

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.

Участок механической обработки детали «Стакан ТР11Д3400-71»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–15.03.05.2017.156.000 ПЗ ВКР

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

Руководитель работы,  
преподаватель  
\_\_\_\_\_ Ю.В. Константинов  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор работы  
студент группы ДО-551  
\_\_\_\_\_ Ю.Г. Самарина  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер,  
профессор  
\_\_\_\_\_ Б.А. Решетников  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	7
1.1 Сравнение отечественных и зарубежных изделий ножниц комбинированных гидравлических.....	7
1.2 Описание изделия и гидравлической схемы инструмента "Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4".....	10
1.3 Задачи проектирования.....	16
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	17
2.1 Анализ технологической операции, для осуществления которой предназначен объект модернизации .....	17
2.2 Обоснование необходимости модернизации изделия.....	17
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	21
3.1 Разработка гидравлической схемы модернизированного инструмента «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4М».....	21
3.2 Расчет гидрозамков.....	23
3.3 Проектирование корпуса гидрозамков .....	25
3.4 Система отверстий корпуса гидрозамков.....	27
3.5 Проектирование корпуса гидроцилиндра .....	30
3.6 Проектирование присоединительных элементов .....	31
3.7 Компоновка изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4М» .....	32
3.8 Проектирование узла рукоятки .....	35
3.9 Испытания изделия "Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4М".....	36
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	40
4.1 Обеспечение безопасности при работе с оборудованием .....	40
4.2 Расчет предохранительной арматуры.....	41
4.3 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях, вызванных терроризмом.....	45
5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	50
5.1 Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления изделия.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	52
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	53

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы

В процессе тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ большое значение имеет время, отводимое на разборку конструкций. Вскрытие металлических дверей, проникновение через оконные проемы, защищенные металлическими решетками, оказание помощи пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях, извлечение людей из завалов при авариях и катастрофах, все это невозможно без соответствующей техники. В связи с этим появилась необходимость замены шанцевого инструмента новым, более производительным, таким как гидравлический аварийно-спасательный, который позволяет значительно облегчить вышеперечисленные операции.

Гидравлический инструмент занимает одно из основных мест в оснащении спасательных подразделений, выполняющих работы по ликвидации последствий техногенных чрезвычайных ситуаций. Аварийно-спасательный инструмент должен отвечать следующим требованиям:

- надежность;
- высокая удельная мощность;
- удобство применения (эргономичность);
- мобильность.

С приобретением опыта применения инструмента на практике выявляются недостатки изделий, которые необходимо устранять.

Цель работы – модернизация изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4» производителя ПАО «Агрегат».

### Задачи работы:

- ознакомиться с существующими отечественными и зарубежными ножницами комбинированными гидравлическими;
- выявить и проанализировать недостатки рассматриваемого изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4»;
- предоставить предложения по улучшению конструкции;
- произвести необходимые расчеты конструкции изделия;
- предоставить данные по испытаниям модернизированного изделия;
- произвести ориентировочные расчеты себестоимости изготовления изделия.

Объектом работы является изделие «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4».

Предметом работы является процесс модернизации изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4».

Результаты работы рекомендуется использовать на производстве при модернизации изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4».

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Сравнение отечественных и зарубежных изделий ножниц комбинированных гидравлических

На современном рынке существуют следующие основные производители гидравлического инструмента для МЧС и МВД: зарубежные – "Holmatro" (Голландия), "LUKAS" (Германия), "Weber-Hydraulik" (Австрия), «Amkus» (Америка); отечественные – ПАО "Агрегат", ООО "Спецоборона" (Спрут, Спрут-2), ООО "Простор" (Ермак).

Выделим три основные фирмы, выпускающие комбинированный инструмент для экстренного вскрытия дверей автомобилей, вспарывания и перекусывания металла и т.п.

"Holmatro" (Голландия).

Внешний вид инструмента модели «СТ4150С» представлен согласно рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Комбиинструмент "Holmatro СТ4150С"

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Техническая характеристика модели данного производителя приведена согласно таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Техническая характеристика инструмента "Holmatro"

Характеристики	Единицы измерения	СТ 4150 С
разжим	мм	360
max сила разжима	кН (т)	211 (21,5)
раскрытие лезвий	мм	229
сила резания	кН (т)	380 (38,8)
режет пруток	мм	32
сила сдавливания	кН (т)	76 (7,8)
тяговое усилие	кН (т)	51 (5,2)
рабочий вес	кг	14,2
размер (LxВxН)	мм	710x210x170
рабочее давление	МПа	72

Достоинства: встроенная подсветка в рукоятке, новая конструкция i-Volt.

Недостатки: небольшие силовые характеристики при больших габаритах, нет дистанционного управления, нет возможности отсоединить блок управления во время работы.

"LUKAS" (Германия).

Внешний вид инструментов представлен согласно рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Комбинструмент "LUKAS"

Техническая характеристика моделей данного производителя приведена согласно таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Техническая характеристика инструмента фирмы "LUKAS"

Характеристики	Единицы измерения	SC 357	SC 557
сила резания	кН	387	810
∅ перекусываемой арматуры	мм	32	38
сила разжима	кН	38...780	41,5...1150
расстояние разжима	мм	365	430
тяговое усилие	кН	49	90
тяговое расстояние	мм	380	315
размер (LxВxН)	мм	777x220x170	840x295x190
рабочий вес	кг	14,8	19,8

Достоинства: возможность работы от ручного насоса, высокие силовые характеристики.

Недостатки: большие габариты и масса, нет дистанционного управления, нет возможности отсоединить блок управления во время работы.

ООО "Простор" (Россия).

Внешний вид инструмента представлен согласно рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Комбининструмент ООО «Простор» ПКГ63

Техническая характеристика модели данного производителя приведена согласно таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Техническая характеристика инструмента ООО "Простор"

Характеристики	Единицы измерения	РКГ63
тах давление раб. жидкости	МПа	63
сила резания	кН	300
Ø перекусываемой трубы	мм	28
тах разжимающая сила	кН	80
тах раскрытие	мм	360
размер (LxВxН)	мм	790x196x262
рабочий вес	кг	15,5

Достоинства: возможность работы от ручного насоса.

Недостатки: большие габаритные размеры, нет дистанционного управления, нет возможности отсоединить блок управления во время работы.

Проанализировав достоинства и недостатки инструмента вышеперечисленных производителей, делаем вывод, что гидравлический аварийно-спасательный инструмент должен иметь:

- достаточно высокие силовые характеристики при средних габаритных размерах и массе;
- возможность работы, как от насосной станции, так и от ручного насоса;
- возможность работы на дистанции для проведения спасательных работ в труднодоступных и опасных местах, а так же для безопасности спасателя;
- возможность отсоединить блок управления во время проведения спасательных работ.

1.2 Описание изделия и гидравлической схемы инструмента «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4»

Узлы и части изделия «НКГ-С4» представлены согласно рисунку 1.4.

Изделие состоит:

- из корпуса 1, который является гидроцилиндром;
- рукоятки 2, которая служит для удержания инструмента и жестко закреплена на корпусе;
- ножей 3, которые являются режущими органами (каждое изделие имеет свою форму ножей обусловленную их функциональным применением);
- защитного кожуха 4, который закрывает исполнительные механизмы, преобразующие поступательное движение штока во вращательное движение ножей;
- клапана быстросъемного 5, который служит для подсоединения органа управления;
- защитного колпачка 6, который выполняет защитную функцию быстросъемного клапана во время транспортировки.

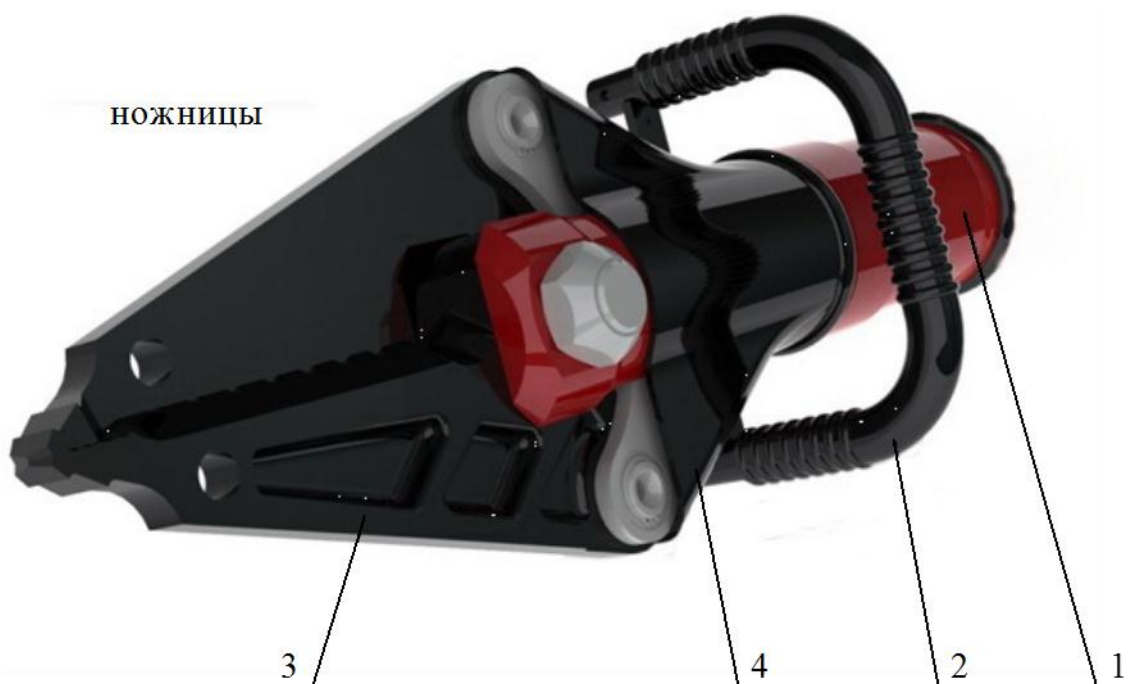
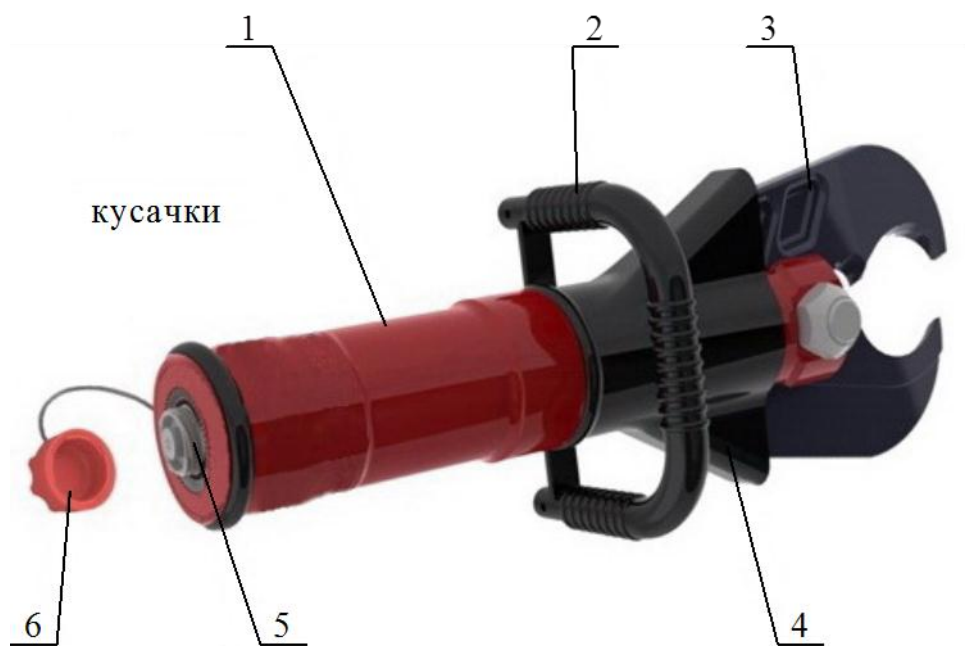


Рисунок 1.4 – Узлы и части изделия «НКТ-С4»:  
 1 – корпус, 2 – рукоятка, 3 – сменные ножи, 4 – защитный кожух,  
 5 – клапан быстроразъемный, 6 – защитный колпачок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.156.000 ПЗ

Лист

11



Технические характеристики ножниц и кусачек гидравлических приведены согласно таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические характеристики инструмента «НКГ-С4»

Характеристики	Единицы измерения	ножницы	кусачки
рабочее давление	МПа	80	
Ø перекусываемого прутка	мм	30	
тах сила резания	кН	380	
тах сила стягивания	кН	95	-
тах сила расширения	кН	65	-
тах раскрытие	мм	340	140
размер (LxВxН)	мм	611x202x155	546x202x155
рабочий вес	кг	11,8	11,6

Рассмотрим каждый узел изделия «НКГ-С4» в отдельности.

Условное обозначение ножей с шатунами представлено согласно рисунку 1.5. Ножи предназначены для резания листового металла и тонкостенных труб, перекусывания арматуры из стали, разрушения или деформации металлических профилей, подъема или перемещения монолитных грузов. Шатуны 2 от поступательного перемещения штока 3 придают вращение ножам 1, осуществляя разведение или сведение ножей.

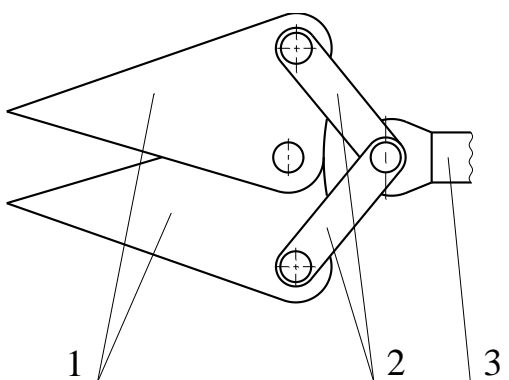


Рисунок 1.5 – Исполнительная часть:  
1 – ножи, 2 – шатуны, 3 – шток.

Условное обозначение гидроцилиндра представлено согласно рисунку 1.6. Гидроцилиндр предназначен для преобразования гидравлической энергии жидкости (масла), которая поступает в полость I или II, в поступательное движение штока. В качестве рабочей жидкости используется масло Гидроникойл FH51 MIL-H-5606, АМГ-10 ГОСТ 6794-75 или масло на минеральной основе, имеющее температурный диапазон не ниже от -40 до +80.

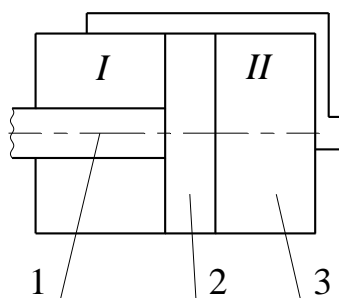


Рисунок 1.6 – Гидроцилиндр:  
1 – шток, 2- поршень, 3 – корпус гидроцилиндра

Условное обозначение клапана быстросъемного представлено согласно рисунку 1.7.

Он состоит из двух половинок: клапан левый «Л» и клапан правый «П». Быстросъемный клапан имеет бойнетное соединение, при котором полное смыкание происходит за пол-оборота гайки. Применяется для быстрого подсоединения/отсоединения блока управления либо шлангов удлинителей при дистанционном управлении.

Условное обозначение гидрозамков представлено согласно рисунку 1.8. Они позволяют пропускать поток рабочей жидкости в одном направлении и запирают поток в противоположном направлении, пока давление управления не откроет запорный элемент. Гидрозамки применяются для запираания потока рабочей жидкости, обеспечивающего надежную фиксацию ножей, исключаящую самопроизвольное их движение.

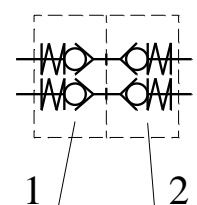


Рисунок 1.7 – Клапан быстросъемный:  
1 – клапан левый «Л», 2 – клапан правый «П»

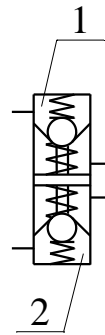


Рисунок 1.8 – Гидрозамки:  
1 – верхний гидрозамок, 2 – нижний гидрозамок

Условное обозначение золотника представлено согласно рисунку 1.9. Он имеет три положения: нейтраль, сведение и разведение ножей. При перемещении золотника вниз канал А соединится с каналом С, канал В с каналом D. При перемещении вверх канал А совместится с каналом В, канал С с каналом D. В нейтральном положении в каналы В и С жидкость не поступает, канал А совмещается с каналом D и уходит на слив.

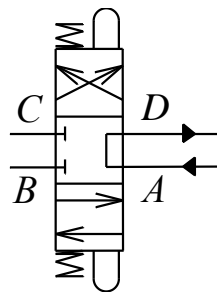


Рисунок 1.9 – Золотник управления:  
А – канал для нагнетания жидкости, D – канал для слива жидкости,  
В и С – каналы для подвода жидкости к полостям гидроцилиндра

Гидравлическая схема изделия «НКГ-С4» представлена согласно рисунку 1.10.

При повороте рукоятки управления золотником 9 таким образом, что золотник управления переместится вверх, тогда напорный канал А совместится с каналом В, а канал С с каналом слива D. Поступая по каналам А - В, нагнетательная жидкость продавлиывает нижний гидрозамок (8) и затем по каналу через быстроразъемные клапана (2) жидкость попадает в бесштоковую полость II гидроцилиндра (7). Под действием давления жидкости шток гидроцилиндра (7) перемещается влево и через шатуны (6) происходит сведение ножей (5). Одновременно с этим из полости I гидроцилиндра (7) по каналу через быстроразъемные клапана (2) рабочая жидкость при помощи челнока продавлиывает верхний гидрозамок (8) и через каналы С – D уходит на слив. Аналогично происходит разведение ножей: при повороте рукоятки управления золотником таким образом, что золотник управления переместится

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

вниз, канал А совместится с каналом С, канал В с каналом D. В таком случае рабочая жидкость поступит в штоковую полость I гидроцилиндра (7). Шток переместится вправо и ножи (5) разойдутся.

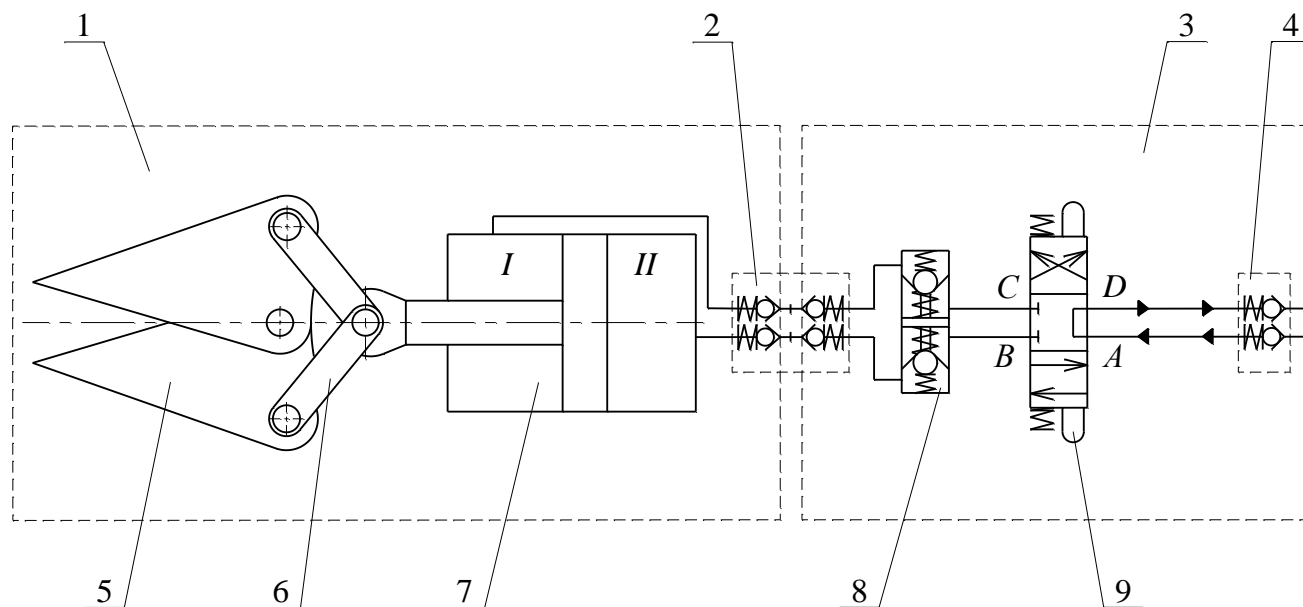


Рисунок 1.10 – Гидравлическая схема изделия «НКГ-С4»:

- 1 – изделие, 2 – клапан быстроразъемный КБЗМ, 3 – блок управления БУ10С4, 4 – клапан быстроразъемный КБ4, 5 – ножи, 6 – шатуны, 7 – гидроцилиндр, 8 – гидрозамки, 9 – золотник управления

При повороте рукоятки управления золотником таким образом, что золотник управления (9) переместится в нейтральное положение при помощи возвратной пружины, оба канала (В и С) становятся открытыми для нагнетания жидкости, и жидкость, не способная продавить оба гидрозамка, возвращается по сливному каналу D.

Достоинствами изделия является: применение оригинальных быстроразъёмных соединений «КБЗМ» (клапан быстроразъёмный), которые позволили отделить управляющий блок от силовой и исполнительной частей инструмента. В результате появилась возможность использовать один блок управления для проведения работ с использованием нескольких инструментов, что значительно снижает стоимость комплекта инструмента. Конструкция разъёма «КБЗМ» позволяет изменять направление движения потока рабочей жидкости, что обеспечивает возможность дистанционного управления инструментом и позволяет облегчить проведение работ в труднодоступных местах, а также обезопасить жизнь и здоровье спасателя при проведении работ в опасных зонах. Блоки управления подсоединяются непосредственно к инструменту или через шланги-удлинители для дистанционного управления инструментом. Очень важно, что благодаря такой конструктивной схеме один и тот же инструмент может иметь несколько вариантов подключения источников рабочего давления:

- через блок управления от насосной станции или ручного насоса;
- посредством прямого подключения ручного насоса;

- возможность дистанционного управления инструментом.

Недостатки: нет возможности отсоединить блок управления во время работы инструмента.

Задачи проектирования:

- проанализировать недостатки рассматриваемого изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4»;

- предоставить предложения по улучшению конструкции;

- произвести необходимые расчеты конструкции изделия;

- спроектировать корпус гидрозамков и составляющих элементов;

- предоставить данные по испытаниям модернизированного изделия;

- произвести ориентировочные расчеты себестоимости изготовления изделия.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Анализ технологической операции, для осуществления которой предназначен объект модернизации

Изделие «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4» предназначено для выполнения комплекса работ, связанных с перекусыванием арматуры, подъема и перемещения элементов завала, строительных и других конструкций, расширения проемов в завалах с целью высвобождения защемленных людей на пожарах или в результате аварий, дорожно-транспортных происшествий и других стихийных бедствий, а также для вскрытия металлических дверей.

При проведении спасательных работ удержание груза может производиться изделием только с блоком управления. Отсоединение блока управления приведет к тому, что при освобождении пострадавшего произойдет непредвиденное опускание груза, который придавит человека, находящегося под завалом.

### 2.2 Обоснование необходимости модернизации изделия

Согласно руководству по эксплуатации рассматриваемого изделия отсоединение блока управления производится только на ненагруженном изделии.

Во время работы, когда ножи находятся под нагрузкой, отсоединение блока управления может привести к травме оператора, т. к. рабочая жидкость, которая находится в полостях А и Б корпуса, при падении давления может вырвать ползун и шарик быстроразъемного клапана согласно рисунку 2.1.

При проведении спасательных работ иногда возникает необходимость отсоединить блок управления во время работы.

В процессе работы гидравлического инструмента могут возникнуть неисправности изделия, такие как:

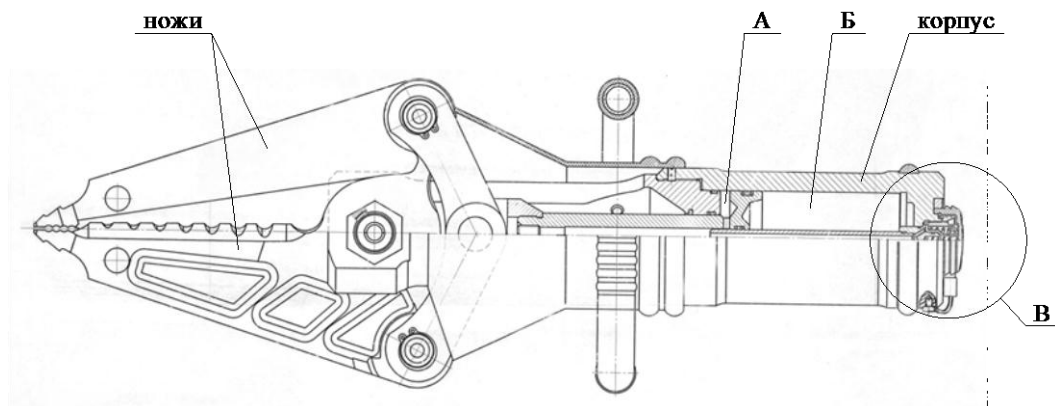
- повреждение шлангов;
- нарушение работы блока управления;
- засорение каналов рабочей жидкости;
- нарушение герметичности изделия,
- механические повреждения, износ составляющих частей;
- нарушение герметичности напорного или сливного рукава;
- отсутствует освещение в зоне резания и т.д.

Для устранения неисправностей изделия требуются затраты времени, что приводит к остановке спасательных работ, поэтому необходимо изменить конструкцию изделия.

С целью улучшения эксплуатационных характеристик аварийно спасательного инструмента «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4» и повышения безопасности при проведении спасательных работ предлагаю ввести гидрозамки в изделие, что обеспечит фиксацию ножей в любом положении вне зависимости от состояния насоса, шлангов, блока управления или других элементов инструмента. Спроектировать освещение зоны резания, оформляем её в рукоятке.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вследствие установки гидрозамков в изделие согласно рисунку 2.2. получим: при воздействии силы  $F_n$  на органы управления инструмента рабочая жидкость в полости А под воздействием поршня стремится уйти на слив, но благодаря запорным клапанам (гидрозамкам) за счет шариков (сеч. Б-Б) рабочая жидкость остается в полости инструмента, не доходя до быстроразъемного клапана.



В (4:1)

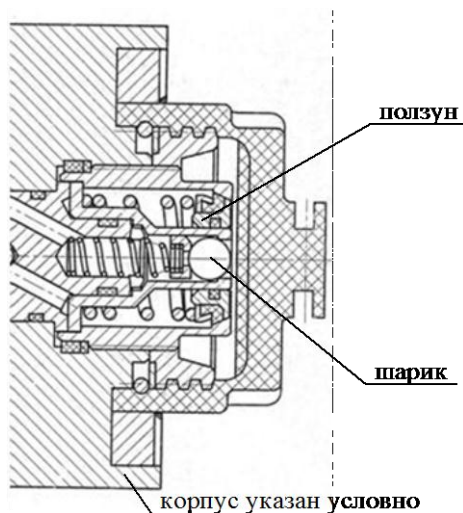


Рисунок 2.1 – Внешний вид изделия «НКГ-С4»

Согласно вышеизложенного, мы можем отсоединить блок управления от инструмента под нагрузкой.

В таком случае, если в процессе работы производилось освобождение пострадавшего, находящегося под завалом, не произойдет несанкционированного опускания груза, ножи останутся в фиксированном положении. Если обнаружена неисправность блока управления, то к изделию подключается исправный блок управления и работа ведется дальше без затрат времени на возобновление операций.

Так же к плюсам можно отнести то, что при поднимании груза или расширении узких проемов можно использовать несколько изделий от одной насосной станции, т.е. последовательно в разных местах разным инструментом производить операцию, отсоединяя блок управления от одного изделия и подключая к другому.

						Лист
					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

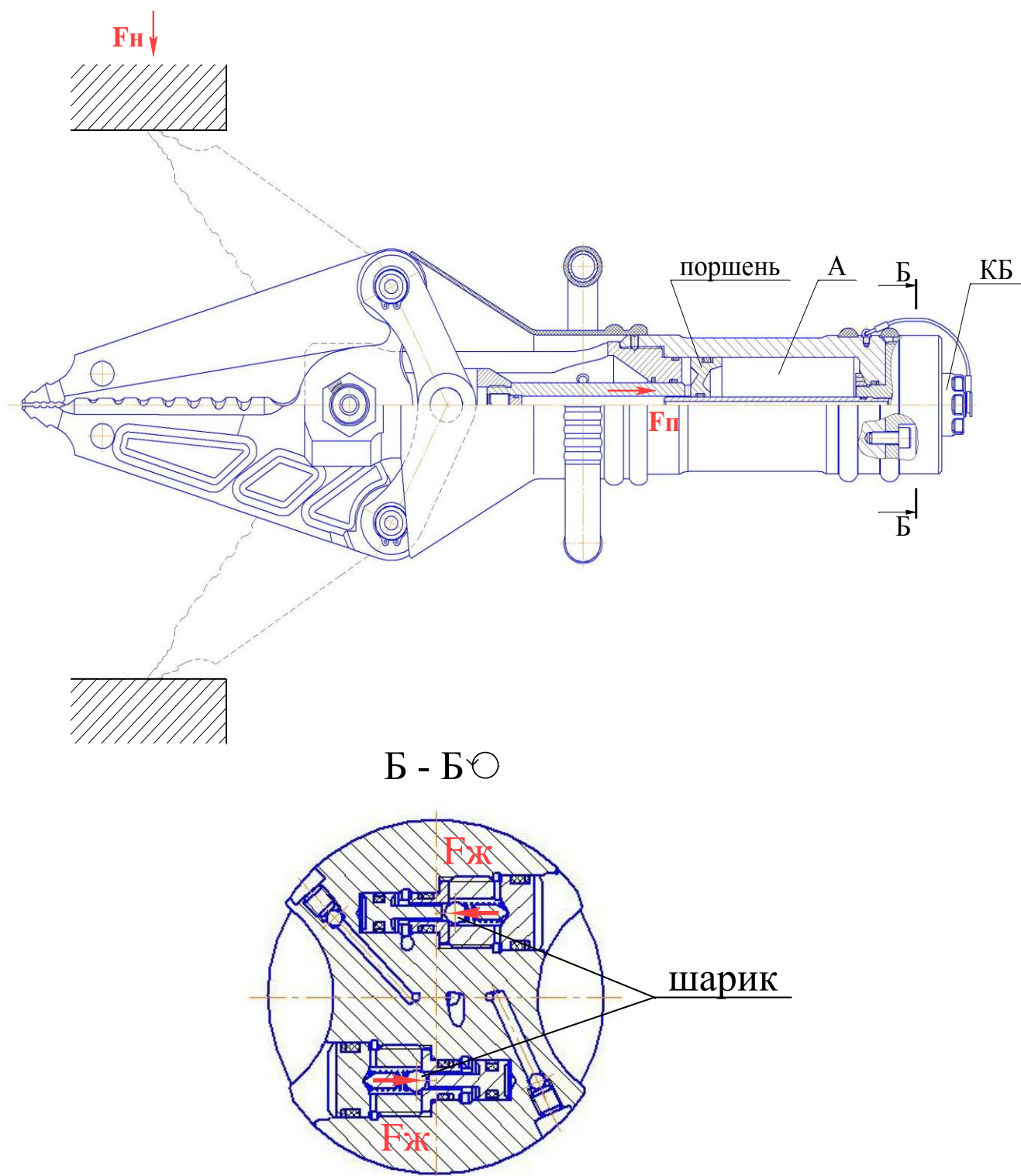


Рисунок 2.2 – Изделие с гидрозамками «НКТ-С4М»

Если уже велись какие-либо спасательные работы при необходимости можно отсоединить блок управления и присоединить его через шланги-удлинители для дистанционного управления инструментом.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19



## Выводы по разделу два

Произведен анализ технологической операции, для осуществления которой предназначен инструмент «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4». Обоснована необходимость модернизации изделия.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Разработка гидравлической схемы модернизированного инструмента «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4М»

Опираясь на гидравлическую схему изделия «НКГ-С4», которая приведена в пункте 1.2 выпускной квалификационной работы, ножи и шатуны инструмента «НКГ-С4М» остаются без изменений согласно рисунку 3.1.

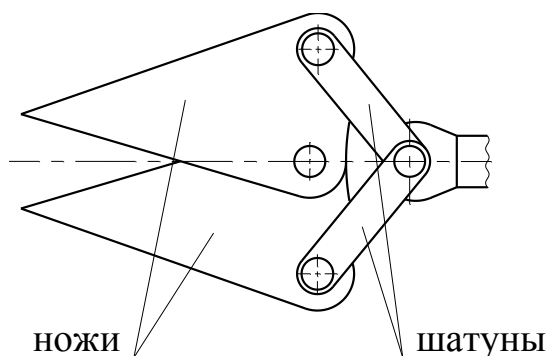


Рисунок 3.1 – Исполнительная часть инструмента «НКГ-1»

Шток и поршень остаются так же без изменений согласно рисунку 3.2. К корпусу гидроцилиндра присоединяются запорные клапана, а затем к корпусу гидрозамков крепится клапан быстроразъемный левый.

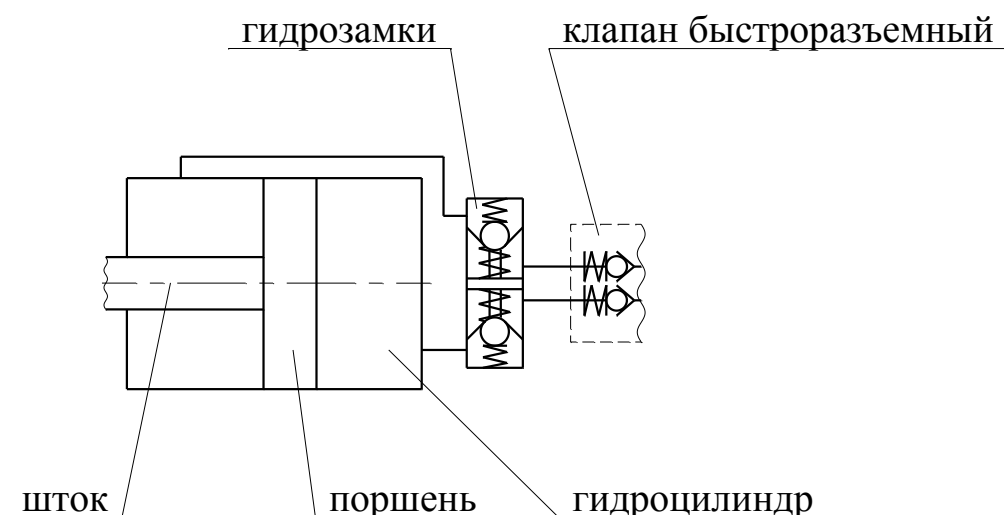


Рисунок 3.2 – Силовая часть инструмента «НКГ-1»

Блок управления упрощается, в нем остается только золотник управления и быстроразъемные клапана согласно рисунку 3.3.

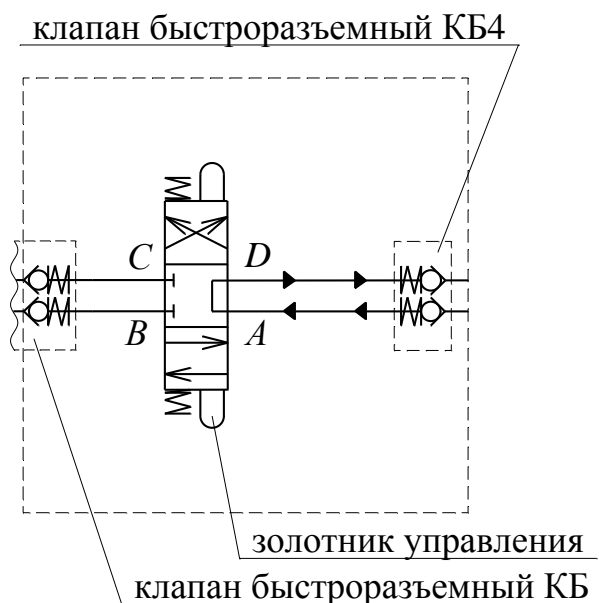


Рисунок 3.3 – Блок управления инструмента «НКГ-1»

В итоге получили гидравлическую схему инструмента «НКГ-1» согласно рисунку 3.4.

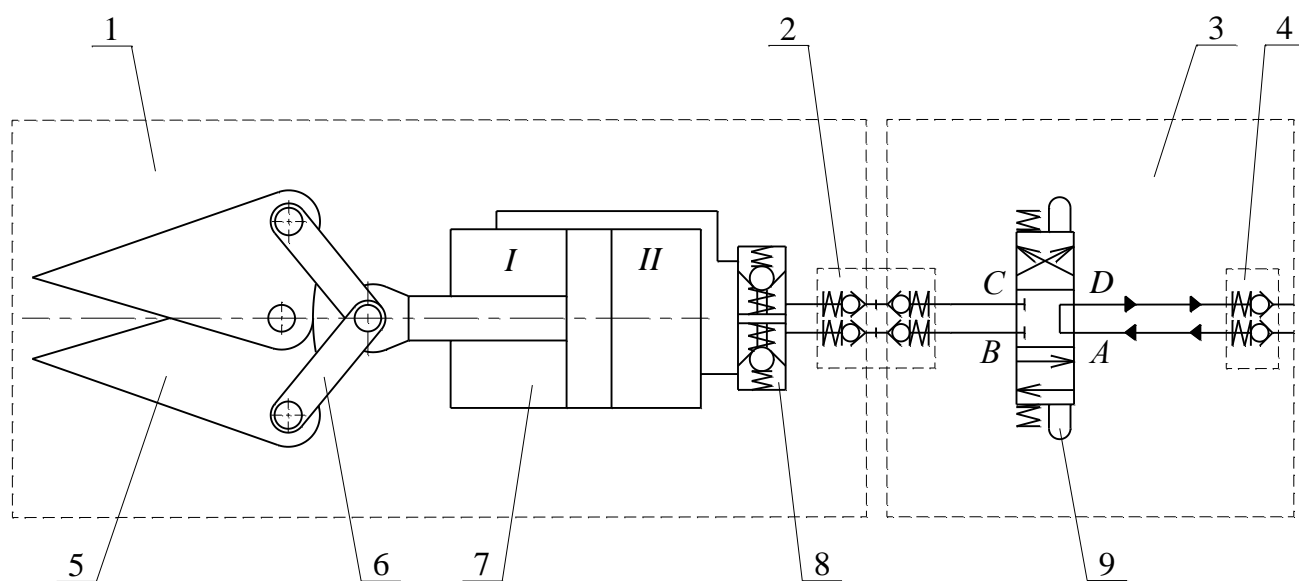


Рисунок 3.4 – Гидравлическая схема «НКГ-1»:

1 – изделие, 2 – клапан быстроразъемный КБ, 3 – блок управления БУ, 4 – клапан быстроразъемный КБ4, 5 – ножи, 6 – шатуны, 7 – гидроцилиндр, 8 – гидрозамки, 9 –золотник управления.

При нажатии на кнопку управления золотником таким образом, что золотник переместится вверх, тогда напорный канал А совместится с каналом В, а канал С с каналом слива D. Поступая по каналам А – В, нагнетательная жидкость проходит

через быстроразъемные клапана (2) и поступает в гидрозамок (8). Далее она продавливает нижний гидрозамок (8) и затем по каналу жидкость попадает в бесштоковую полость II гидроцилиндра (7). Под действием давления жидкости шток гидроцилиндра (7) перемещается влево и через шатуны (6) происходит сведение ножей (5). Одновременно с этим из полости I гидроцилиндра (7) по каналу рабочая жидкость при помощи челнока продавливает верхний гидрозамок (8) и через каналы С – D уходит на слив. Аналогично происходит разведение ножей, при нажатии на кнопку управления золотником таким образом, что золотник управления переместится вниз, канал А совместится с каналом С, канал В с каналом D. В таком случае рабочая жидкость поступит в штоковую полость I гидроцилиндра (7). Шток переместится вправо и ножи (5) разойдутся.

При нажатии на кнопку управления золотников спасателем в нейтральное положение золотник установится посередине при помощи возвратной пружины. В этот момент оба канала становятся открытыми для нагнетания жидкости, и жидкость, не способная продавить оба гидрозамка, возвращается по сливному каналу, т. е. напорный канал А соединяется с каналом слива D, а жидкость, которая находится в полостях I и II гидроцилиндра, остается заперта гидрозамками.

### 3.2 Расчет гидрозамков

Гидрозамки изготавливают как односторонние (с одним запорным элементом), так и двухсторонние (с двумя запорными элементами). В данном случае применяем односторонние гидрозамки в количестве 2 штук.

Сила, действующая со стороны жидкости на единицу площади поверхности, определяется по формуле по методике Башта, Т.М. [1]

$$F = S_{\text{сеч}} \cdot p, \quad (3.1)$$

где  $S_{\text{сеч}}$  – площадь сечения проходного отверстия, мм;

$p$  – давление жидкости, Па.

Площадь сечения проходного отверстия определяется по формуле по методике Башта, Т.М. [1]

$$S_{\text{сеч}} = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.2)$$

где  $D$  – диаметр проходного отверстия, мм.

Для того, чтобы производить разведение и сведение ножей необходимо выполнить условие

$$F_1 > F_2,$$

где  $F_1$  – сила, действующая со стороны жидкости от насосной станции;

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$F_2$  – сила, действующая со стороны рабочей жидкости, при перемещении штока.

Необходимо найти диаметр  $D_1$  согласно рисунку 3.5.

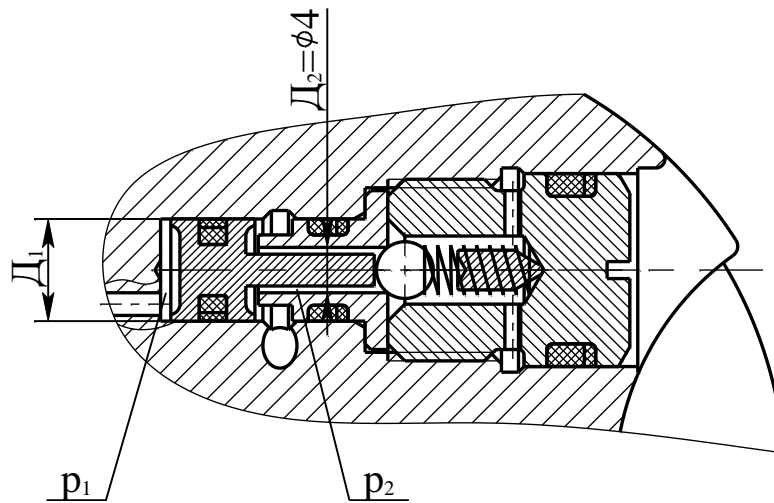


Рисунок 3.5 – Гидрозамок в разрезе

Приравняем силу  $F_1$  к силе  $F_2$  и получим уравнение

$$F_1 = F_2 \quad (3.3)$$

В уравнение 3 подставим уравнение 1 и 2 и получим

$$\frac{\pi D_1^2}{4} p_1 = \frac{\pi D_2^2}{4} p_2 \quad (3.4)$$

Сократим обе стороны уравнения 4 на  $\pi/4$  и получим

$$D_1^2 \cdot p_1 = D_2^2 \cdot p_2, \quad (3.5)$$

где  $D_1$  – искомый диаметр, мм;

$D_2 = 4$  мм – диаметр седла (принимается конструктивно);

$p_1 = 18$  МПа =  $18 \cdot 10^6$  Па – принятое давление на насосной станции «ПАО Агрегат»;

$p_2 = 80$  МПа =  $80 \cdot 10^6$  Па – рабочее давление жидкости.

Из уравнения 5 выразим  $D_1$

$$D_1 = \sqrt{\frac{D_2^2 \cdot p_2}{p_1}}$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4^2 \cdot 80 \cdot 10^6}{18 \cdot 10^6}} = 8,43 \text{ (мм)}$$

Принимаем большее значение  $D_1 = 9$  мм. Аналогично для второго гидрозамка  $D_1 = 9$  мм.

### 3.3 Проектирование корпуса гидрозамков

В процессе работы инструмента сила жидкости  $Q_{ж}$  будет стремиться вырвать корпус гидрозамков из корпуса гидроцилиндра согласно рисунку 3.6.

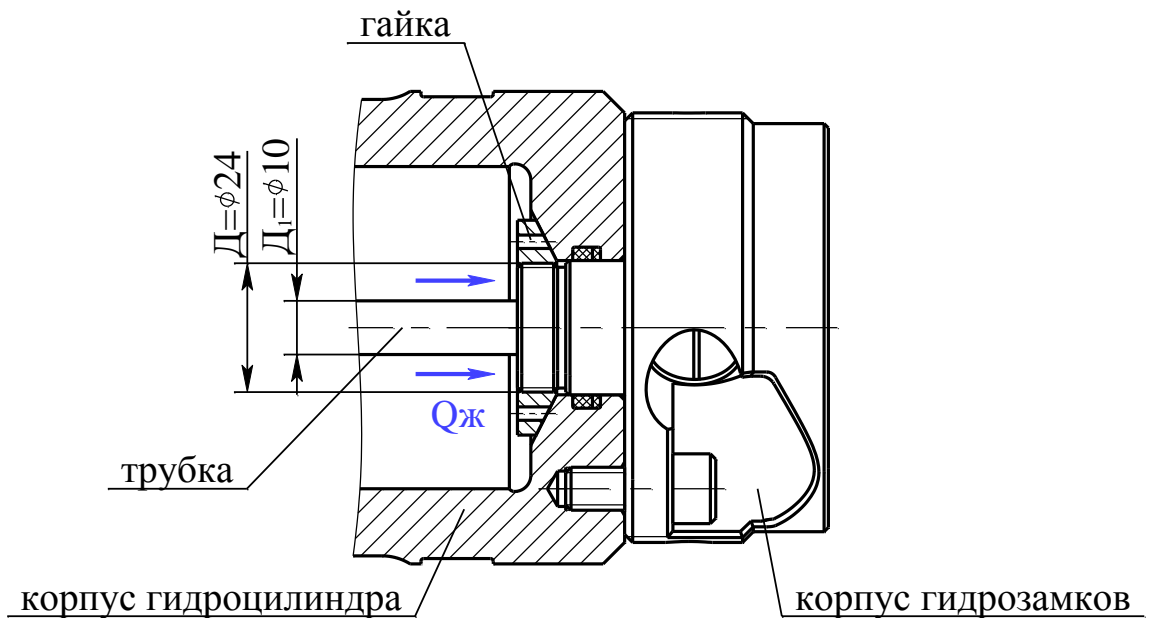


Рисунок 3.6 – Эскиз для расчета корпуса гидрозамка

Корпус гидрозамков крепится к гидроцилиндру с помощью гайки и двух стандартных болтов.

Расчет будем вести на срез резьбы гайки и резьбы корпуса гидрозамков.

Материал гайки – Сталь 30ХГСА, материал корпуса гидрозамков – алюминиевый сплав В95Т1.

Условие прочности резьбы на срез определяется по формуле по методике Клокова В.Г. [2]

$$\tau_{ср} = \frac{Q_{ж}}{F_{ср}} \leq [\tau_{ср}], \quad (3.6)$$

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

где  $Q_{ж}$  – осевая сила, действующая от жидкости, Н;

$F_{ср}$  – площадь среза витков нарезки, м<sup>2</sup>;

$[\tau_{ср}]$  – допустимое касательное напряжение на срез, МПа.

Для Стали 30ХГСА  $[\tau_{ср}] = 2200 \text{ кгс/см}^2 = 220 \cdot 10^6 \text{ Па}$  по методике Зубченко А.С. [3].

Для В95Т1  $[\tau_{ср}] = 180 \text{ Н/мм}^2 = 150 \cdot 10^6 \text{ Па}$  по методике Альтман М.Б. [5].

Осевая сила определяется по формуле

$$Q_{ж} = \frac{\pi(D^2 - D_1^2)}{4} p_{р.ж.},$$

где  $D = 24 \text{ мм} = 0,024 \text{ м}$  – наружный диаметр резьбы корпуса гидрозамков;

$D_1 = 10 \text{ мм} = 0,01 \text{ м}$  – диаметр трубки;

$p_{р.ж.} = 80 \cdot 10^6 \text{ Па}$  – рабочее давление жидкости.

$$Q_{ж} = \frac{3,14(0,024^2 - 0,01^2)}{4} 80 \cdot 10^6 = 29892,8 \text{ (Н)}$$

Площадь среза витков нарезки для гайки определяется по формуле по методике Клокова В.Г. [2]

$$F_{ср.г} = \pi dkH_{г} \quad (3.7)$$

Площадь среза витков нарезки для корпуса гидрозамков (болта) методике Клокова В.Г. [2]

$$F_{ср.б} = \pi d_1 kH_{б}, \quad (3.8)$$

где  $d = 24 \text{ мм} = 0,024 \text{ м}$  – наружный диаметр резьбы М24х1;

$d_1 = 22,917 \text{ мм} = 0,0229 \text{ м}$  – внутренний диаметр резьбы М24х1, стр.196, по методике Белкина И.М. [6];

$k$  – коэффициент, учитывающий тип резьбы. Для метрической резьбы для гайки  $k = 0,88$ ; для болта  $k = 0,75$ ;

$H_{г} = H_{б} = 7,5 \text{ мм} = 0,0075 \text{ м}$  – высота гайки и длина резьбовой части болта.

Рассчитаем резьбу гайки. Подставим в формулу 6 уравнение 7 и получим

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ж}}}{\pi d k H_{\Gamma}}$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{29892,8}{3,14 \cdot 0,024 \cdot 0,88 \cdot 0,0075} = 60,1 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$$

$$\tau_{\text{ср}} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

$60,1 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq 220 \cdot 10^6 \text{ Па}$ , условие прочности для гайки выполнено.

Рассчитаем резьбу корпуса гидрозамков. Подставим в формулу 6 уравнение 8 и получим

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ж}}}{\pi d_1 k H_{\Gamma}}$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{29892,8}{3,14 \cdot 0,0229 \cdot 0,75 \cdot 0,0075} = 73,9 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$$

$$\tau_{\text{ср}} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

$73,9 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq 150 \cdot 10^6 \text{ Па}$ , условие прочности для корпуса гидрозамков выполнено.

### 3.4 Система отверстий корпуса гидрозамков

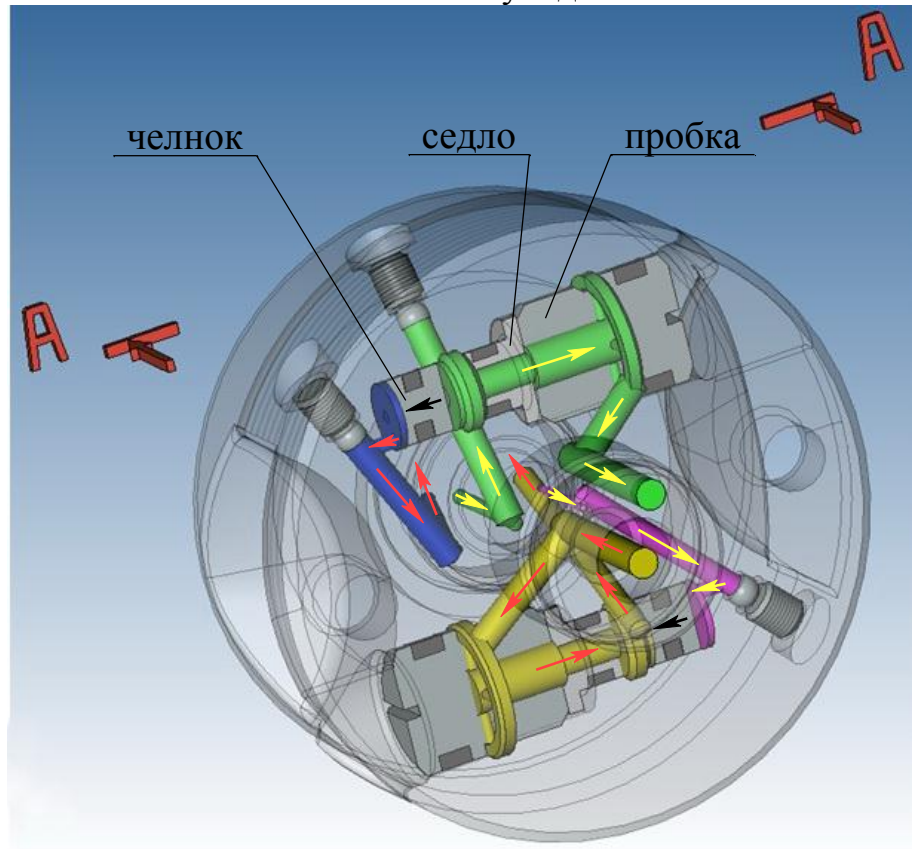
Корпус гидрозамка для осуществления сведения ножей указан согласно рисунку 3.7. Синим, зеленым, желтым и сиреневым цветом обозначена рабочая жидкость. Жидкость, обозначенная зеленым цветом, подается в бесштоковую полость гидроцилиндра. Она перемещает верхний челнок влево, и жидкость, обозначенная синим цветом, уходит на слив. Одновременно с подачей жидкости зеленого цвета подается жидкость, обозначенная сиреневым цветом, которая перемещает нижний челнок влево. Нижний челнок в свою очередь, преодолевая усилие пружины, перемещает шарик (сеч. А-А) и тем самым открывает канал для жидкости желтого цвета, которая вытесняется из штоковой полости и уходит на слив.

Корпус гидрозамка для осуществления разведения ножей указан согласно рисунку 3.8. Жидкость, обозначенная желтым цветом, подается в штоковую полость гидроцилиндра. Она перемещает нижний челнок влево, и жидкость, обозначенная сиреневым цветом, уходит на слив. Одновременно с подачей жидкости желтого цвета подается жидкость, обозначенная синим цветом, которая перемещает верхний челнок вправо. Верхний челнок в свою очередь, преодолевая усилие пружины,

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



перемещает шарик и тем самым открывает канал для жидкости зеленого цвета, которая вытесняется из бесштоковой полости и уходит на слив.



→ подача жидкости  
→ слив жидкости

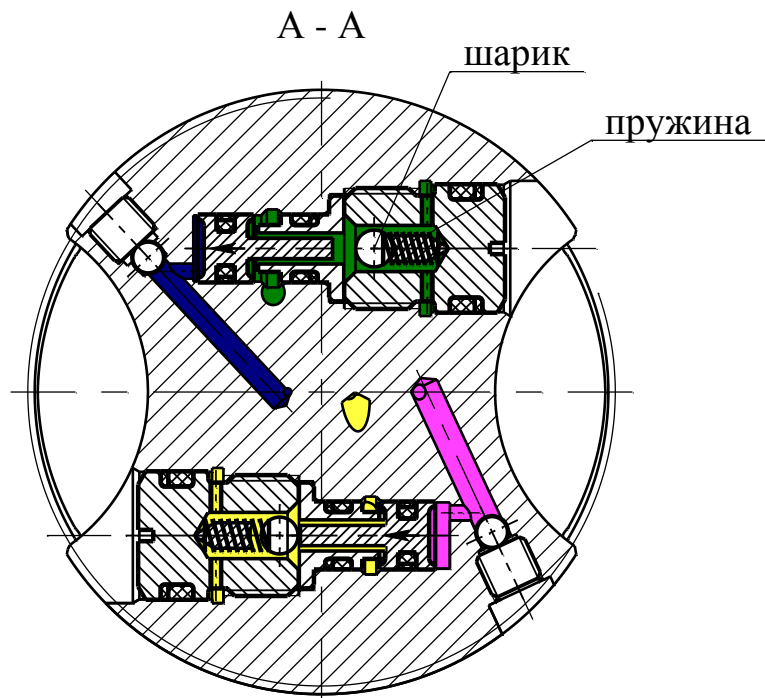


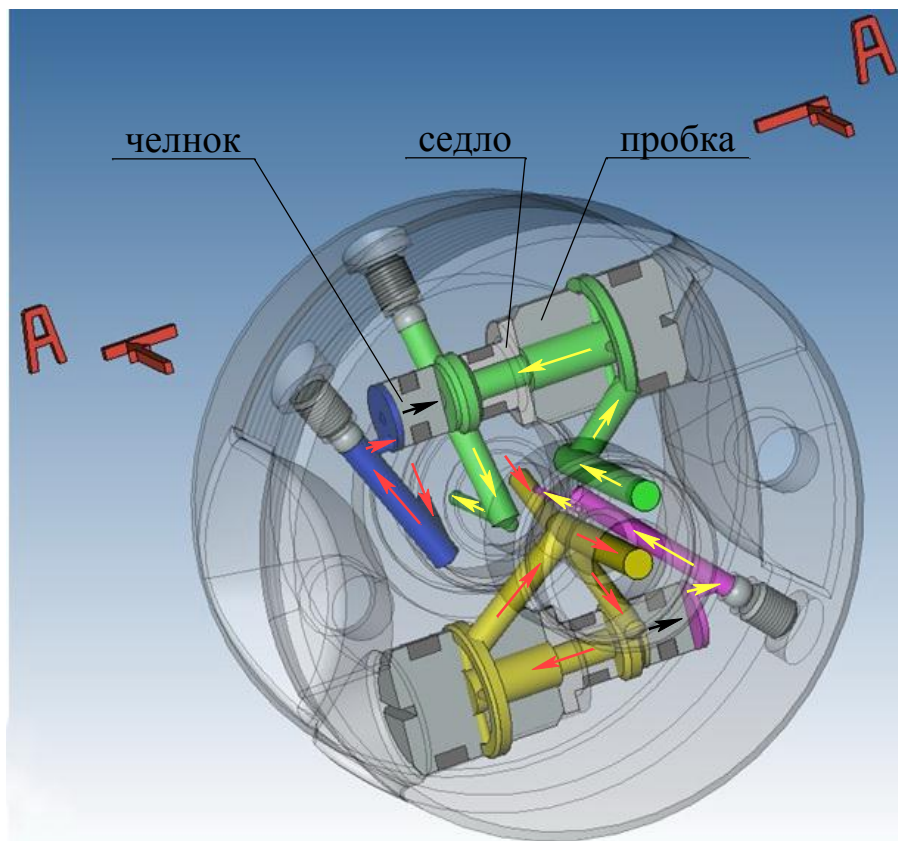
Рисунок 3.7 – Эскиз корпуса гидрозамка для сведения ножей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.156.000 ПЗ

Лист

28



→ подача жидкости  
→ слив жидкости

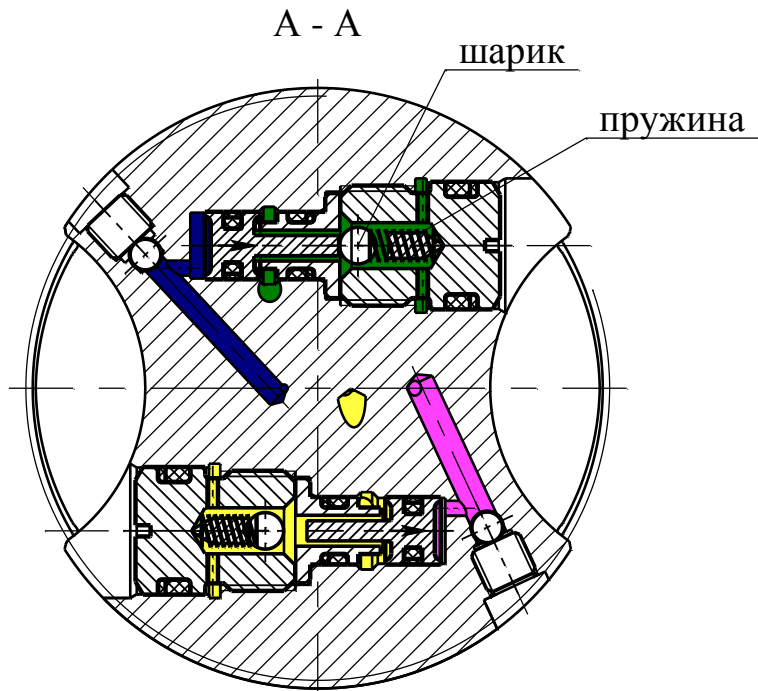


Рисунок 3.8 – Эскиз корпуса гидрозамка для разведения ножей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.156.000 ПЗ

Лист

29

### 3.5 Проектирование корпуса гидроцилиндра

В корпусе гидроцилиндра меняю посадочное место  $\text{Ø}25\text{H}7$  под фланец  $\text{Ø}25\text{f}7$ ,  $\text{Ø}30\text{H}8$  под уплотнительное кольцо и конусное отверстие под углом  $126^\circ$  для гайки. Материал гидроцилиндра алюминиевый сплав В95.

Рассчитаем корпус на прочность согласно рисунку 3.9.

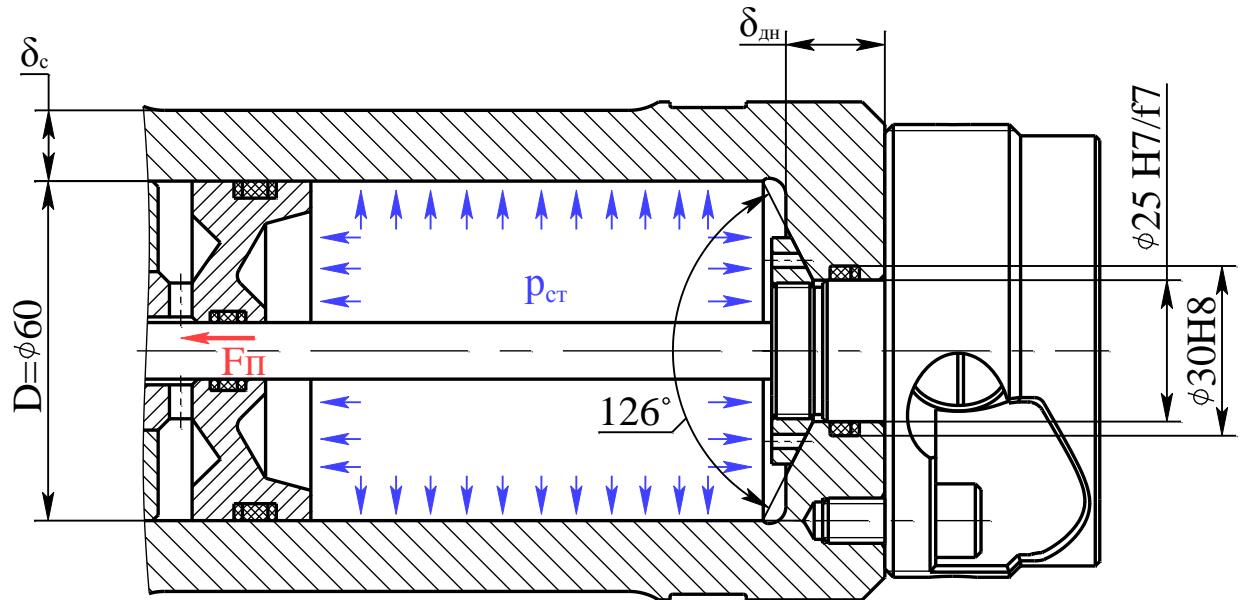


Рисунок 3.9 – Эскиз для расчета корпуса гидроцилиндра

Определим толщину стенки корпуса гидроцилиндра по формуле по методике Пастоева И.А. [4]

$$\delta_c \geq \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{[\sigma_p] + p}{[\sigma_p] - p}} - 1 \right), \quad (3.9)$$

где  $D = 60 \text{ мм} = 0,06 \text{ м}$  = внутренний диаметр гидроцилиндра;

$[\sigma_p] = 22 \text{ кгс/мм}^2 = 220 \cdot 10^6 \text{ Па}$  – допускаемое напряжение растяжения материала В95 по методике Альтман М.Б. [5];

$p$  – расчетное давление, Па.

Расчетное давление определяется по формуле

$$p = 1,2p_{ст}, \quad (3.10)$$

где  $p_{ст} = 18 \cdot 10^6 \text{ Па}$  – давление на насосной станции.

Подставим в формулу 9 формулу 10 и получим

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$\delta_c \geq \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{[\sigma_p] + 1,2p_{ст}}{[\sigma_p] - 1,2p_{ст}}} - 1 \right)$$

$$\delta_c \geq \frac{0,06}{2} \left( \sqrt{\frac{(220 + 1,2 \cdot 18) \cdot 10^6}{(220 - 1,2 \cdot 18) \cdot 10^6}} - 1 \right) = 0,003(\text{м}) = 3 (\text{мм})$$

Принимаю конструктивно  $\delta_c = 12,5$  мм.

Определим толщину дна гидроцилиндра по формуле по методике Пастоева И.А. [4]

$$\delta_{дн} \geq 0,4D \sqrt{\frac{p}{[\sigma_p]}}$$

$$\delta_{дн} \geq 0,4 \cdot 0,06 \sqrt{\frac{1,2 \cdot 18 \cdot 10^6}{220 \cdot 10^6}} = 0,008 (\text{м}) = 8 (\text{мм})$$

Принимаю конструктивно  $\delta_{дн} = 17,5$  мм.

### 3.6 Проектирование присоединительных элементов

В качестве присоединительных элементов используются быстроразъемные клапана. Клапан быстроразъемный базового варианта указан согласно рисунку 3.10. В связи с тем, что клапан быстроразъемный в модернизированном изделии устанавливается в корпусе гидрозамков, конструкция клапана меняется согласно рисунку 3.11. Изменения конструкции заключается в следующем:

- трубка-клапан меняет конструкцию и заменяет распределитель;
- опора заменяется на упор и в соответствии с этим меняется пружина;
- трубка, которая служит для подачи рабочей жидкости в штоковую полость корпуса гидроцилиндра, меняет длинные размеры посадочных мест.

Подача рабочей жидкости в полости гидроцилиндра осуществляется следующим образом: клапан быстроразъемный блока управления навинчивается на резьбу кольца резьбового (см. рисунок 3.11) и продавливает ползун, соединяя изделие с одним из каналов (нагнетание/слив) в зависимости от положения золотника. Одновременно с этим блок управления продавливает шарик и соединяет изделие с другим каналом.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

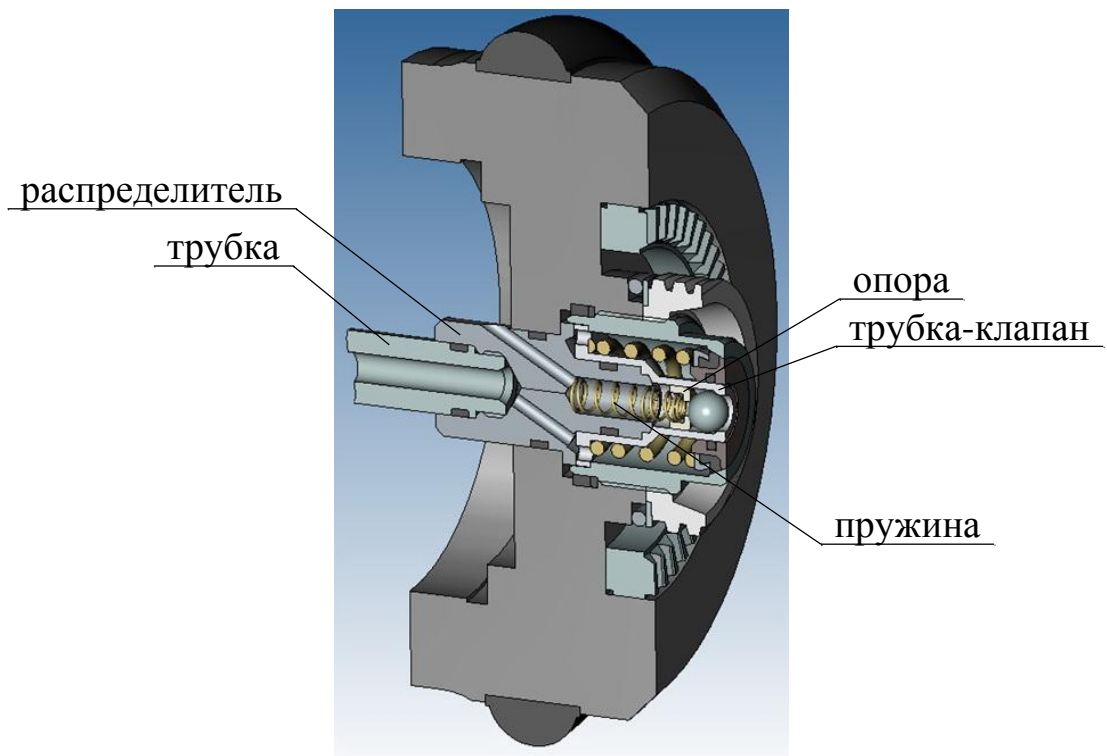


Рисунок 3.10 – Клапан быстроразъемный базового изделия

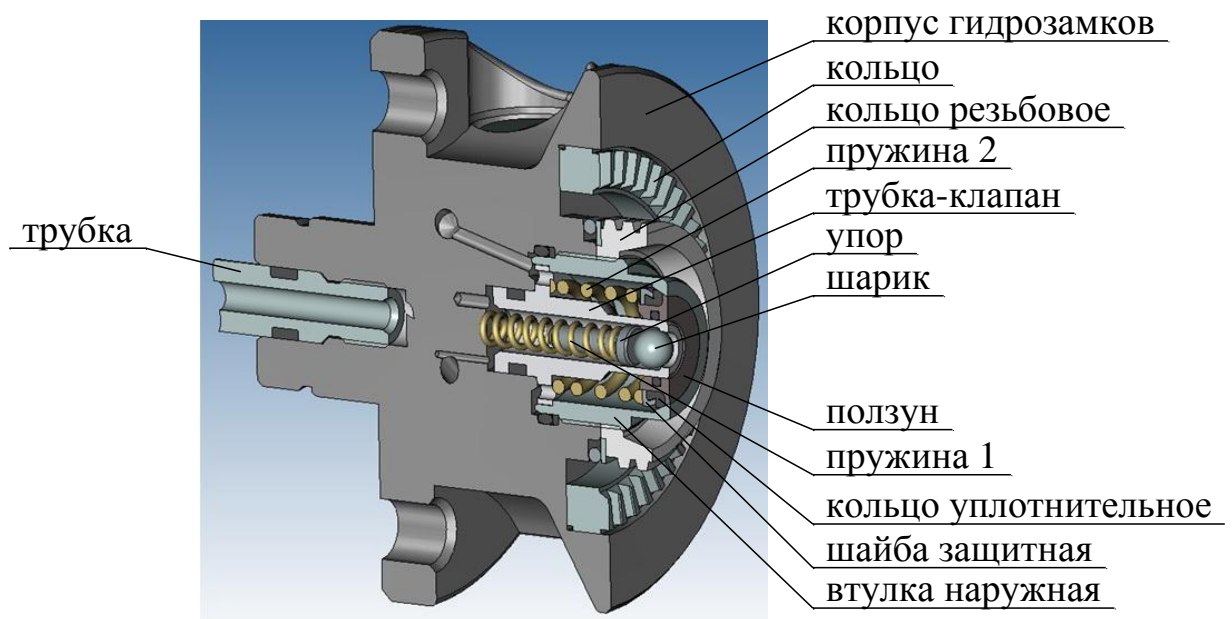


Рисунок 3.11 – Клапан быстроразъемный модернизированного изделия

### 3.7 Компоновка изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4М»

В результате модернизации изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4» получили изделие согласно рисунку 3.12.

Принцип работы изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4М» (см. рисунок 3.12): от насосной станции через шланги рабочая жидкость поступает в блок управления. Когда спасатель нажимает на кнопку управления золотником в положение на раскрытие ножей (5), рабочая жидкость преодолевая усилие пружины одного из гидрозамков продавливает шарик и поступает в штоковую полость гидроцилиндра (4). Шатуны (11) закреплены с поршнем (9) через вилку 2 (2) на оси 1 (6). Ножи закреплены стационарно на вилке 1 (1) осью 2 (7), а другим концом соединены с шатунами пальцами (8). Когда поршень перемещается влево и тянет за собой один конец шатунов, другим концом шатуны заставляют вращаться ножи относительно оси 2. Верхний нож вращается по часовой стрелке, а нижний – против часовой стрелки, таким образом происходит разведение ножей.

Сведение ножей происходит аналогично. Рабочая жидкость поступает в бесштоковую полость гидроцилиндра, шток перемещается влево и шатуны заставляют вращаться верхний нож против часовой стрелки, а нижний – по часовой стрелке.

Когда нам необходимо в процессе работы отсоединить блок управления, спасатель прекращает воздействие на кнопку управления золотником, и с помощью возвратных пружин золотник устанавливается в положение на нейтраль. В этот момент нагнетающий канал соединяется с каналом слива, гидрозамки при падении давления запирают жидкость, которая находится в штоковой и бесштоковой полостях при помощи шариков. Далее можно произвести отсоединение блока управления. При удержании груза ножами жидкость будет стремиться слиться по каналам в окружающую среду, но гидрозамки будут удерживать напор жидкости, и груз соответственно будет удерживаться инструментом.

Технические характеристики изделия не меняются. Меняются габаритные размеры и вес. Габаритные размеры (LxVxH): ножниц 645x202x155 (мм), кусачек 575x202x155 (мм). Вес: ножниц 12,5 кг, кусачек 12,3 кг.

### 3.8 Проектирование узла рукоятки

Существующие комбинированные ножницы автономные КНР–80 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 12X18H10T, с выполнением внутренней части в виде конуса и выполнением электрополивки после механической обработки для улучшения отражения. Фиксирующим элементом диода в ручки будет вкладыш из фторопласта, он обеспечивает необходимую изоляцию. Для изоляции в месте припоя проводов используем термоусадочные трубки. Конструкция крепления светодиодов показана согласно рисунку 3.13

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

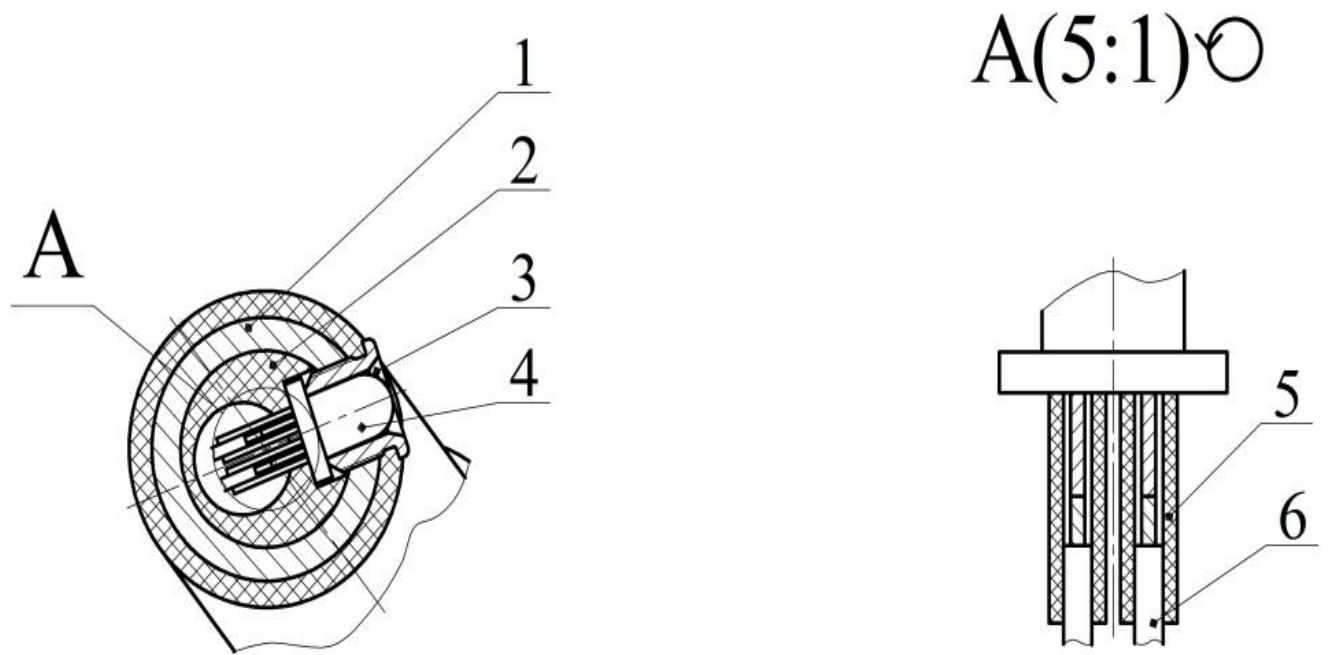


Рисунок 3.13 – Конструкция крепления светодиодов:

- 1 – ручка; 2 – вкладыш; 3 – гайка отражатель;  
 4 – светодиод DFL-5013UWW-6;  
 5 – термоусадочная трубка; 6 – провода.

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.

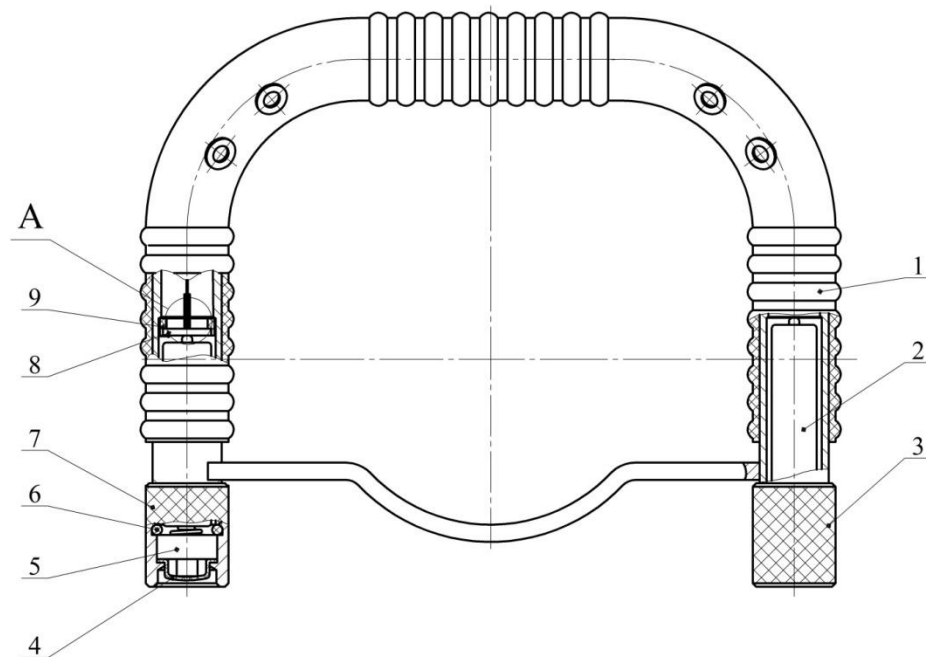
Для этих целей наиболее подходит светодиодный фонарик товарной марки "Яркий луч" модель T1-EAN код: 4606400104605.

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 ручки делается расточка.

С другой стороны на ручку устанавливается заглушка, под которую предлагаю закладывать запасной элемент питания.

Конструкция узла рукоятки показана согласно рисунку 3.14



A(5:1)

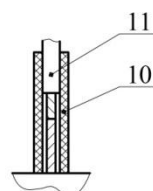


Рисунок 3.14 – Конструкция узла рукоятки:  
 1 – ручка; 2 – элемент питания; 3 – заглушка; 4 – чехол; 5 – кнопка;  
 6 – уплотнительное кольцо; 7 – корпус кнопки; 8 – плата;  
 9 – держатель платы; 10 .

### 3.9 Испытания изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4М»

Технические требования для испытываемого изделия приведены согласно таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические требования

Наименование	Единицы измерения	Значение
давление рабочей жидкости	МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	80 <sup>+9</sup> (800 <sup>+90</sup> )
max Ø перекусываемого прутка из Стали 20	мм	30
max сила стягивания	кН	65
max сила расширения	кН	98

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

15.03.05.2017.156.000 ПЗ

Лист

35



В процессе испытаний изделие должно быть полностью герметично.

В качестве рабочей жидкости применяется масло Гидроникойл FH51 MIL-H-5606.

В качестве средства измерения давления в линии нагнетания используется манометр с пределами измерения 0...160 МПа (0...1600 кгс/см<sup>2</sup>) и классом точности 1,5.

Гидравлический стенд имеет давление рабочей среды 120 МПа (1200 кгс/см<sup>2</sup>). В качестве средства измерения силы служит тензодатчик с пределом измерения до 150 кН.

Схема проверки изделия на герметичность и прочность представлена согласно рисунку 3.13. Изделие устанавливаем в приспособлении на пальцы 23, размещаем в защитной кабине и подключаем к магистрали стенда с помощью быстросъемных клапанов 15 и 16. Блок управления 14 подключаем к стенду 1 с помощью быстросъемных клапанов 11 и 12. С помощью стенда устанавливаем нагрузку F на ножи 21. Кнопку управления золотником 13 на блоке управления 14 устанавливаем в положение на раскрытие ножей 21. Включаем стенд 1. За счет того, что насос имеет эксцентриковый вал 3, рабочая жидкость из бака 8 поступает сначала на плунжер первой ступени 5, а затем на плунжер второй ступени 2. После жидкость попадает в блок управления 14, далее через гидрозамок 17 в штоковую полость I гидроцилиндра 18, перемещая поршень вправо, тем самым заставляя ножи 21 раскрыться. Ножи через упоры воздействуют на тензодатчики 22, которые измеряют усилие выдаваемое агрегатом и преобразуют величину деформации в электронный сигнал. Предохранительный клапан 9 настраиваем на давление жидкости 82 МПа. При достижении давления 82 МПа, которое мы фиксируем на манометре 10, снимаем показания с тензодатчика 20. Расширяющая сила равна 65 кН. В таком положении изделия выдерживаем в течение 30 сек. Затем кнопку управления золотником 13 устанавливаем в положение на нейтраль, отсоединяем блок управления 14 от изделия 19 и выдерживаем в течение 30 сек. Контролируем положение ножей (величина просадки не более 2 мм). Величина просадки ножей составила 1,5 мм. Затем вновь подключаем блок управления 14 к изделию 19. Кнопку управления золотником 13 устанавливаем в положение на раскрытие ножей 21. Повышаем давление свыше 82 МПа, при этом контролируем срабатывание предохранительного клапана 9, выдерживаем изделие 19 в течение 15...20 сек и сбрасываем давление до 0. Испытание повторяем в положении кнопки управления на закрытие ножей 21. При достижении давления 82 МПа, тензодатчик 22 показал усилие равное 98 кН.

Испытание по перекусыванию прутка проводим по той же схеме (см. рисунок 3.13). Изделие 19 устанавливаем в приспособление с защитным кожухом и подключаем к стенду 1. Кнопку управления золотником 13 устанавливаем в положение на закрытие ножей 21. В изделие устанавливаем прутки Ø 30 мм и производим 2...3 перекусывания. Контролируем внешний вид режущих кромок, сколы, замятины. Дефекты отсутствуют.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По результатам испытания составим графики зависимости усилий на ножах от рабочего давления. График зависимости силы стягивания от рабочего давления представлен согласно рисунку 3.15.

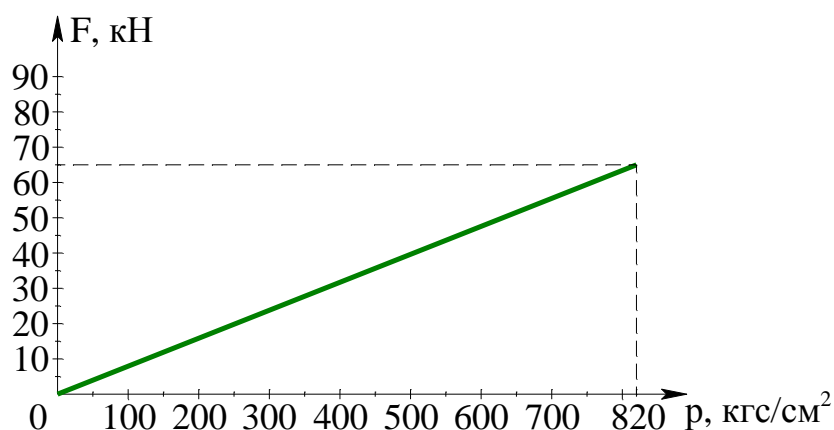


Рисунок 3.15 – График зависимости силы стягивания от рабочего давления

График зависимости силы расширения от рабочего давления представлен согласно рисунку 3.16.

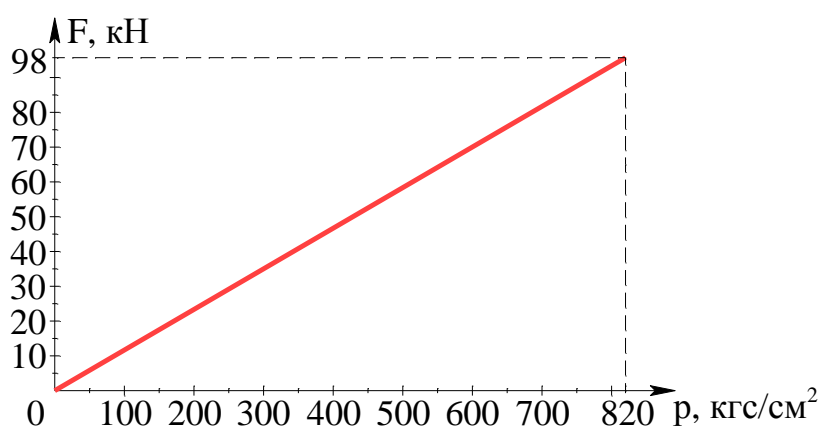


Рисунок 3.16 – График зависимости силы расширения от рабочего давления

#### Выводы по разделу три

Разработана гидравлическая схема модернизированного инструмента «НКГ-С4М»; произведен расчет гидрозамков; расчет корпуса гидрозамков и корпуса гидроцилиндра на прочность; описана система отверстий корпуса гидрозамков; описаны применяемые присоединительные элементы; получена компоновка изделия «НКГ-С4М» и описан принцип работы изделия. Предоставлены данные по испытаниям изделия, на основании которых делаем заключение: изделие «НКГ-С4М» выдержало испытания, при отсоединении блока управления на нагруженном изделии ножи остаются в фиксированном положении. Инструмент в ходе испытания – герметичен.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1 Обеспечение безопасности при работе с оборудованием

Применение изделия не по назначению или приложение нагрузок сверх допустимых мер может привести к опасным ситуациям.

При эксплуатации запрещается:

- использование изделия персоналом, не ознакомившимся с руководством по эксплуатации;
- использовать изделие с источником, создающим давление, превышающее максимальное;
- применение жидкости, на которое не рассчитано изделие;
- оставлять изделие без присмотра при работе;
- производить ремонтные работы на работающем изделии;
- работа с изделием при наличии течи;
- находиться под поднимаемым или опускаемым грузом;
- работать в атмосфере, где искра от перекусывания может вызвать взрыв;
- изделия не должно использоваться персоналом, который перед этим принимал спиртное, наркотики или сильнодействующие лекарства.

При работе с инструментом следует:

- следить за обстановкой в рабочей зоне, знать и соблюдать безопасные приёмы работы с инструментом в зависимости от вида материала и особенности конструкции устройств, находящихся в непосредственном контакте с инструментом;
- следить за рабочей магистралью инструмента, не допускать её изломов, перегибов и других повреждений;
- перед запуском проверить надёжность крепления всех узлов и агрегатов;
- в случае обнаружения неисправности, немедленно прекратить работу.

Запрещается использовать аварийно-спасательный инструмент при:

- нарушении целостности электрической изоляции проводов, инструмента, приборов;
- слабом креплениидвигающихся (вращающихся) частей (узлов) инструмента, прибора;
- при наличии следов деформации.

Ношение средств индивидуальной защиты (СИЗ) необходимо для того, чтобы свести к минимуму риск для обслуживающего персонала при работе с гидравлическими устройствами. Важно носить следующую защитную одежду во время выполнения работ:

- рабочая одежда с облегающими рукавами и без выступающих наружу частей должна одеваться для выполнения работы. Она используется главным образом для защиты от зацепления во время транспортировки оборудования или перемещения его частей;
- обувь со специальными носками и подошвой всегда должна надеваться для защиты от падающих тяжелых предметов или их частей и от проскальзывания на скользкой поверхности;

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- специальные рабочие перчатки следует носить при работе с оборудованием для защиты от острых краев и осколков стекла;
- каска должна надеваться для защиты от летящих или падающих предметов или их частей
- защитные очки должны одеваться для защиты глаз от откалывающих осколков стекла и т.п.;
- для проведения определенных работ дополнительно необходимо также использовать шумопоглощающие средства, чтобы избежать повреждения слуха.

Существует непосредственная угроза для жизни при использовании изделий в местах контакта с токоведущими линиями. В связи с этим необходимо соблюдать следующие правила:

- перед использованием изделия необходимо обесточить место работы;
- работы по обесточиванию токоведущих линий должен выполнять квалифицированный электрик;
- токоведущие линии должны быть обесточены таким образом, чтобы исключить самопроизвольного включения.

Шум, возникающий в области проведения работ, может вызвать повреждения слуха. Поэтому:

- нужно применять шумопоглощающие средства при проведении данных работ;
- не оставаться в опасной зоне больше чем это требуется.

Из-за появления гидравлической жидкости (масла) под давлением могут возникнуть серьезные повреждения и существует непосредственная угроза для жизни. Поэтому необходимо:

- следить за изделием во время работы и в случае появления жидкости немедленно прекратить использование изделия и выключить его;
- перед и после использования изделия проверять присоединительные шланги на отсутствие повреждений;
- применять СИЗ;
- избегать контакта гидравлической жидкости (масла) с кожным покровом (надевать защитные перчатки);
- в случае попадания гидравлической жидкости (масла) в рану необходимо срочно удалить гидравлическую жидкость (масло) из раны и обратиться к врачу.

#### 4.2 Расчет предохранительной арматуры

Предохранительная арматура предназначена предохранять трубопроводы, насосы, различные аппараты и сосуды от аварий (разрывов) при повышении давления выше максимально допустимой величины путем сброса рабочей среды. При превышении установленного давления они автоматически открываются, а при достижении нормального - закрываются.

В качестве предохранительной арматуры применяют предохранительные клапаны.

По способу уравнивания давления различают рычажные и пружинные предохранительные клапаны. В первом случае рабочее давление для клапана

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

устанавливается положением груза на рычаге, во втором — регулируется сжатием пружины.

Поскольку при срабатывании предохранительного клапана поступление рабочей среды в объект не прекращается, пропускная способность предохранительного клапана должна быть достаточной, чтобы сброс среды превосходил поступление.

Процесс работы предохранительного клапана можно схематично разделить на пять этапов:

- 1) Давление в объекте и клапане равно рабочему, при этом клапан закрыт плотно.
- 2) Давление возрастает до величины по методике Гуревич Д.Ф. [8]

$$P = K_o \cdot P_o,$$

где  $K_o$  - коэффициент перегрузки клапана;

$P_o$  — номинальное (начальное) давление в установке.

При этом усилие пружины равно усилию от давления среды. В связи с исчезновением силового взаимодействия между уплотняющими кольцами имеет место интенсивная протечка среды при отсутствии видимого хода тарелки клапана.

3) Давление среды возрастает свыше  $K_o \cdot P_o$ , тарелка клапана приподнимается над седлом, и начинается пропуск излишней среды. По мере возрастания давления тарелка клапана перемещается вверх, а расход среды увеличивается.

4) Со сбросом среды давление в объекте снижается и достигает величины, при которой происходит посадка тарелки на седло. По мере снижения давления плотность замка клапана повышается, и протечка среды уменьшается.

5) При достижении рабочего давления клапан плотно закрывается и протечка среды прекращается.

Предохранительный клапан является одним из наиболее ответственных устройств арматуры, поскольку неудовлетворительная работа его может повлечь за собой очень тяжелые последствия. Поэтому выбор размеров предохранительных клапанов и их обслуживание осуществляются в соответствии с положениями, установленными Госгортехнадзором.

Число и размеры предохранительных клапанов в соответствии с требованиями Госгортехнадзора определяются по формуле по методике Гуревич Д.Ф. [8]

$$nD_c h = A \frac{G}{P},$$

где  $n$  — общее число установленных клапанов (рабочих и контрольных);

$D_c$  — внутренний диаметр тарелки клапана (диаметр седла), см;

$h$  — высота подъема клапана, см;

$A$  — коэффициент, равный: для малоподъемных клапанов при высоте подъема

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$h > 0,05 D_c$   $A = 0,0075$ , для полноподъемных при высоте подъема  $h > 0,25 D_c$   
 $A=0,015$ ;

$G$  — номинальная производительность котла, кг/ч;

$P$  — абсолютное давление пара в котле, кг/см .

Предохранительные клапаны изготавливают из чугуна, стали и при особых условиях работы — из других материалов.

Предохранительные клапаны различаются методом выброса среды, числом тарелок, величиной подъема клапана, методом нагружения и т.д.

По методу выброса среды (пара) предохранительные клапаны можно разделить на клапаны открытого типа согласно рисунку 4.16(а), у которых пар непосредственно выпускается в атмосферу, и клапаны закрытого типа согласно рисунку 4.16(б), у которых пар может отводиться в назначенное место. По числу тарелок предохранительные клапаны разделяются на одинарные и двойные; по методу нагружения — на рычажно-грузовые и пружинные. По высоте подъема тарелки предохранительные клапаны разделяются на малоподъемные, у которых высота подъема  $>0,05D_c$ , и полноподъемные, подъем тарелки которых не менее  $0,25D_c$ .

Так как при длительном пребывании в закрытом положении уплотняющие кольца тарелки и корпуса могут «прикипеть», необходимо производить периодическую проверку работоспособности клапана.

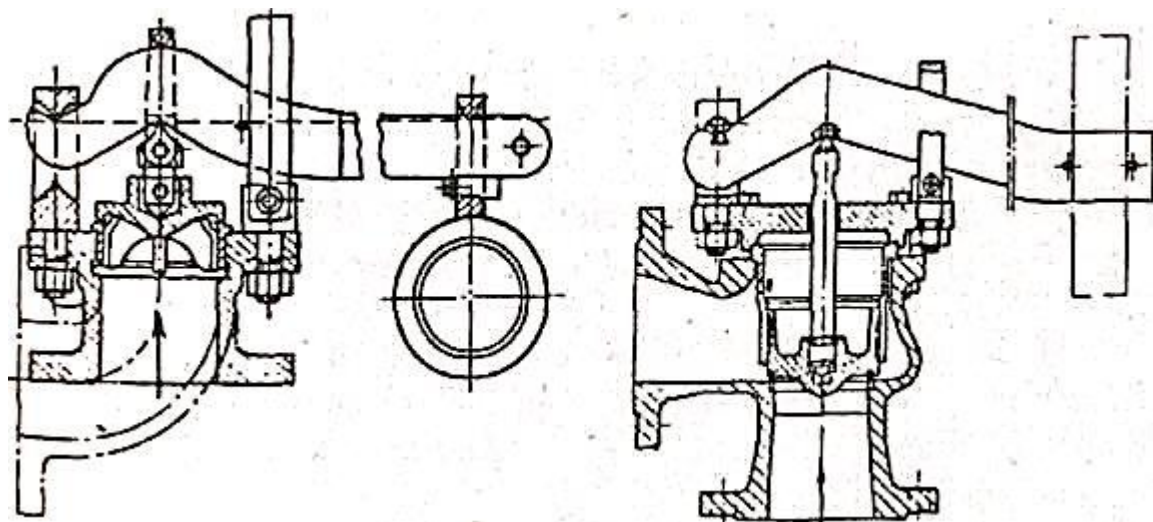


Рисунок 4.16 – Предохранительный клапан грузовой:  
а) открытого типа, б) закрытого типа.

С этой целью предохранительные клапаны снабжаются устройством, позволяющим производить пробное срабатывание («подрыв») клапана.

Это устройство обычно выполняется в виде рычага, действующего на шток тарелки. Чтобы обслуживающий персонал не мог произвольно изменять положение грузов на рычажно-грузовых предохранительных клапанах, грузы стопорятся, а клапаны покрываются кожухами с откидными крышками, запирающимися на замок. В крышке клапана делается прорезь, через которую выпускается цепочка для подъема рычага при продувке.

Пружинные клапаны регулируются путем завинчивания затяжной гайки пружины до распорной контрольной трубки, ограничивающей затяг пружины. Регулировочный барашек и защитный колпак пломбируются.

Предохранительный клапан оборудуется трубами, отводящими пар за пределы котельной при их срабатывании и продувке. В этих трубах предусматривается отвод конденсата.

Требования безопасности при включении арматуры в состав системы:

1) При включении арматуры в состав системы проектировщик системы должен:

- выбирать арматуру, исходя из ее функционального назначения и показателей назначения в части рабочих параметров, сред, условий эксплуатации;

- учитывать вероятность безотказной работы по отношению к критическим отказам арматуры при оценке (анализе) риска системы;

- принимать необходимые меры по устранению или снижению опасности, исходящей от арматуры;

- предусматривать применение арматуры на опасных производственных объектах в порядке, установленном правилами применения технических устройств на опасных производственных объектах.

2) При невозможности полностью устранить опасность, исходящую от арматуры, в том числе с учетом информации от разработчика арматуры, получаемой по 4.3.2, проектировщик системы в сопроводительной ЭД обязан предупредить эксплуатирующую организацию (пользователя) о такой опасности и указать на необходимость принятия соответствующих мер по ее устранению или снижению.

3) Для обеспечения безопасной работы в системах автоматического регулирования при выборе регулирующей арматуры должны быть соблюдены требования ГОСТ 12893 и приведенные в приложении В.

4) Размеры предохранительной арматуры, устанавливаемой на сосуде, ее пропускная способность и количество должны быть выбраны так, чтобы в сосуде не могло создаваться давление, превышающее расчетное давление более чем:

- на 0,05 МПа - для сосудов с давлением до 0,3 МПа включительно;

- на 15% - для сосудов с давлением свыше 0,3 до 6,0 МПа включительно;

- на 10% - для сосудов с давлением свыше 6,0 МПа.

5) Предохранительные клапаны должны быть выбраны так, чтобы их пропускная способность при параметрах эксплуатации не превышала более чем на 40% аварийный расход, который они должны сбросить.

Предохранительные клапаны, приводимые в действие с помощью электроэнергии, должны быть снабжены двумя независимыми друг от друга источниками питания. В электрических схемах, где отключение энергии вызывает импульс, открывающий клапан, допускается один источник питания.

б) Обратная арматура может быть снабжена демпфирующим устройством, предназначенным для безударной посадки запирающего элемента на седло, а также для исключения опасного гидравлического удара в системе, где установлена данная арматура. Решение о необходимости установки демпфирующего устройства или об отсутствии данной необходимости принимает заказчик после проведения расчетов на гидроудар в системе, в которой предполагается установить обратную арматуру. В обратной арматуре всех DN при отсутствии давления запирающий

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

элемент должен находиться в контакте с седлом.

7) Для пожаро- и взрывоопасных веществ и веществ с токсическим действием 1-го и 2-го классов опасности, а также для сосудов, работающих при криогенных температурах, следует предусматривать систему предохранительных клапанов, состоящую из рабочего и резервного клапанов.

8) Предохранительные клапаны на вертикальных сосудах следует устанавливать на верхнем днище, а на горизонтальных сосудах - на верхней образующей в зоне газовой (паровой) фазы. Предохранительные клапаны следует устанавливать в местах, исключающих образование застойных зон.

9) Предохранительные клапаны следует устанавливать на сосудах или на патрубках (трубопроводах), непосредственно присоединенных к сосуду, на расстоянии от сосуда (трубопровода) не более 5 DN .

10) В присоединительных патрубках (трубопроводах) должна быть обеспечена необходимая компенсация температурных удлинений. Крепление корпуса клапана и трубопроводов должно быть рассчитано с учетом статических нагрузок и динамических усилий, возникающих при срабатывании клапана.

11) Внутренний диаметр и длина отводящего трубопровода должны быть рассчитаны так, чтобы при расходе, равном наибольшей пропускной способности клапана, противодавление в его выходном патрубке не превышало допустимого наибольшего противодавления.

#### 4.3 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях, вызванных терроризмом

Слово «terror» в переводе с латинского языка означает страх, ужас. Именно страх и ужас вызывают у людей действия террористов. Терроризм относится к числу общечеловеческих проблем и является самой распространенной, фантастически жестокой, постоянно возникающей ЧС социального характера. Он формирует у людей стойкое чувство страха, опасности и незащищенности. Террористические акты приводят к массовым человеческим жертвам, уничтожению духовных и материальных ценностей, они сеют вражду, недоверие, страх, панику, провоцируют конфликты и войны.

Терроризм — это один из способов решения политических, религиозных, национальных, финансовых, криминальных, коммерческих, личных и других проблем отдельными людьми или группой единомышленников.

Террористы совершают взрывы, устраивают пожары, угоняют самолеты, проводят массовые отравления, захватывают заложников, убивают. Свои безжалостные действия они осуществляют без предупреждения. Жертвами террора чаще всего становятся невинные граждане.

В своей деятельности террористы используют новейшие разработки науки и техники, на их вооружении современные компьютеры, системы связи, полиграфическое оборудование, оружие, транспорт. Особенно опасны террористы-смертники, которые готовы пожертвовать своей жизнью «за идею».

Современный мир наполнен огромным количеством разнообразных террористических групп, сект, фанатов, террористов-одиночек. Террористические акты

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



чаще всего организуются, координируются, проводятся в рамках мировой террористической системы, в которую входят известные террористические организации: «Алькаида», «Красные кхмеры», «Ирландская республиканская армия», «Исламское движение сопротивления - ХАМАС», «Тигры освобождения Тамил Элама», «Аум Синрике», «Красные бригады» и др.

Основным оружием террористов является насилие над личностью. Они не останавливаются ни перед чем для достижения своих целей: убийства, насилие, шантаж, захват заложников, взрывы, поджоги и т.д. Чаще всего террористические акты направлены против мирного населения. Излюбленными зонами для террора являются места массового скопления людей, транспортные средства, здания.

Профилактику и борьбу с терроризмом ведут практически все страны нашей планеты, для этого созданы специальные международные организации. Весь мир объединяется для борьбы с терроризмом.

Правила поведения при угрозе террористического акта:

- в случае возникновения подозрительной ситуации: неадекватное поведение отдельных граждан, подозрительный предмет, угроза — незамедлительно сообщите об этом сотрудникам правоохранительных органов;
- не пользуйтесь радиоприборами вблизи подозрительного предмета;
- не предпринимайте попытку самостоятельно обезвредить подозрительный предмет или доставить его в отделение милиции;
- не пытайтесь проникнуть на оцепленную, огражденную, охраняемую зону;
- постарайтесь быстро покинуть опасную зону;
- в случае проведения операции специальными службами с применением огнестрельного оружия быстро лягте на землю, укройтесь за забором, стеной здания, деревом, бордюром;
- если у вас есть информация о готовящемся террористическом акте, незамедлительно сообщите об этом сотрудникам правоохранительных органов;
- если у вас в руках оказался фотоаппарат, видеокамера, постарайтесь зафиксировать максимально возможное количество информации;
- в случае возникновения террористического акта незамедлительно окажите доврачебную помощь пострадавшим, вызовите скорую помощь, сотрудников правоохранительных органов, спасателей.

Безопасные расстояния указаны согласно таблице 5.3

Таблица 5.3 – Безопасные расстояния при обнаружении взрывного устройства.

Взрывное устройство	Расстояние
Граната РГД-5, РГ-42	50 м
Граната Ф-1	200 м
Тротиловая шашка 200 грамм	45 м
Тротиловая шашка 400 грамм	55 м
Банка 0,33 литра	60 м
Чемодан (кейс)	230 м
Дорожный чемодан	250 м
Автомобиль типа «Жигули»	460 м
Автомобиль типа «Волга»	580 м
Микроавтобус	920 м
Грузовая машина (автофургон)	1240 м

Признаки взрывного устройства:

1. Припаркованные вблизи зданий подозрительные бесхозные автомобили.
2. Бесхозные портфели, сумки, чемоданы, пакеты, коробки, свертки, мешки, ящики и т.д.
3. Наличие проводов, антенны, изолянты и т.д.
4. Растяжки из проволоки, веревки, лески и т.д.
5. Наличие на найденном предмете источников электропитания (батарейки).
6. Шум из обнаруженного предмета (щелчки, тиканье часов).

При поступлении угрозы террористического акта по телефону:

1. Не оставлять без внимания ни одного подобного звонка.
2. Передать полученную информацию в правоохранительные органы.
3. Постараться дословно запомнить разговор, а лучше записать его на бумаге.
4. Запомнить пол, возраст звонившего и особенности его речи:
  - голос (громкий, тихий, высокий, низкий);
  - темп речи (быстрая, медленная);
  - произношение (отчетливое, искаженное, с заиканием, шепелявое, с акцентом или диалектом);
  - манера речи (развязная, с издевкой, с нецензурными выражениями).
5. Обязательно постараться отметить звуковой фон (шум автомашин или железнодорожного транспорта, звук телевизионной радиоаппаратуры, голоса и т.п.).
6. Отметить характер звонка — городской или междугородный.
7. Зафиксировать точное время начала разговора и его продолжительность.
8. В ходе разговора постараться получить ответ на следующие вопросы:
  - куда, кому, по какому телефону звонит этот человек;
  - какие конкретные требования выдвигает;
  - выдвигает требования лично, выступает в роли посредника или представляет группу лиц;
  - на каких условиях согласны отказаться от задуманного;
  - как и когда с ним можно связаться;
  - кому вы можете или должны сообщить об этом звонке.
9. Постараться добиться от звонящего максимального промежутка времени доведения его требований до должностных лиц или для принятия руководством решения.
10. Еще в процессе разговора постараться сообщить о звонке руководству. Если этого не удалось сделать, то сообщить немедленно по окончании разговора.
11. Не распространять сведения о факте разговора и его содержании.
12. При наличии определителя номера записать номер, что позволит избежать его случайную утрату.
13. При использовании звукозаписывающей аппаратуры сразу после разговора извлечь кассету с записью разговора и принять меры к ее сохранности. Обязательно установить на ее место другую кассету.

При поступлении угрозы террористического акта в письменной форме:

1. Принять меры к сохранности и быстрой передаче письма (записки, дискеты и т.д.) в правоохранительные органы.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. По возможности письмо (записку, дискету и т.д.) положить в чистый полиэтиленовый пакет.
3. Постараться не оставлять на документе отпечатки своих пальцев.
4. Если документ в конверте, то его вскрытие производится только с левой или правой стороны с помощью ножниц.
5. Сохранить все: сам документ, конверт, упаковку, любые вложения. Ничего не выбрасывать.
6. Не позволять знакомиться с содержанием письма (записки) другим лицам.
7. Запомнить обстоятельства получения или обнаружения письма (записки и т.д.).
8. На анонимных материалах не делать надписи, не подчеркивать, не обводить отдельные места в тексте, не писать резолюции и указания. Запрещается их сгибать, мять, сшивать, склеивать.
9. Анонимные материалы направить в правоохранительные органы с сопроводительным письмом, в котором указать конкретные признаки анонимных материалов (вид, количество, каким способом и на чем исполнены, с каких слов начинается и каким заканчивается текст, наличие подписи и т.д.), а также обстоятельства, связанные с их обнаружением или получением.

Правила поведения при возникновении террористического акта.

При перестрелке, если вы на улице:

1. Сразу лягте и осмотритесь, выберите ближайшее укрытие и проберитесь к нему, не поднимаясь в полный рост.
2. При первой возможности спрячьтесь в подъезде жилого дома, подземном переходе и т.д.
3. Примите меры по спасению детей, прикройте их собой.
4. По возможности сообщите о происшедшем сотрудникам милиции.

При перестрелке, если вы в помещении:

1. Немедленно отойдите от окна.
2. Задерните шторы (палкой, шваброй, за нижний край) сидя на корточках.
3. Укройтесь в помещении, окна которого выходят на другую сторону здания.
4. Передвигайтесь по помещению, пригнувшись или ползком.

Если вы ранены:

1. Постарайтесь сами или с помощью других перевязать рану бинтом, платком, куском материи.
2. Остановите кровотечение, прижав вену пальцем к костному выступу, или наложите тугую повязку, используя для этого ремень, косынку, полотенце, полосу прочной ткани.
3. Окажите помощь тому, кто рядом, но в более тяжелом состоянии.
4. Сильно пострадавших посадите на стул или пол, прислоните к стене, если ранения не позволяют, то положите на пол, находитесь рядом и ждите врачей.

Выводы по разделу четыре

В данном разделе рассмотрены три вопроса по обеспечению безопасности при работе с оборудованием, расчет предохранительной арматуры и обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях, вызванных терроризмом. Исходя из это-

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

го, можно сделать вывод, что при работе с аварийно-спасательным инструментом нужно соблюдать определенные правила безопасности, и его эксплуатации. Также необходимо выбрать предохранительную арматуру согласно определенным параметрам, высчитать по формуле, чтобы обеспечить правильность работы, также рассмотрен процесс работы предохранительного клапана, область применения предохранительной арматуры.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 5.1 Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления изделия

Материальные затраты приведены согласно таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Материальные затраты

Наименование	Сумма, руб
Основные материалы (ОМ)	7122,6
Комплектующие и полуфабрикаты покупные (КП)	300
Возвратные отходы (ВО)	213,6

Полная себестоимость (Пс/с) изготовления изделия равна

$$\begin{aligned} \text{Пс/с} &= \text{МПЗ} + \text{ФЗП} + \text{ПР} \\ &= 3504,5 + 27284,5 + 54910,2 = 85699,2 (\text{руб}) \end{aligned}$$

Полные материальные затраты (ПМЗ) равны

$$\begin{aligned} \text{ПМЗ} &= \text{ОМ} + \text{КП} - \text{ВО} \\ \text{ПМЗ} &= 7122,6 + 300 - 213,6 = 7209 (\text{руб}) \end{aligned}$$

Основная заработная плата рабочих приведена согласно таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Основная заработная плата рабочих

Элементы затрат	Сумма, руб
Заработная плата основных производственных рабочих (ОЗПопр)	16920,6
Премия (П)	2443
Уральский коэффициент (Ук)	1809,2

Фонд заработной платы (ФЗП) равен

$$\text{ФЗП} = \text{ОЗПопр} + \text{П} + \text{Ук} + \text{ДЗП} + \text{Осн}$$

где ДЗП = 2971,4 руб. – дополнительная заработная плата;  
Осн = 3140,3 руб. – отчисления на социальные нужды.

$$\text{ФЗП} = 16920,6 + 2443 + 1809,2 + 2971,4 + 3140,3 = 27284,5 (\text{руб})$$

Прочие расходы (ПР) приведены согласно таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Прочие расходы

Элементы затрат	Сумма, руб
Общепроизводственные (ОПР)	44573,8
Общехозяйственные (ОХР)	9425,4
Коммерческие (КР)	911
итого ПР	54910,2

Выводы по разделу пять

Рассчитана ориентировочная себестоимость изготовления изделия, которая составила 85699,2 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы изделие «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4» имеет новую конструкцию с гидрозамками.

Произведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных комбинированных ножниц гидравлических. Отмечены достоинства и недостатки сравниваемых изделий. Описано изделие производителя ПАО «Агрегат», выявлены недостатки инструмента.

Произведен анализ технологической операции, для осуществления которой предназначен объект модернизации. Обоснована необходимость модернизации инструмента.

Разработана гидравлическая схема модернизированного инструмента. Произведены необходимые расчеты конструкции изделия. Представлена компоновка изделия с описанием, а так же даны по испытаниям изделия. По результатам испытания изделие считается годным.

Рассмотрены вопросы по технике безопасности при работе с аварийно-спасательным инструментом. Рассчитана интегральная оценка тяжести труда  $U_T = 48,79$ , которая соответствует четвертой категории тяжести труда. Описаны мероприятия по уменьшению последствий землетрясений.

Произведен ориентировочный расчет себестоимости изделия «Ножницы и кусачки гидравлические НКГ-С4М», которая составила 85699,2 руб.

					15.03.05.2017.156.000 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Башта, Т. М. Машиностроительная гидравлика: справочное пособие / Т. М. Башта. – М.: Машиностроение, 1971. – 672 с.
- 2 Клоков, В. Г. Расчет и проектирование узлов и деталей машин: учебное пособие / В. Г. Клоков, В. В. Ужва. – М.: МГИУ, 2011. – 195 с.
- 3 Марочник сталей и сплавов / М. М. Колосков, Е. Т. Долбенко, Ю. В. Каширский и др.; Под общей ред. А. С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. – 672 с.
- 4 Гидравлика и гидропривод: учебное пособие для вузов / под общ. ред. И. А. Пастоева. – 4-е изд., стер. – М.: Изд-во Горная книга, 2007. – 519 с.
- 5 Алюминиевые сплавы. Промышленные деформируемые, спеченные и литейные алюминиевые сплавы. Справочное руководство. / М. Б. Альтман, С. М. Амбарцумян, Н. А. Аристова и др. – М.: Металлургия, 1972. – 552 с.
- 6 Белкин, И. М. Справочник по допускам и посадкам для рабочего-машиностроителя / И. М. Белкин – М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
- 7 Воронова, В. М. Определение категории тяжести труда: методические указания к дипломному проектированию / В. М. Воронова. – М.: Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 18 с.
- 8 Гуревич, Д. Ф. Справочник конструктора предохранительной арматуры /Д. Ф. Гуревич. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1988.—518 с.

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.156.000 ПЗ				