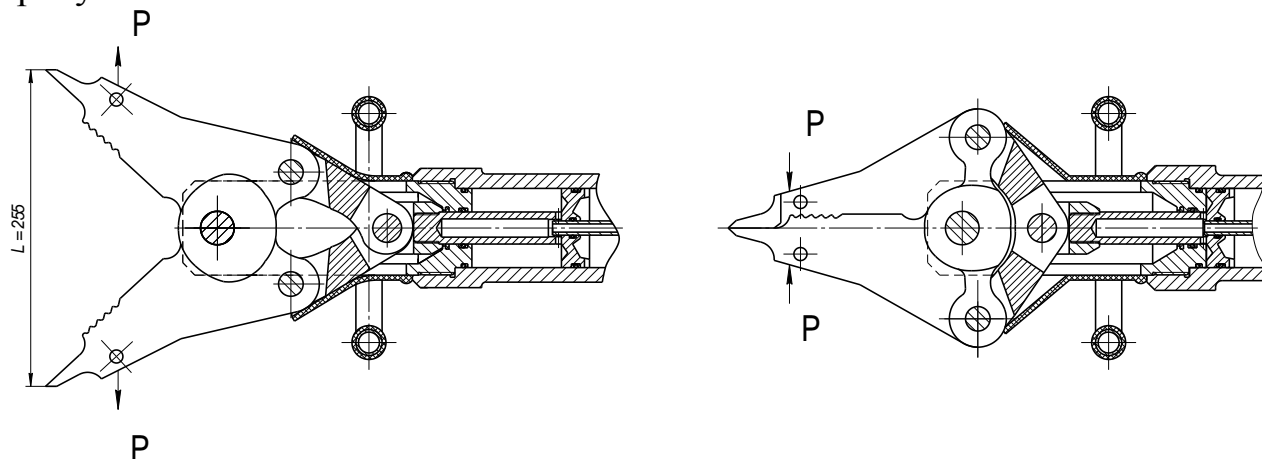


Рисунок 3.21 – Схема приложения сил

Проверку удерживающей способности изделия проводят с использованием скобы и с приложением силы (см. рисунок 3.21). Развести концы лезвий, установить скобу, включить изделие, развести лезвия ножей на величину скобы, отключить изделие, установить маховик в нейтральное положение. Приложить на конце рычага силу. Контролировать внешнюю

герметичность изделия, прочность и перемещение ножей в течение 10 мин.. Повторить проверку при сведенных ножах.

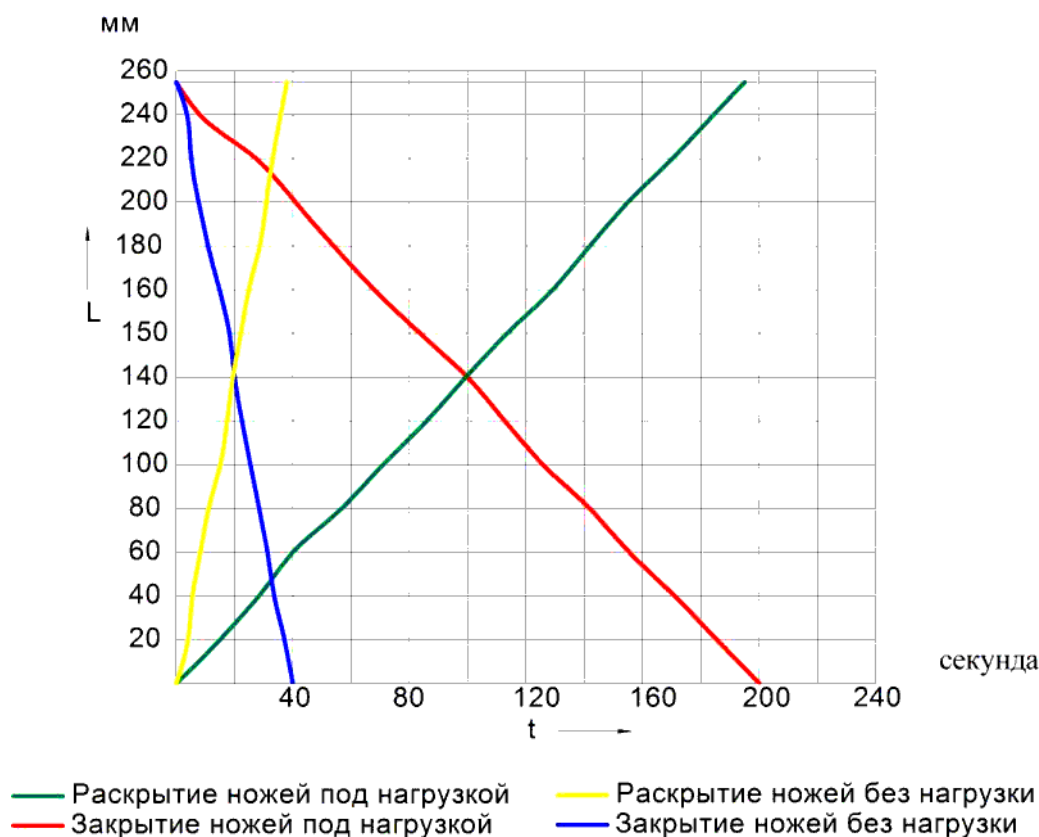


Рисунок 3.22 – Результаты замеров времени перемещения ножей

Проверку работоспособности изделия под нагрузкой проводят с использованием приспособления, обеспечивающего и измеряющего нагрузку на лезвиях. Установить изделие в приспособление. Развести лезвия полностью. Измерить расширяющую силу. Снять нагрузку с лезвий изделия. Маховик управления установить на сведение лезвий. Измерить стягивающую силу. Контролировать герметичность.

Для проверки работоспособности при температуре окружающей среды минус 40°C изделие помещают в холодильную камеру и выдерживают в течение 2 ч после достижения в ней температуры (минус 40^{+5}) $^{\circ}\text{C}$. Изделие извлекают из камеры, проводят испытание по выше перечисленной методике.

Для проверки работоспособности при температуре окружающей среды плюс 80°C изделие помещают в тепловую камеру и выдерживают в течение 2 ч после достижения в ней температуры (плюс 80_{-5}) $^{\circ}\text{C}$. Изделие извлекают из камеры, проводят испытание по выше перечисленной методике. Результаты испытаний сведены в таблицу 3.1.

Созданный опытно-промышленный образец в соответствии с рисунком 3.23 проходит проверку на прочность. Вместо предохранительных клапанов подсоединяются трубки с высоким давлением, устанавливаются заглушки вместо бака и электродвигателя. На корпус гидроцилиндра устанавливается

скоба с электродатчиками, которая соединена с электронным табло. Через трубку плавно повышается давление от 0 МПа до 150 МПа. Снимаются показания с электронного табло через каждые 10 МПа. Затем давление снижается до 0 МПа, при этом показания продолжают сниматься. Результаты замеров в соответствии с рисунком 3.24. Проверка показала, что корпус изделия при повышении давления не разрушается, но корпус имеет незначительную деформацию, которая исчезает при снятии давления.

Производится разбор изделия и замер деталей. Все размеры деталей соответствуют первоначально изготовленным. Остаточная деформация упругих напряжений отсутствует.

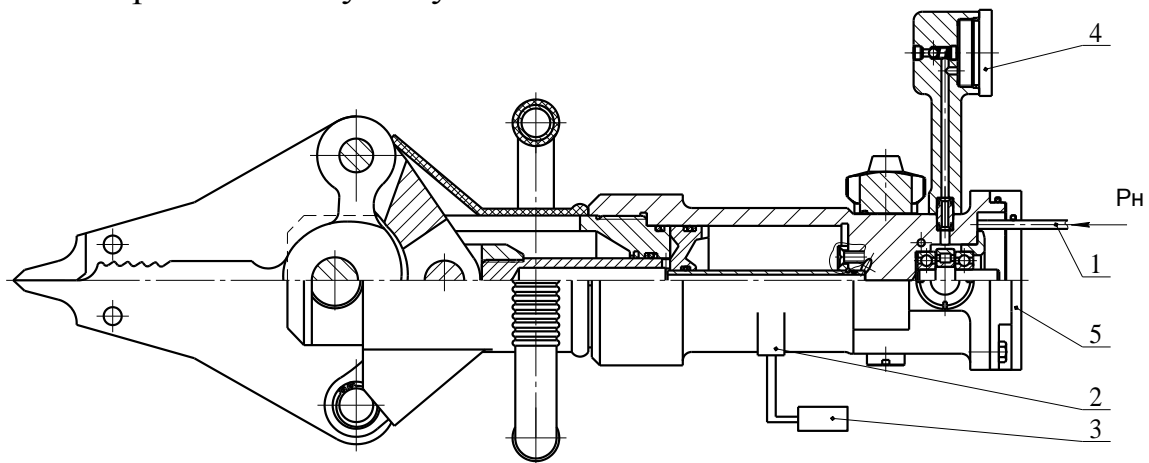


Рисунок 3.23 – Схема проверки на прочность:

- 1 – давление нагнетания; 2 – скоба с электродатчиками; 3 – электронное табло; 4 – заглушка бака; 5 – заглушка

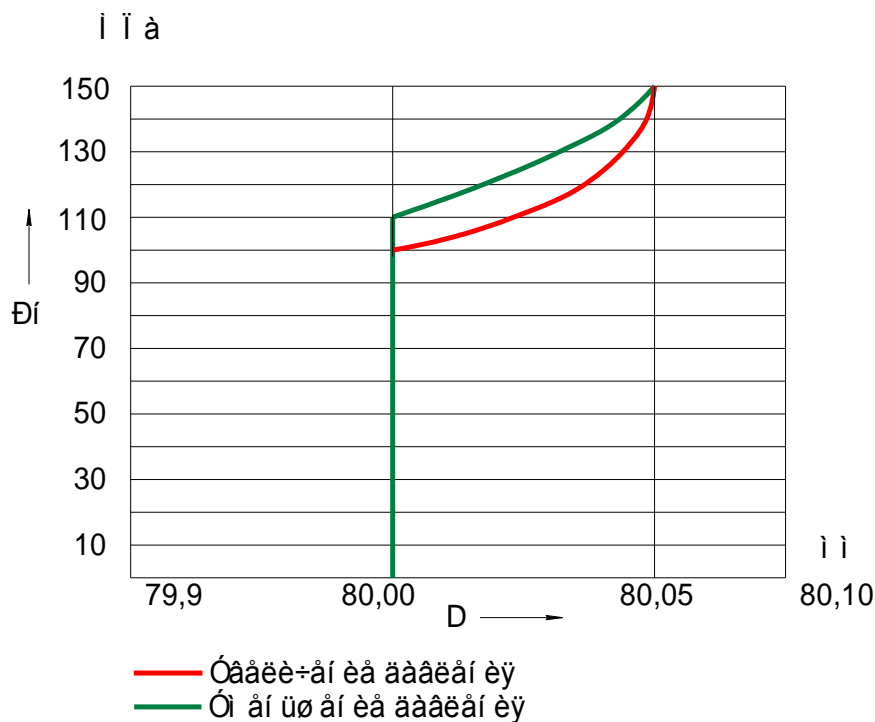


Рисунок 3.24 – Результаты замеров проверки на прочность

Таблица 3.1 – Полученные технические данные на готовом изделии

Параметр	Величина в соответствии с заданным и техническими данными	Полученные данные		
		при $t=24^{\circ}\text{C}$	при $t=-45^{\circ}\text{C}$	при $t=80^{\circ}\text{C}$
Максимальный диаметр перекусываемого прутка, мм	30	перекусывает		
Максимальные размеры разрезаемого листа (ширина x толщина), мм	80 x 10	перерезает		
Максимальное усилие в режиме:				
- расширения, кН	45	обеспечивается		
- сжатия, кН	60	обеспечивается		
Величина раскрытия ножей, мм	255	256		
Габаритные размеры (длина x высота x ширина), мм	695x205 x160	694x202x159,5		
Масса с рабочей жидкостью, кг	15,5	15,4		
Время перемещения, необходимое для разведения или сведения лезвий на полный ход, не более:				
- без нагрузки при сведении ножей;	43	40	39	41
- без нагрузки при разведении ножей;	43	38	37	40
- с нагрузкой 5000 Н (500 кгс) на расстоянии (120 + 10) мм от оси поворота лезвий при сведении ножей	3 мин 35с	3 мин 20с	3 мин 18с	3 мин 23с
- с нагрузкой 5000 Н (500 кгс) на расстоянии (120 + 10) мм от оси поворота лезвий при разведении ножей	3 мин 35с	3 мин 15с	3 мин 12с	3 мин 18с
Удерживающая способность – под воздействием внешней нагрузки 3тс. Концы ножей должны перемещаться не более чем на 1мм в течение 10 минут относительно друг друга.		0	0	0
Лезвия изделия должны иметь возможность вращаться вокруг оси изделия на 180°		вращаются		

Выводы по разделу три

В данном разделе произведены расчеты основных узлов и деталей модернизируемых аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70, а также произведен выбор электродвигателя и аккумулятора. Спроектированы основные сборочные единицы и детали. Создана методика испытаний. Получены технические данные на готовом изделии, которые подвергнуты сравнению с заданными техническими характеристиками изделия.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Обеспечение безопасности проектирования оборудования

При эксплуатации, обслуживании и ремонте гидравлического аварийно-спасательного инструмента работники организации могут быть подвержены воздействию различных физических и химических опасных и вредных производственных факторов:

- 1) отравление парами рабочей жидкости;
- 2) возможность получения травм при разрушении аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70, либо при падении поднимаемого груза.

Безопасность оборудования обеспечивается правильным выбором принципов его действий, кинематических схем, конструктивных решений, рабочих тел, параметров рабочих процессов, использованием различных средств. Внешние контуры защитных устройств должны вписываться в контуры основного оборудования. Нужно стараться, чтобы эти защитные устройства позволяли решать несколько задач одновременно и по возможности совмещались с машинами и агрегатами, являясь их составной частью.

В разработанных аккумуляторных ножницах гидравлических АНГ-70 используются следующие защитные устройства:

- 1) Для исключения самопроизвольного движения поршня гидроцилиндра под действием внешней нагрузки (может произойти самопроизвольное опускание груза), в конструкцию аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 спроектирован гидрозамок. Он используется для запираания полостей гидроцилиндра при наличии активной помогающей или противодействующей нагрузки на его штоке.

- 2) Для автоматического выпуска избытка жидкой среды из системы высокого давления при чрезмерном повышении давления в ней в систему низкого давления или в атмосферу, используется предохранительный клапан, обеспечивающий безопасную эксплуатацию аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и предотвращение аварий.

Вид климатического исполнения гидравлического аварийно-спасательного инструмента выбираем по [10]. Категория размещения:

- для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом;
- для всех макроклиматических районов на суше, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом (общеклиматическое исполнение).

Изделие может эксплуатироваться при температуре от минус 40 до плюс 80°С и относительной влажности воздуха до 100%. Условия хранения по группе 2 [10] (для эксплуатации под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например, в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции (отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков).

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Большая мощность изделия при проведении аварийно-спасательных работ представляет большую опасность при неосмотрительном применении. Так как инструмент работает под высоким давлением (80 МПа), то корпус гидравлического аварийно-спасательного инструмента окрашивается в красный цвет для обозначения непосредственной опасности. Контрастным цветом для красного является желтый, поэтому на корпус инструмента будет наклеена желтая этикетка с указанием на ней основных технических характеристик: рабочее давление, максимальное усилие расширения, максимальное усилие стягивания, масса.

Согласно ГОСТ Р 22.9.01-95 «Безопасность гидравлического аварийно-спасательного инструмента» для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 выделяют три опасных зоны:

- 1 – Зона гидравлического привода.
- 2 – Зона передачи движения ножам.
- 3 – Зона резания.

Рассмотрим каждую зону в отдельности:

1– Зона гидравлического привода

Гидравлические установки высокого давления относятся к числу сложных и опасных, так как возможное разрушение их элементов приводит к возникновению в рабочей зоне паров жидкости, в данном случае масло АМГ-10, которые могут привести к отравлению или возгоранию и как следствие ожогам.

Безопасная и безаварийная работа этих установок зависит от технической подготовленности обслуживающего персонала и соблюдения правил по технике безопасности.

Техника безопасности при эксплуатации:

1) К обслуживанию изделия во время работы допускаются лица, прошедшие подготовку и изучившие инструкцию по эксплуатации аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70.

2) Изделие должно регулярно очищаться от грязи, проверяться на отсутствие гидравлической жидкости на наружной поверхности, на отсутствие деформации ножей.

3) На неработающем изделии АНГ-70 ножи должны быть сведены до упора или иметь зазор между губками не более 10 мм.

4) Приемку изделия, ввод его в эксплуатацию после транспортировки производить в следующей последовательности:

- снять упаковку;
- проверить комплектность согласно паспорту;
- произвести расконсервацию;
- проверить техническое состояние согласно таблице 4.1.

5) Расконсервацию производить в последовательности:

- снять бумагу;
- чистой х/б ветошью, смоченной в неэтилированном бензине удалить консервационную смазку;

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

– протереть насухо чистой ветошью.

Таблица 4.1 – Перечень основных проверок технического состояния изделия

Что проверяется, при помощи какого инструмента, приборов и оборудования. Методика проверки.	Технические требования
1	2
Отсутствие видимых повреждений, ослабление крепежа деталей.	Изделие не должно иметь видимых дефектов, деформаций и разрушения, забоин, зарубин на ножах, изломов. Крепежные соединения должны быть затянуты.
Герметичность уплотнений. Создать давление, полностью раскрыв ножи.	Выдержать под давлением 2–3 сек. Появление масла не допускается.
Герметичность уплотнений. Создать давление сдвигая ножи.	Выдержать под давлением 2–3 сек. Появление масла не допускается.

2 – Зона передачи движения ножам

Все элементы, передающие движение от гидропривода к ножам, работают под высокой нагрузкой, и важным фактором является их надежность и прочностные свойства. На этапе модернизирования, вновь разработанные детали и узлы рассчитываются на прочность. Применение в конструкции машин средств защиты – одно из основных в настоящее время направлений по обеспечению безопасности оборудования. В нем используют ограждающие, предохранительные и другие средства защиты. В модернизированных ножницах предусмотрен защитный резиновый кожух, который обеспечивает закрытие зоны передачи движения от попадания посторонних предметов, а в случае разрушения деталей обезопасит работающего от частиц разрушений. Предохранительный клапан, находящийся в гидросистеме, защищает механизмы от повышенных нагрузок.

3 – Зона резания

Наиболее опасной зоной является зона резания. В процессе работы устанавливать ножи так, чтобы их плоскости полностью прилегали к поверхностям объекта и опоры. По мере движения ножей следить за тем, чтобы меняющееся направление нагрузки не выворачивало ножи. В противном случае немедленно перевести механизм управления в противоположную сторону. В процессе работы запрещается:

- 1) Находиться под поднимаемым или опускаемым грузом.
- 2) Производить поддержку руками перерезаемой арматуры.
- 3) Работать в атмосфере, где искра от перекусывания может вызвать взрыв или пожар.
- 4) Работать с ножами, имеющими деформацию режущей кромки.
- 5) Работать с ножами при наличии зазора между ними более 2 мм.
- 6) Производить перекусывание проводов и арматуры находящейся под

напряжением.

7) Производить перерезание трубопроводов находящихся под давлением или с жидкостью высокой температуры.

8) Ножницы устанавливать к перерезаемой конструкции (детали) под углом 90°.

9) При резке не удерживать инструмент в первоначальном положении силой, в процессе резки он может поворачиваться, следуя линии наименьшего сопротивления.

10) Следить за работой инструмента в процессе резания, за перемещением ножниц.

11) При перемещении ножниц в направлении, опасном для спасателя или других работающих лиц, следует немедленно выключить ножницы или переключить маховик в противоположную сторону.

12) При возникновении в ходе резки непосредственной опасности для спасателя или пострадавшего работа должна быть немедленно прекращена.

11) При необходимости применения удлинительных приспособлений устанавливать их по присоединительным отверстиям во избежание травмы.

12) Не допускать попыток подъема груза массой, превышающей грузоподъемность ножниц, использовать в этом случае несколько ножниц.

13) При подъеме груза с гладкой (шлифованной) поверхностью между грузом и головкой домкрата следует класть деревянную прокладку.

14) В процессе работы, при подъеме и опускании груза следить за состоянием и устойчивостью ножниц и груза.

15) При появлении просачивания масла или жидкости между корпусом и поршнем ножниц или в других его частях работу прекратить, так как течь свидетельствует о превышении массы груза над грузоподъемностью ножниц.

В результате анализа опасных факторов воздействия на человека при работе с инструментом разработаны техническое описание и инструкция по эксплуатации аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70.

4.2 Расчет предохранительной арматуры

Гидравлический агрегат должен быть оснащен предохранительным устройством, ограничивающим давление в напорной магистрали и инструменте до максимального рабочего давления.

В качестве предохранительных устройств, в проектируемом блоке управления, используем пружинные предохранительные клапаны. Общий вид предохранительного клапана представлен на рисунке 4.1.

При проектировании предохранительных клапанов следует правильно подбирать пружину, при условии, что характеристики пружины соответствуют условиям ее работы. В частности прочностные характеристики пружины должны превышать давления ее нагружения. Подсчитаем рабочее и максимальное усилия на пружину и сравним их между собой.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

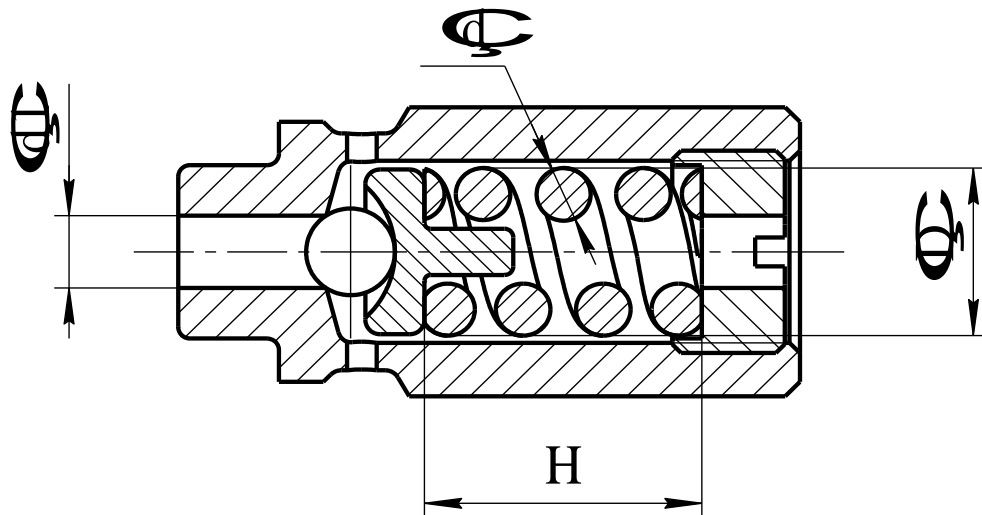


Рисунок 4.1 – Диаграмма работы предохранительного клапана

Усилие, создаваемое при максимальном давлении равно:

$$P = p \cdot S,$$

где $p = 89 \cdot 10^6$ Па – максимальное давление в магистрали;
 S – площадь давления.

$$S = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4},$$

где $d_1 = 2,5 \cdot 10^{-3}$ мм – диаметр отверстия.

$$S = \frac{3,14 \cdot (8 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^2$$

$$P = (89 \cdot 10^6) \cdot (4,9 \cdot 10^{-6}) = 436,65 \text{ Н}$$

Произведем расчет пружины из условий её работы:

- нагрузка $P = 436,65$ Н;
- наружный диаметр $D = 6$ мм;
- высота пружины под нагрузкой $H_1 = 9,5$ мм.

Принимаем материал [8, с.5] сталь 51ХФА с диаметром проволоки $d = 2$ мм.

Из условий работы определяем рабочее напряжение [8, с.20] $\tau_2 = 680$ МПа и модуль кручения $G = 8 \cdot 10^4$.

По графику [8, с.21] определим коэффициент $K = 1,24$, зависящий от формы сечения и кривизны витка.

Число поджатых витков [8, с.20]: $n_2 = 2$

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Число рабочих витков [8, с.16]: $n = 3$

Средний диаметр пружины [8, с.19]: $D_0 = D - d = 6 - 2 = 4$ мм

Общее количество витков [8, с.19]: $n_1 = n_2 + n = 2 + 3 = 5$

Расчетное сжатие одного витка [8, с.19]:

$$f = \frac{8 \cdot P \cdot (D_0)^3}{G \cdot d^4} = \frac{8 \cdot 188.55 \cdot (9,5 \cdot 10^{-3})^3}{8 \cdot 10^4 \cdot (2,5 \cdot 10^{-3})^4} = 0,414 \text{ мм}$$

Расчетное сжатие пружины [3, с.19]:

$$F = f \cdot n = 0,414 \cdot 5 = 2,07$$

Высота пружины при соприкосновении витков [3, с.19]:

$$H_2 = [n + (n_1 - 0,5)] \cdot d = [5 + (2 - 0,5)] \cdot 2,5 = 16,25 \text{ мм}$$

Высота пружины в свободном состоянии [3, с.19]:

$$H = H_1 + F = 29 + 2,07 = 31,07 \text{ мм}$$

Шаг пружины [3, с.19]:

$$t = \frac{H - (n_1 - 0,5) \cdot d}{n} = \frac{31,07 - (2 - 0,5) \cdot 2,5}{5} = 5,464$$

Максимальное допускаемое осевое усилие на пружину [8, с.19]:

$$P_2 = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot \tau}{8 \cdot D_0 \cdot k} = \frac{3,14 \cdot (2,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 716}{8 \cdot (9,5 \cdot 10^{-3}) \cdot 1,24} = 372,95 \text{ Н}$$

Сравним значение максимального напряжения (расчетного) с допустимым касательным напряжением:

$$P < [P_2];$$

$$436,65 < 468,48$$

Сравнение расчетных усилий с максимально допускаемым осевым усилием на пружину показывает работоспособность пружины и пригодность для установки в рабочий узел.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

4.3 Меры защиты при оползнях, селях и обвалах

4.3.1 Селевые потоки

Селевыми потоками называют стремительные русловые потоки, состоящие из смеси воды обломков горных пород внезапно возникающие в бассейнах небольших горных рек.

Они характеризуются резким подъемом уровня воды, ее волновым движением, кратковременностью действия (в среднем от одного до нескольких часов), значительным эрозионно-аккумулятивным разрушительным эффектом.

Сель является стихийным (особо опасным) гидрологическим явлением, если селевой поток угрожает населенным пунктам, железным и автомобильным дорогам, оросительным системам и другим важным объектам экономики.

Поражающие действия селевых потоков:

- непосредственное ударное воздействие селевой массы на человека;
- обтюрация дыхательных путей жидкостью, которая отравляет и приводит к механической асфиксии, аспирации массы тела;
- разрушение зданий, сооружений и других объектов, в которых могут находиться люди;
- разрушение систем жизнеобеспечения.

4.3.2 Инженерно-технические мероприятия по защите от селей

Для защиты населения при непосредственной угрозе и во время схода селевого потока необходимы следующие мероприятия:

- заблаговременная эвакуация населения транспортом;
- заблаговременная эвакуация населения пешим порядком;
- экстренная эвакуация населения;
- укрытие населения на верхних этажах зданий, сооружений, незатапливаемых участках местности;
- спасательные и другие неотложные работы;
- оказание экстренной и другой неотложной медицинской помощи.

Наиболее эффективным мероприятием по защите населения в условиях селевой опасности является предварительная эвакуация людей за пределы опасной зоны.

При своевременном и организованном проведении эвакуации можно спасти не только все население, но и личное имущество граждан, а также государственные материальные ценности.

Необходимые условия успешной эвакуации – своевременное составление кратко срочных прогнозов (от нескольких часов до 1-3 суток) и оперативное их доведение службами республиканских и территориальных управлений гидрометеорологических служб и служб контроля природной среды до руководителей, принимающих решения.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

При заблаговременной эвакуации на автотранспорте либо пешим порядком население покидает опасный район и направляется к местам временного размещения, которые выбирают вблизи мест постоянного проживания, например в той части этого же населенного пункта, которая находится вне зоны возможного поражения селевого потока.

В качестве мест временного размещения для этой цели могут использоваться пригородные общественные здания и сооружения (санатории, дома отдыха, школы).

Ввиду того, что здания и сооружения, попадающие в зону прохождения селевого потока, как правило, полностью разрушаются, необходимо при приведении заблаговременной эвакуации предусмотреть возможность вывоза из опасной зоны личного имущества граждан.

Население должно находиться в местах временного размещения до прохождения селевого потока до отмены штормового предупреждения.

При заблаговременной эвакуации автотранспортом население после оповещения собирает личные вещи и направляется к местам подачи автотранспорта. Если позволяет время, можно эвакуировать людей вместе с личным имуществом.

4.3.3 Обвалы и осыпи

Горные обвалы и осыпи – частые явления во многих странах мира. Их масштабы бывают грандиозными, последствия трагическими. Они способны вызвать крупные завалы и обрушения автомобильных и железных дорог, разрушение населенных пунктов и уничтожение лесов, способствовать образованию катастрофических затоплений и гибели людей. Такие катастрофы нередко происходят при землетрясениях 7 баллов и более, когда возможны обрушения крупных горных склонов, образующих с горизонтом угол 45–50°.

С обвалами можно бороться, но не со всякими и не везде.

Например – железная дорога Туапсе-Сухуми идет по самой береговой кромке Черного моря. С одной стороны ей угрожают штормовые волны, и приходится укреплять насыпь железнодорожными «ежами», кубами, блоками, предохраняющими ее от размыва. С другой стороны – над железнодорожной колеей нависают обрывы. Спасаться от обвалов помогают высокие каменные стенки, которые останавливают груды камней, падающие со склона.

Так же в горах защищают и автомобильные дороги. Но это предохраняет только от небольших обвалов.

Если где-то нависают скалы, то предотвратить их обвал можно только одним способом: постепенно по частям обрушить их, закладывая динамитные заряды малой мощности.

Гораздо реже предпочитают укреплять скалы, грозящие обвалиться, опоясывающими стальными обручами, заливая трещины цементом и т.д.

Если обвалы угрожают поселкам, людей эвакуируют, а поселок переносят в безопасное место.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

4.3.4 Меры борьбы с оползнями

Оползни – разновидность обвалов и осыпей.

Причины, вызывающие оползни, а также мероприятия и меры борьбы с ними отражены в таблице 4.1.

Таблица 4.1– Причины, вызывающие оползни, а также мероприятия и меры борьбы

Активные причины, вызывающие оползни	Мероприятия	Меры борьбы
Изменение Напряженного состояния	Уположивание склонов	Срезка земляных масс в верхней части откоса и укладка их у подножия для пригрузки в месте ожидаемого выпирания
Подземные воды	Перехват подземных вод выше оползня	Горизонтальный и вертикальный дренаж, сплошная прорезь, дренажная галерея, Горизонтальные скважины – дрены
Поверхностные воды	Защита берегов от абразии	Волноотбойные стены. Волноломы подвижные и подводные. Завоз пляжного материала
Атмосферные осадки	Регулировка поверхностного стока	Микропланировка. Лотки, кюветы, каналы, дорожки.
Выветривание	Защита грунта поверхности склонов	Одерновка, посев травы, древесные насаждения, замена грунта.
Совокупность ряда причин	Механическое Сопротивление движению земляных масс. Изменение физико-технических свойств грунтов.	Подпорные стены, свайные ряды. Шпунты. Земляные контрбанкеты. Подсушка и обжиг глинистых грунтов, электрохимическое закрепление грунтов.

Выводы по разделу четыре

Расчет предохранительного клапана показал, что данная предохранительная аппаратура соответствует нормам безопасности. Рассмотрены инженерно-технические мероприятия по защите от селей и меры борьбы с оползнями и обвалами.

5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Для успеха на рынке предприятию необходимо обеспечить конкурентоспособность товара. Конкурентоспособный товар должен удовлетворять запросы покупателей на более высоком уровне, в большей степени отвечать их предпочтениям, чем товары конкурентов или предшествующие варианты предложения.

Конкуренция является наиболее чувствительным индикатором активности организации, определяет многие маркетинговые характеристики:

- объем и условия продаж;
- цены;
- методы рекламы;
- стимулирование сбыта.

Кроме того, через призму взаимоотношений между конкурентами наиболее быстро и четко проявляются изменения, происходящие на рынке, т.к. именно соперничество является основным двигателем рыночных процессов.

Анализируя конкурентоспособность товара, в своей работе привлекаю как можно больше оценочных факторов, основываясь на изучении условий целевого рынка, запросов потенциальных покупателей, деятельности и предложений конкурентов. Степень удовлетворения запросов покупателей зависит от целого ряда факторов, которые и представляют собой факторы конкурентоспособности:

- технические факторы, характеризующие технический уровень и качество товара;
- технико-экономические факторы;
- организационно-коммерческие факторы;
- деловая репутация изготовителя и характер межличностных отношений партнеров.

Следует отметить, что среди факторов конкурентоспособности важное место занимают стоимостные параметры. Совокупность всех расходов предприятия составляет себестоимость продукции. Себестоимость продукции представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе производства продукции природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

Для исчисления себестоимости модернизируемого изделия была использована группировка по статьям калькуляции, характеризующая направление использования затрат. Одной из предпосылок разработки был износ существующей технологической оснастки на изготавливаемые ножницы. Поэтому при определении себестоимости продукции статью технологическая оснастка учитывать не будем. Определим себестоимость и действующие оптовые цены на модернизируемые аккумуляторные ножницы гидравлические АНГ-70 и сравниваемый аналог, пользуясь типовым перечнем

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2017.164.000 ПЗ

калькуляционных статей.

Себестоимость и оптовая цена комби-ножниц ручных КНР-75 (базовый вариант) по данным ПАО «Агрегат» предоставлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Себестоимость и оптовая цена комби-ножниц ручных КНР-75

Наименование статьи расходов	Сумма, руб.
Сырье и материалы $C_{м1}$	4674,33
Возвратные отходы (вычитаются)	376,41
Покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия	2021,65
Итого прямые материальные затраты M_1	6319,57
Основная з/п производственных рабочих Z_{o1}	8394,95
В том числе основная з/п производственных рабочих по тарифу $Z_{п1}$	6083,30
Премия $P_{з1}$	1216,66
Доплата по районному коэффициенту $K_{р1}$	1094,99
Дополнительная заработная плата произв. рабочих $Z_{д1}$	1678,99
Отчисления на социальные нужды $Z_{стр.1}$	2996,00
Общепроизводственные расходы ОПР ₁	16789,90
Прочие производственные расходы Пр.Р ₁	252,78
Производственная себестоимость $C_{пр1}$	36205,19
Общехозяйственные расходы ОХР ₁	8394,95
Коммерческие расходы (всего)	362,05
Полная себестоимость P_1	44962,19
Прибыль $P_{р1}$	11240,55
Действующая оптовая цена $OЦ_1$	56202,74
Действующая рыночная цена	61850,00

Определение себестоимости и оптовой цены проектируемых (модернизированных) аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 ведем с учетом размера головной партии 30 шт. В процессе модернизации были упрощена конструкция полумуфты соединения гидроблока с вилкой, кожуха, рамы, механизма управления, вилки поршня, аннулированы качающий узел с ручкой. Данные мероприятия направлены на экономию сырья и материалов, трудоемкости изготовления аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70, что приведет к снижению их себестоимости. Однако в корпус гидроблока введен новый качающий узел, что существенно усложнило конструкцию. Появились покупные изделия: двигатель, аккумулятор и кнопка управления. Что значительно повысило себестоимость изделия.

Рассмотрим изменения по статьям калькуляции. Все процентные ставки и коэффициенты взяты согласно данным ПАО "Агрегат".

Изменение марок материалов, применение резиновых деталей вместо алюминиевых, приведет к снижению цены материалов на 16%, однако ввод новых деталей приведет к увеличению цены на 50%:

$$C_{M2} = C_{M1} \cdot (1 + 0,34),$$

$$C_{M2} = 4674,33 \cdot (1 + 0,34) = 6263,60 \text{ руб.}$$

Количество и стоимость покупных полуфабрикатов и комплектующих (P_k) изделий увеличились, так как добавились:

- электродвигатель IG-90WGM (1шт.) – 15637,00 руб. (в т.ч. НДС 18%);
- кнопка управления A22-T (1 шт.) – 805,00 руб. (в т.ч. НДС 18%);
- батарея LI-ion 24V6Ah for power tools (2 шт.) – 3200,00 руб. (в т.ч. НДС 18%);
- тара (1 шт.) – 550,00 руб. (в т.ч. НДС 18%).

Итого: 22213,65 руб.

Так же ножницы могут быть укомплектованы дополнительным оборудованием (D_k) – зарядным устройством:

- автозарядник – 610 руб. (в т.ч. НДС 18%);
- адаптер от сети – 1360 руб. (в т.ч. НДС 18%).

Итого стоимость $D_k = 1970,00$ руб.

Повышение трудоемкости на 40%, в связи с вводом новых деталей и усложнением корпуса гидроблока приведет к повышению зарплаты основных производственных рабочих по тарифу на 60%:

$$Z_{п2} = Z_{п1} \cdot (1+0,6),$$

$$Z_{п2} = 6083,30 \cdot (1+0,6) = 9733,28 \text{ руб.}$$

Премия берется как 20% от зарплаты основных производственных рабочих по тарифу:

$$P_{32} = Z_{п2} \cdot 0,2,$$

$$P_{32} = 9733,28 \cdot 0,2 = 1946,66 \text{ руб.}$$

Районный коэффициент составляет 15% от зарплаты основных производственных рабочих по тарифу и премии:

$$K_{p2} = (Z_{п2} + P_{32}) \cdot 0,15,$$

$$K_{p2} = (9733,28 + 1946,66) \cdot 0,15 = 1751,99 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата:

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

$$Z_{o2} = Z_{п2} + П_{32} + K_{p2},$$

$$Z_{o2} = 9733,28 + 1946,66 + 1751,99 = 13431,93 \text{ руб.}$$

Дополнительная зарплата производственных рабочих составляет 20% от основной заработной платы:

$$Z_{д2} = Z_{o2} \cdot 0,2,$$

$$Z_{д2} = 13431,93 \cdot 0,2 = 2686,39 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды определяются в размере 37% к основной заработной плате производственных рабочих:

$$Z_{стр2} = Z_{o2} \cdot 0,37,$$

$$Z_{стр2} = 13431,93 \cdot 0,37 = 4969,81 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные расходы определяются в размере 200% к основной заработной плате производственных рабочих:

$$ОПР_2 = Z_{o2} \cdot 200\%,$$

$$ОПР_2 = 13431,93 \cdot 2 = 26863,86 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные расходы определяются в размере 100% к основной заработной плате рабочего:

$$ОХР_2 = Z_{o2} \cdot 100\%,$$

$$ОХР_2 = 13431,93 \cdot 1 = 13431,93 \text{ руб.}$$

Прочие расходы определяются в размере 4% к прямым материальным затратам:

$$Пр.Р_2 = 4\% \cdot M_2,$$

$$Пр.Р_2 = 0,04 \cdot 29946,16 = 1197,85 \text{ руб.}$$

Производственная себестоимость:

$$\begin{aligned} C_{пр2} &= M_2 + Z_{o2} + Z_{д2} + Z_{стр2} + ОПР_2 + Пр.Р_2, \\ C_{пр2} &= 29946,16 + 13431,93 + 2686,39 + 4969,81 + 26863,86 + 1197,85 = \\ &= 79096,00 \text{ руб.} \end{aligned}$$

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Коммерческие расходы:

$$КР_2 = 1\% \cdot C_{пр2},$$

$$КР_2 = 0,01 \cdot 79096,00 = 790,96 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость продукции:

$$П_2 = C_{пр2} + ОХР_2 + КР_2,$$

$$П_2 = 79096,00 + 13431,93 + 790,96 = 93318,89 \text{ руб.}$$

Прибыль:

$$П_{р2} = 25\% \cdot П_2,$$

$$П_{р2} = 0,25 \cdot 93318,89 = 23329,72 \text{ руб.}$$

Предполагаемая оптовая цена:

$$ОЦ_2 = П_2 + П_{р2},$$

$$ОЦ_2 = 93318,89 + 23329,72 = 116648,61 \text{ руб.}$$

Сведем все результаты в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Себестоимость и оптовая цена аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70

Наименование статьи расходов	Сумма, руб.
Сырье и материалы $C_{м2}$	6263,60
Возвратные отходы (вычитаются)	501,09
Покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия $П_к$	22213,65
Дополнительное комплектующее оборудование $Д_к$	1970,00
Итого прямые материальные затраты M_2	29946,16
Основная з/п производственных рабочих $З_{о2}$	13431,93
В том числе основных з/п производственных рабочих по тарифу $З_{п2}$	9733,28
Премия $П_{з2}$	1946,66
Доплата по районному коэффициенту $К_{р2}$	1751,99

Продолжение таблицы 5.2

Дополнительная заработная плата произв. рабочих $З_{д2}$	2686,39
--	---------

Отчисления на социальные нужды $Z_{стр2}$	4969,81
Общепроизводственные расходы ОПР ₂	26863,86
Прочие производственные расходы Пр.Р ₂	1197,85
Производственная себестоимость $C_{пр2}$	79096,00
Общехозяйственные расходы ОХР ₂	13431,93
Коммерческие расходы (всего) КР ₂	790,96
Прибыль П _{р2}	23329,72
Полная себестоимость П ₂	93318,89
Предполагаемая оптовая цена ОЦ ₂	116648,61
Рыночная цена	128350,00

При установлении отпускной цены помимо уровня затрат и желаемого уровня прибыли необходимо учитывать:

- качество продукции, ее конкурентоспособность;
- соотношение спроса и предложения на рынке;
- эластичность спроса (определяются возможные объемы реализации при разных уровнях цен);
- среднеотраслевой уровень цен и уровень цен лидера в отрасли;
- цели, которые преследует предприятие при выработке ценовой политики (максимизация рентабельности продаж, увеличение доли рынка, занимаемой предприятием, стабилизация показателей деятельности).

Цена является мощным стимулятором сбыта продукции. Для оценки конкурентоспособности товара воспользуемся методом, основанным на сопоставлении цен модернизируемого и конкурирующего товаров. Индекс экономических параметров (индекс цен) определяют сопоставлением цен потребления модернизируемого и конкурирующего товаров [8, с. 317].

$$I_{э.п.} = \frac{S_1}{S_2},$$

где, $I_{э.п.}$ – индекс экономических параметров (индекс цен);

S_1, S_2 – цена потребления проектируемого и конкурирующего товаров.

Индекс цен для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и комбинированных ножниц с ручным гидронасосом КНР-75:

$$I_{э.п.} = \frac{128350}{61850,00} = 2,08$$

Рассмотрим индекс цен для основных производителей ножниц на рынке России.

Индекс цен для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и

комбинированного ВСТ 4120:

$$I_{\text{э.п.}} = \frac{128350}{235400} = 0,55$$

Индекс цен для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и разжим-ножницы аккумуляторные LKE-70:

$$I_{\text{э.п.}} = \frac{128350}{226800} = 0,57$$

Индекс цен для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и универсального электрогидравлического комбинированного инструмента SPS-330А:

$$I_{\text{э.п.}} = \frac{128350}{236800} = 0,54$$

Если не обеспечено надлежащее качество, то далеко не всегда можно конкурировать за счет других составляющих конкурентоспособности. Качественный товар, прежде всего, удовлетворяет запросы и предпочтения целевого потребителя лучше, чем конкурирующий аналог, причем при более низких затратах.

Изучим конкурирующие комбинированные ножницы с ручным гидронасосом КНР-75 и его ценовую возможность, ведь от этого зависит правильное решение о том, можно ли установить такую же цену и приведет ли это к увеличению спроса. В данном случае проанализируем как можно больше имеющейся информации (сравнение технических характеристик).

Сопоставлением технических параметров модернизируемого и конкурирующего товаров определим индекс технических параметров [9 с.318].

$$I_{\text{т.п.}} = \sum_{i=1}^n D_i \cdot q_i$$

где $I_{\text{т.п}}$ – индекс технических параметров;

n – количество параметров, выбранных для оценки;

D_i – коэффициент значимости каждого параметра среди всей совокупности;

q_i – относительный показатель качества товара, определяемый путем деления числового значения показателя качества оцениваемого товара на аналогичный показатель конкурирующего товара (таблица 5.3), выбранного

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

для сравнения.

Таблица 5.3 – Сравнимые параметры

Сравниваемый параметр	АНГ-70	КНР-75	ВСТ 4120	LKE-70	SPS- 330A
Максимальный диаметр перекусываемого прутка, мм	30	20	24	21	21
Максимальные размеры разрезаемого листа (ширина x толщина), мм	80x10	80x10	80x10	50x6	50x6
Максимальное усилие в режиме:					
– расширения, кН	45	30	32	30	30
– сжатия, кН	60	42	44	40	40
Величина раскрытия ножей, мм	255	245	250	250	250
Привод	Электро	Ручной	Электро	Электро	Электро
Масса с рабочей жидкостью, кг	15,5	11	15,3	20	17,4

Для определения коэффициента значимости каждого параметра прибегнем к мнению инженеров-конструкторов (экспертов) ПАО «Агрегат».

Сведем результаты расчета q_i и коэффициента значимости каждого параметра в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Относительный показатель качества товара

Сравниваемые модели				Коэффициент значимости каждого параметра			
АНГ-70 КНР-75	АНГ-70 ВСТ 4120	АНГ-70 LKE-70	АНГ-70 SPS- 330A	Эксперт			Средний
				1	2	3	
1,5	1,25	1,43	1,43	0,2	0,15	0,25	0,2
1	1	1,6	1,6	0,02	0,03	0,1	0,05
1,5	1,41	1,5	1,5	0,24	0,18	0,18	0,2
1,43	1,36	1,5	1,5	0,18	0,22	0,2	0,2
1,04	1,02	1,02	1,02	0,13	0,1	0,07	0,1
2	1	1	1	0,08	0,12	0,1	0,1
1,41	1,01	0,78	0,89	0,15	0,2	0,1	0,15

Индекс технических параметров для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и комбинированных ножниц с ручным гидронасосом КНР-75:

$$I_{т.п.} = 1,5 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,05 + 1,5 \cdot 0,2 + 1,43 \cdot 0,2 + 1,04 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,1 + 1,41 \cdot 0,15 = 1,452$$

Индекс технических параметров для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и комбинированного инструмента ВСТ 4120:

$$I_{\text{т.п.}} = 1,25 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,05 + 1,41 \cdot 0,2 + 1,36 \cdot 0,2 + 1,02 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1 + 1,01 \cdot 0,15 = 1,208$$

Индекс технических параметров для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и разжим-ножниц аккумуляторных LKE-70:

$$I_{\text{т.п.}} = 1,43 \cdot 0,2 + 1,6 \cdot 0,05 + 1,5 \cdot 0,2 + 1,5 \cdot 0,2 + 1,02 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1 + 0,78 \cdot 0,15 = 1,285$$

Индекс технических параметров для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и универсального электрогидравлического комбинированного инструмента SPS-330А:

$$I_{\text{т.п.}} = 1,43 \cdot 0,2 + 1,6 \cdot 0,05 + 1,5 \cdot 0,2 + 1,5 \cdot 0,2 + 1,02 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1 + 0,89 \cdot 0,15 = 1,302$$

Соотношения индексов цены и технических параметров может характеризовать уровень конкурентоспособности товара. $K < 1$ означает, что анализируемый товар уступает образцу по конкурентоспособности; при $K > 1$ – превосходит. При равной конкурентоспособности $K = 1$.

$$K = \frac{I_{\text{т.п.}}}{I_{\text{э.п.}}}$$

Уровень конкурентоспособности товара для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и комбинированных ножниц с ручным гидронасосом КНР-75:

$$K = \frac{1,452}{2,08} = 0,698$$

Уровень конкурентоспособности товара для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и комбинированного инструмента ВСТ 4120:

$$K = \frac{1,208}{0,55} = 2,196$$

Уровень конкурентоспособности товара для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и разжим-ножниц аккумуляторных LKE-70:

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

$$K = \frac{1,285}{0,57} = 2,254$$

Уровень конкурентоспособности товара для аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 и универсального электрогидравлического комбинированного инструмента SPS-330А:

$$K = \frac{1,302}{0,54} = 2,411$$

Выводы по разделу пять

Из произведенных расчетов видно, что модернизация аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 направлена на облегчение эксплуатации, уменьшение физической нагрузки и повышение быстродействия, что не маловажно при спасении (эвакуации) человека в труднодоступных местах. Так как модернизированные аккумуляторные ножницы гидравлические АНГ-70 выводятся на новый рынок электроинструмента, был сделан анализ конкурентоспособности с зарубежными аналогами фирм-производителей: Голландии, Германии, Австрии. Расчеты показали, что модернизированный вариант аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 является конкурентоспособным по отношению к Голландской модели в 2,196 раз, к Германской модели в 2,254 раз, к Австрийской модели в 2,411 раз. Все вышеперечисленное должно привести к увеличению спроса на данный товар.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой работы были определены характеристики и количественные критерии эффективности аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70. Определены порядок и содержание этапов работ по модернизации ножниц АНГ-70.

Проведён анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных аналогичных изделий.

В технологическом разделе проведён анализ недостатков существующей конструкции ножниц, представлены предложения по устранению этих недостатков. Сформированы технические параметры, которым должны соответствовать модернизируемые ножницы АНГ-70.

В конструкторском разделе разработан общий вид аккумуляторных ножниц гидравлических. Разработан корпус гидроблока. На готовом изделии выполнены проверки технических характеристик, которые показали соответствие параметров заданным.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» разработаны мероприятия: по обеспечению безопасности и проектирования оборудования; по расчёту предохранительной арматуры; по защите при оползнях, селях и обвалах.

В экономической части проведен расчет технико-экономических параметров изделия, которые показывают, что данное изделие становится более конкурентоспособным по сравнению с аналогом.

Аккумуляторные ножницы гидравлические АНГ-70 отвечают всем заданным требованиям. Высокие характеристики, простота и удобство в эксплуатации, многофункциональность и высокая эксплуатационная надежность делают аккумуляторные ножницы гидравлические АНГ-70 надежным и незаменимым помощником для спасателей.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Выполненная работа имеет практическую ценность, а возможность использования аккумуляторных ножниц гидравлических АНГ-70 в различных климатических условиях и средах, позволяет применять их на всей территории России.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Охрана труда в машиностроении: учебник / под ред. А.Ф. Козьякова, Л.Л. Морозовой. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
- 2 Гидросистемы высоких давлений/ учебник / под ред. Ю.Н. Лаптева, В.И. Глухова. – М.: Машиностроение, 1973. – 149 с.
- 3 Маркетинг: учебник / под ред. А.П. Панкрухина, – 5-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. – 720 с.
- 4 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев; под ред. И.Н. Жестоковой. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2006. – Т. 1. – 928 с.
- 5 Гидравлика : учебник для вузов / под ред. Р.Р. Чугаева, С.В. Избаш, – 4-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Энергоиздат, 1982. – 672 с.
- 6 Охрана труда в машиностроении: учебник для вузов /под ред. Е.Я.Юдина, С.В. Белова, С.К. Баланцева, – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
- 7 Ванин, В.А. Приспособления для металлорежущих станков: учебное пособие / В.А. Ванин. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 316 с.
- 8 ОСТ1 11208-73. Издания. Конструкция и размеры пружин. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 24 с.
- 9 Чучкалова, Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах: учебное пособие / Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. – 66 с.
- 10 ГОСТ 15150-69. Издания. Исполнение для различных климатических районов. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 72 с.

					15.03.05.2017.164.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81