

УДК 614.8:621.22

«ИМПУЛЬС» КОЛ ГИДРАВЛИКАЛЫК КЫЙРО- КУТКАРУУ АСПАПТАРЫ. ЖАРАТУУ ТАЖРЫЙБАСЫ ЖАНА АНДАН АРЫ ӨНУКТУРУУ

РУЧНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ АВАРИЙНО- СПАСАТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ «ИМПУЛЬС». ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

HAND-HELD HYDRAULIC RESCUE TOOLS «IMPULSE». CREATION EXPERIENCE AND FURTHER DEVELOPMENT

**Б. С. Султаналиев, Мелис у. Д., Таалайбек у. Б.
B. S. Sultanaliev, Melis u. D., Taalaibek u. B.**

Кыйро-куткаруу аспаптары каралып, кайчы-кергич жана кескич-кайчы сыяктуу гидротехникалык аспаптардын кыймылынын принципиалдык сөлөкөттөрү келтирилген. Аспаптардын эки түрүн долбоорлоо үчүн негизги өлчөм мүнөздөмөлөрү берилген. Иштелип чыккан гидравликалык аспаптардын эки түрүнүн конструкциясынын сыпаттамасы берилген - булар бириккен кайчы-кергич жана гидравликалык кескич-кайчы, ошондой эле алардын техникалык мүнөздөмөлөрү. Иштелип чыккан аспаптардын иштөө принциби сүрөттөлгөн. Долбоорлоонун, өндүрүштүн, сыноо талдоонун жана бул аспаптарды объекттерде колдонуу тажрыйбасынын жыйынтыгы боюнча иштелип чыккан аспаптардын конструкцияларын өркүндөтүү багыттары түзүлгөн. Техникалык жана колдонуу өлчөм мүнөздөмөлөрдү, ошондой эле аспаптардын негизги бөлүктөрүнүн даярдоого жөндөмдүүлүгүн жакшыртуучу конструкциялык өзгөртүүлөр көрсөтүлгөн жана негизделген.

Рассматриваются аварийно-спасательные инструменты, приводятся принципиальные схемы привода гидравлических инструментов типа ножницы-расширители и резак-ножницы. Представлены основные параметры для проектирования двух типов инструментов. Приведено описание разработанной конструкции двух типов гидравлических инструментов – это комбинированные ножницы-расширители и гидравлические резак-ножницы, а также их технические характеристики. Описан принцип действия разработанных инструментов. По результатам проектирования, изготовления, анализа испытаний и опыта применения этих инструментов на объектах были сформулированы направления совершенствования конструкций разработанных инструментов. Представлены и

обоснованы конструктивные изменения, улучшающие технические и эксплуатационные параметры, а также технологичность изготовления основных деталей инструментов.

Emergency rescue tools are considered, and schematic diagrams of the drive of hydraulic tools such as scissors-reamers and cutter-scissors are given. The main parameters for the design of two types of tools are presented. A description of the developed design of two types of hydraulic tools is given - these are combined shears-expanders and a hydraulic cutter shears, as well as their technical characteristics. The operating principle of the developed tools is described. Based on the results of design, manufacturing, test analysis and experience in using these tools at sites, directions for improving the designs of the developed tools were formulated. Design changes that improve the technical and operational parameters, as well as the manufacturability of the main parts of the tools, are presented and justified.

Түйүн сөздөр: кыйро-куткаруу аспаптары, гидравликалык кескич, айкалыштырылган гидравликалык кайчы, жумуш аспабы, гидравликалык жүк көтөргүч, гидравликалык каптал кескич, гидроцилиндр, соркыскыч чордону, башкаруу блогу, гидравликалык сөлөкөтү, гидравликалык кулуу, соркыскыч, жогорку басымдагы соркыскыч, гидравликалык бөлүштүргүч, гидравликалык суюктук.

Ключевые слова: аварийно-спасательный инструмент, гидравлический резак, комбинированные гидравлические ножницы, рабочий инструмент, гидродомкрат, гидравлический бокорез, гидроцилиндр, насосная станция, блок управления, гидравлическая схема, гидрозамок, насос, насос высокого давления, гидрораспределитель, гидравлическая жидкость.

Key words: rescue tool, hydraulic cutter, combined hydraulic shear, working tool, hydraulic jack, hydraulic side cutter, hydraulic cylinder, pumping station, control unit, hydraulic circuit, hydraulic cylinder, hydraulic lock, pump, high pressure pump, hydraulic distributor, hydraulic fluid.

В настоящее время с помощью гидравлического инструмента решаются многие сложные задачи в различных сферах жизнедеятельности человека. Ввиду его безопасности применение востребовано в местах, где требуется высокая мощность при малых габаритах инструмента. С каждым годом расширяются сферы применения гидравлических инструментов. В настоящее время гидравлическое оборудование, инструменты и приспособления стали незаменимыми для аварийно-спасательных служб. Работникам, участвующим в ликвидации последствий ЧС, необходимо иметь инструмент — легкий, мощный, малогабаритный, который можно быстро и любым транспортом доставить к месту катастрофы. При этом он должен

быть всегда готов к применению, не требовать внешних источников энергии, обладать способностью поднимать и перемещать бетонные плиты и другие строительные конструкции, разрушать металлоконструкции, корпуса транспортных средств и выполнять множество других работ в сжатые сроки.

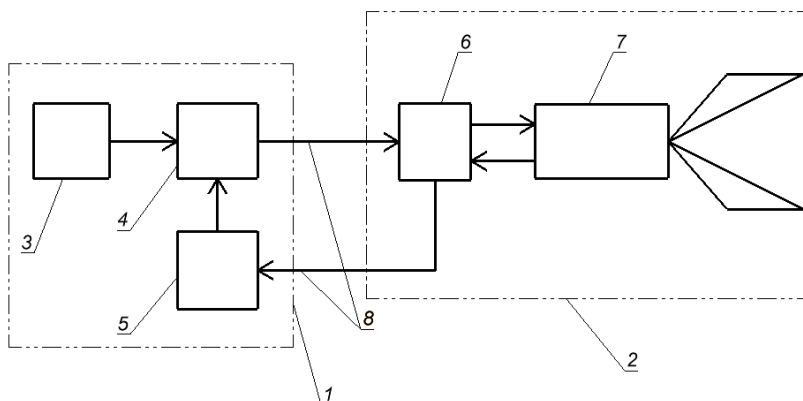
Особенно актуальной эта проблема становится при спасении людей, попавших в автомобильную, железнодорожную или авиационную катастрофу, когда пострадавший оказывается зажатым в транспортном средстве, как в тисках, и извлечь его оттуда подручными средствами невозможно, а подчас и опасно. В такой ситуации для деблокирования пострадавших и разборки завалов более всего подходит гидравлический аварийно-спасательный инструмент.

Проблемой создания специального аварийно-спасательного инструмента занимаются многие фирмы. К основным производителям можно отнести фирмы, которые выпускают комплекты гидравлических аварийно-спасательных инструментов: Holmatro [1] (Нидерланды), Weber-Hudraulik [2], Lukas [3] (Германия), а также «Медведь» [4], Ермак [5], «Агрегат» [6], «Простор» [7,8] (Россия).

В Институте машиноведения НАН КР научно-исследовательские работы по созданию гидравлических ножниц для аварийно-спасательных, строительного-монтажных и горных работ были начаты в 1990...1995 годах. Первые результаты исследований были опубликованы в работах [9,10], но результаты этих работ не были доведены до практики. Последующие исследования, проведенные в институте после 2015 года, позволили создать такие инструменты для аварийно-спасательных служб, как гидравлические комбинированные ножницы, гидравлические кусачки, гидравлические бокорезы, гидродомкраты-расширители и т.д.

На рисунке 1 показана упрощенная структурная схема гидравлического аварийно-спасательного инструмента с насосной установкой. Гидравлическая система аварийно-спасательного инструмента предназначена для подачи жидкости от насосной станции 1 под давлением по рукавам высокого давления 8 к аварийно-спасательному инструменту 2. Далее жидкость через блок управления 6 поступает к исполнительному механизму инструмента 7. Блок

управления служит для управления работой инструмента на раздвижение или сдвигание рабочих элементов.



1– насосная станция; 2– исполнительный механизм; 3–привод; 4–насос гидравлический; 5–бак для жидкости, 6–блок управления инструментом, 7–исполнительный механизм, 8–рукава высокого давления.

Рисунок 1 – Принципиальная упрощенная схема гидравлического аварийно-спасательного инструмента с насосной станцией [11]

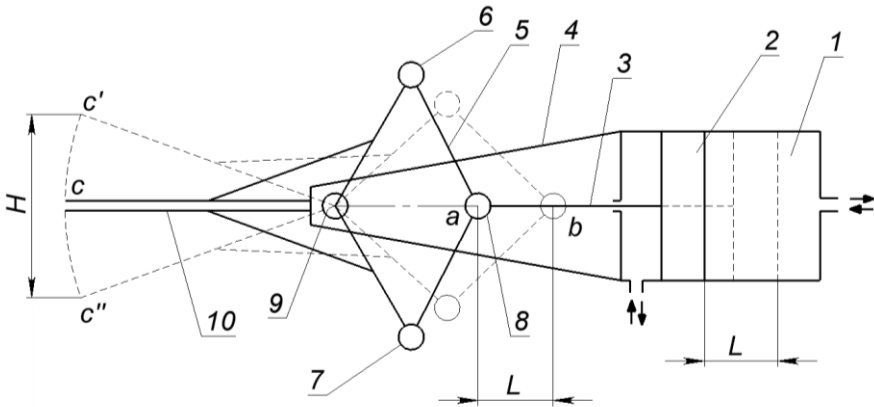
В качестве привода в гидравлической станции высокого давления применяются двигатели внутреннего сгорания или электрические двигатели. Привод при включении приводит в действие насос. Имеются еще насосные станции с ручным приводом. В ручных насосах в качестве движителя выступают мышечные усилия спасателей.

Принцип действия гидравлического аварийно-спасательного инструмента основан на передаче энергии рабочей жидкости под давлением, преобразующей поступательное движение поршня и штока гидроцилиндра с помощью рычажно-шарнирных звеньев в работу по выполнению различных операций.

Принципиальные схемы, по которым и разрабатываются гидравлические аварийно-спасательные инструменты, представлены на рисунке 2 и 3[11]. На рисунке 2 показан центрально-осевой привод, так как разжим и последующее сжатие рабочего органа инструмента 10 происходит при их повороте на шарнире 9, расположенном на оси штока и закрепленном на кронштейне 4 (в корпусе гидроцилиндра).

Инструмент на рисунке находится в исходном положении. При подаче жидкости в штоковую полость цилиндра поршень 2, пере-

мещаьсь вправо, сместит шарнир δ из положения a в положение b , а концы c рабочего органа 10 займут положение c' и c'' , и расстояние между ними составит H . Совершится первый цикл работы инструмента. При подаче жидкости в поршневую полость цилиндра поршень 2 будет перемещаться влево, и рычаги (челюсти), сжимаясь, будут разрезать (деформировать) металлическое изделие, заложенное между рабочим органом инструмента 10 .



- 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – шток; 4 – кронштейн; 5 – тяга;
6,7 – шарнир; 8 – шарнир на штоке; 9 – центральный шарнир;
10 – рабочий орган (челюсти).

Рисунок 2 – Центрально-осевой привод инструмента

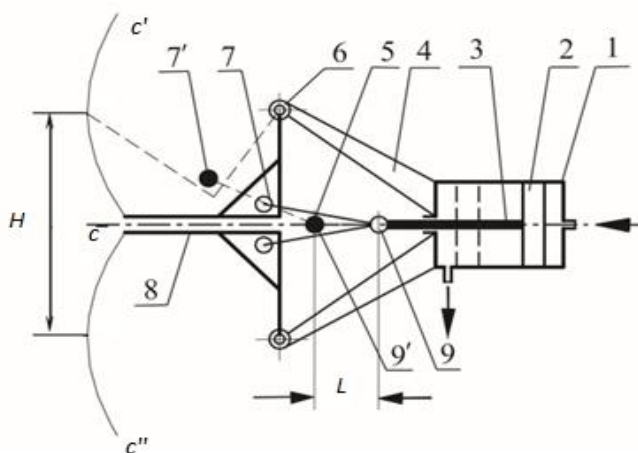
Первый цикл работы может быть использован для разжима (перемещения) элементов конструкций. Таким образом, инструмент может работать в двух режимах и считается комбинированным: перемещение в первом цикле работы, резание – во втором цикле.

К инструментам для перемещения материалов или изделий относятся разжимы, расширители, домкраты и др.

Принципиальная схема устройства и работы механизмов с нецентрально-осевым приводом инструмента представлена на рисунке 3. Инструменты этого типа называют нецентрально-осевыми, так как опоры шарниров b , вокруг которых поворачиваются челюсти δ , закреплены на двух кронштейнах 4 .

Инструмент, показанный на рисунке 3, находится в исходном положении. При подаче жидкости в поршневую полость цилиндра

шток 3 будет перемещаться влево. При этом шарнир 9 переместится в положение 9', а шарнир 7 в положение 7'. Вследствие этого концы c челюстей 8 займут положение c' и c'' . Величина H будет характеризовать их раскрытие. Этим завершается первый цикл работы инструмента. Второй цикл работы заключается в сжатии челюстей. Для этого жидкость подается в штоковую полость цилиндра 1.



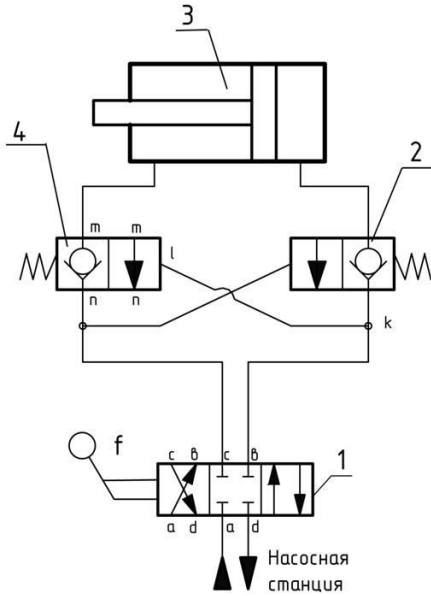
1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – шток; 4 – кронштейн; 5 – тяга;
6 – шарнир; 7 – шарнир на рычаге; 8 – рычаг; 9 – шарнир на штоке.

Рисунок 3 – Нецентрально-осевой привод инструмента

Рассматриваемые инструменты состоят из трех основных узлов – исполнительного (рабочего) узла, гидравлического цилиндра двойного действия и блока управления.

Принципиальная гидравлическая схема рассмотренных гидравлических инструментов представлена на рисунке 4.

Блок управления гидравлическим инструментом включает гидравлический распределитель 1, гидрозамки 2 и 4. Переключением гидрораспределителя осуществляется подвод жидкости в поршневую полость цилиндра и отвод из штоковой полости и наоборот. Гидрозамок находится между гидроцилиндром и гидрораспределителем. Его назначение в том, чтобы свободно пропускать жидкость в обоих направлениях при наличии управляющего действия и только в одном направлении при его отсутствии. Это обеспечивает надежную фиксацию рабочих элементов инструмента.



- 1 – 3-позиционный гидрораспределитель с ручным управлением;
 2, 4 – гидрозамки; 3 – рабочий цилиндр исполнительного механизма.

Рисунок 4 – Гидравлическая схема инструмента

Таким образом, рассмотрены принципиальная схема гидравлического аварийно-спасательного инструмента с насосной станцией, принципиальные схемы привода устройств и гидравлическая схема инструмента.

Для проектируемых инструментов типа ножницы-резак и ножницы-расширитель используется гидравлическая система двухстороннего действия и в большинстве случаев центрально-осевой привод инструмента.

В процессе исследований, направленных на создание аварийно-

спасательного инструмента «Импульс», проведен анализ технических характеристик и конструкций современных аварийно-спасательных инструментов Holmatro (Голландия), Weber-Hudraulik и Lukas (Германия), а также «Медведь», «Спрут» и «Простор» (Россия). По результатам анализа сформулированы основные параметры проектируемых инструментов.

Основные параметры проектируемых гидравлических ножниц-расширителей должны удовлетворять следующим требованиям:

- максимальная режущая сила в диапазоне 250–360 кН;
- максимальная расширяющая сила в диапазоне 45–65 кН;
- максимальная тянущая сила в диапазоне 45 – 80 кН;
- максимальное расширение губок ножниц 250 – 350 мм;
- рабочее давление в диапазоне 70 – 80 МПа;

- масса инструмента не более 14,0 кг.

Основные параметры проектируемого гидравлического резака-ножниц должны удовлетворять следующим требованиям:

- максимальная режущая сила в диапазоне 130 – 360 кН;
- максимальное раскрытие лезвий в диапазоне 100 – 130 мм;
- рабочее давление в диапазоне 70 – 80 МПа;
- масса инструмента не более 14,5 кг.

Для расчета основных параметров ручных гидравлических ножниц-расширителей разработана их методика [12]. Полученные зависимости усилия от угла и величины раскрытия челюстей в режиме работы ножниц как расширителя и зависимость усилия резания от величины раскрытия челюстей для прутков различного диаметра в режиме работы ножниц как резака были использованы при проектировании нового инструмента ножниц типа «Импульс».

На рисунке 5 представлена разработанная конструкция гидравлических ножниц-расширителей типа «Импульс НКГ-1/80». Технические характеристики гидравлических ножниц-расширителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики ножниц-расширителей «Импульс НКГ-1/80»

Наименование параметра	Величина
Рабочее давление жидкости, МПа	80,0
Максимальная режущая сила, кН	340,0
Максимальная расширяющая сила, кН	56,0
Максимальная тянущая сила, кН	57,0
Максимальный диаметр разрезаемого прутка из арматурной стали Ат-III ГОСТ 10884-94, мм	25,0
Максимальное расширение губок ножниц, мм	340,0
Полный угол раскрытия губок ножниц, градус	80,0
Приводной гидроцилиндр:	
- диаметр поршня, мм	40,0
- ход поршня, мм	90,0
Габаритные размеры, мм	120x210x770
Масса, кг не более	14,0

Гидравлические ножницы-расширители типа «Импульс НКГ-1/80» предназначены для выполнения следующих операций:

расширения узких проемов в завале; перекусывания прутков и арматуры диаметром до 25 мм, тросов, цепей, труб, кабелей, металлических конструкций различных профилей (уголков, швеллеров, двутавров); разделки листового материала, перемещения железобетонных плит, для освобождения пострадавших, зажатых деформированными элементами строительных конструкций или транспорта, передавливания труб и других пустотелых конструкций).

Гидравлические ножницы-расширители (рис.5) состоят из блока управления 1, корпуса 2, штока 3, на которую навернута проушина 5, поршня 4, двух шатунов 6, ручки (на рисунке не показана), которая закреплена на корпусе 2, двух ножей 7, грязесъемника 8, уплотнительных колец с защитными кольцами 9, 22, 24, 28, 29, 30, 31.

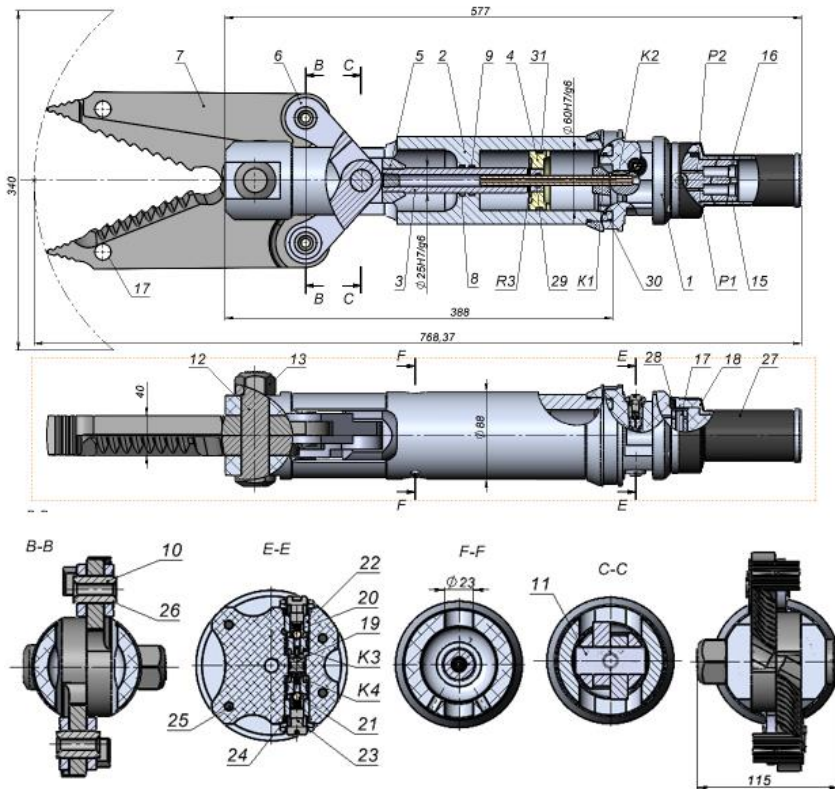


Рисунок 5 – Конструкция ручных гидравлических ножниц-расширителей «Импульс НКГ-1/80»

Ножи 7 шатунами 6, пальцами 10, осью 11, проушиной 5 связаны со штоком 3 поршня. Опорой для ножей является ось 12, кото-

рая проходит через отверстие в корпусе 2, затягивается гайкой 13. Поступательное движение поршня 4 преобразуется с помощью шатунов 6 во вращательное движение ножей относительно оси 12. Для подсоединения источника питания (насосной станции) на блоке управления 1 установлены штуцеры 15, 16. Подача жидкости в поршневую полость или в полость штока осуществляется блоком управления 1 соответственно через канал К2 и К1. Для выдвигания штока жидкость из блока управления по каналу К2 поступает в поршневую полость. Одновременно из штоковой полости жидкость через два радиальных отверстия R3 в штоке по трубке (канал К1) поступает в блок управления и далее сливной рукав в источник питания.

Принцип действия гидравлических ножниц-расширителей «Импульс НКГ-1/80» можно описать следующим образом. Жидкость от источника питания по рукаву высокого давления, каналу Р2, поступает в распределитель 17, откуда по каналу, в зависимости от положения золотника распределителя 17, управляемого рукояткой 18, поступает в полости К3 или К4 челнока 19. Под действием давления жидкости челнок 19, преодолевая сопротивление пружины 20 и давление в гидрозамке, а значит, и в соответствующей полости изделия, открывает выход для слива вытесняемой поршнем жидкости. Одновременно подаваемая жидкость своим давлением, преодолевая сопротивление пружины, отжимает шарик 21 второго гидрозамка и поступает в соответствующую гидравлическую камеру инструмента, преодолевая сопротивление внешней нагрузки. Происходит движение штока и соответственно ножей.

При переводе в нейтральное положение золотника распределителя 17 подводящая жидкость связана со сливным каналом, обе полости К3 и К4 челнока 19 сообщаются со сливом. Один из шариков 21 под воздействием пружины 20 и давления жидкости, создаваемого поршнем при воздействии внешней нагрузки, садится на седло гидрозамка. В результате чего движение штока, а значит, и ножей не происходит, так как вытесняемая жидкость запирается одним из гидрозамков. Аналогично фиксирование штока (ножей) происходит и в случае обрыва напорного рукава независимо от положения золотника 17. Так как канал высокого давления при обрыве сообщает-

ся с атмосферой, то давление в одной из полостей К3 или К4 падает, шарик соответствующего гидрозамка садится на седло и жидкость из полости изделия, куда подавалось давление, обратно не вытесняется под действием внешней нагрузки. Самопроизвольного движения штока не происходит.

Для движения штока в противоположном направлении – по направлению действия нагрузки (например, опускание ножами груза) необходимо золотник распределителя 17 перевести в другое крайнее положение (повернуть рукоятку 18). По каналу через золотник распределителя 17 и каналу жидкость поступает в полость К3, отжимая челнок 19 в противоположную сторону. Одновременно под действием давления поступающей жидкости отжимается шарик 21, и жидкость по каналу поступает в штоковую полость К1. Одновременно челнок 19 отжимает шарик 21 противоположного замка, и жидкость по каналу вытесняется из полости К1 за счет движения поршня под действием внешней нагрузки. Таким образом, происходит движение штока в противоположном направлении. Для остановки штока, а значит, и остановки опускаемого груза, в промежуточном положении золотник распределителя 17 переводится рукояткой 26 в нейтральное положение.

Наличие предохранительных клапанов предотвращает гидравлические камеры инструмента от превышения давления сверхдопустимого, которое может возникнуть при промежуточном фиксировании штока, когда он двигался под действием внешней нагрузки, либо при обрыве напорного рукава.

На рисунке 6 представлена еще одна разработанная конструкция гидравлического резака-ножниц «Импульс НРГ-2/80». Технические характеристики гидравлического резака-ножниц приведены в таблице 2.

Они предназначены для перекусывания элементов конструкции и состоят из ножей серповидной формы, поршневого гидропривода, рычажно-шарнирных звеньев, блока управления, нагнетательного и сливного шлангов, подъемно-транспортной рукоятки.

Ручные гидравлические резак-ножницы содержат корпус инструмента 1 (рис. 6), гидроцилиндр 2 с поршнем 3 и штоком 4 с

проушиной 5, два ножа 6, заднюю крышку 7, в которой установлены гидравлические замки 8 и 9 с предохранительными клапанами, напорный 10 и сливной 11 штуцеры, блок управления 12, включающий гидравлический распределитель, управляющий элемент, выполненный в виде поворотной муфты 13, которая взаимодействует с гидравлическим распределителем, рукоятку 14, ручку, предназначенную для удержания инструмента при работе и переносе.

Таблица 2 – Технические характеристики резак-ножниц
«Импульс РНГ-2/80»

Наименование параметра	Величина
Рабочее давление жидкости, МПа	80,0
Усилия, формируемые на губках ножниц	
- на конце лезвия Pd, кН	90,0
- в середине лезвия Pk, кН	150,0
- в углублении (на подножке) лезвия (максимальное усилие резания) Pm, кН	350
Максимальный диаметр разрезаемого прутка из арматурной стали Ат-III ГОСТ 10884-94, мм	25,0
Максимальное раскрытие ножей, мм	130,0
Полный угол раскрытия губок ножниц, градус	45
Приводной гидроцилиндр:	
- диаметр поршня, мм	40,0
- ход поршня, мм	98,0
усилие на штоке, кН	125,0
Габаритные размеры, мм	120x210x726
Масса, кг не более	14,5

Поршневая полость цилиндра связана с задней крышкой каналом К2, а штоковая полость – через центральную трубку 15, установленную внутри полости штока и отверстия R3, связанные с ней.

Ножи резака-ножниц смонтированы в цилиндрическом корпусе 1, который соединен с корпусом гидроцилиндра 2. Ножи стягиваются друг с другом центральным шарниром 16 с возможностью совершения поворота и обеспечивают рабочий контакт лезвий, заточенных под углом (вид С).

Силовые тяги 17 устанавливаются на проушине 18 штока 4 с помощью шарнирного пальца 19, а второй конец силовых тяг соединен с ножами через шарнирные пальцы 20. При движении штока

они расходятся и сходятся при обратном движении, обеспечивая тем самым поворот ножей резака-ножниц. Длина тяг, ход штока поршня и величина раскрытия губок резака, как уже было описано выше, взаимосвязаны. На корпусе инструмента 1 в зоне работы шатунного механизма установлен кожух (на чертеже не показан), который защищает шарниры и шатуны от попадания продуктов разрушения.

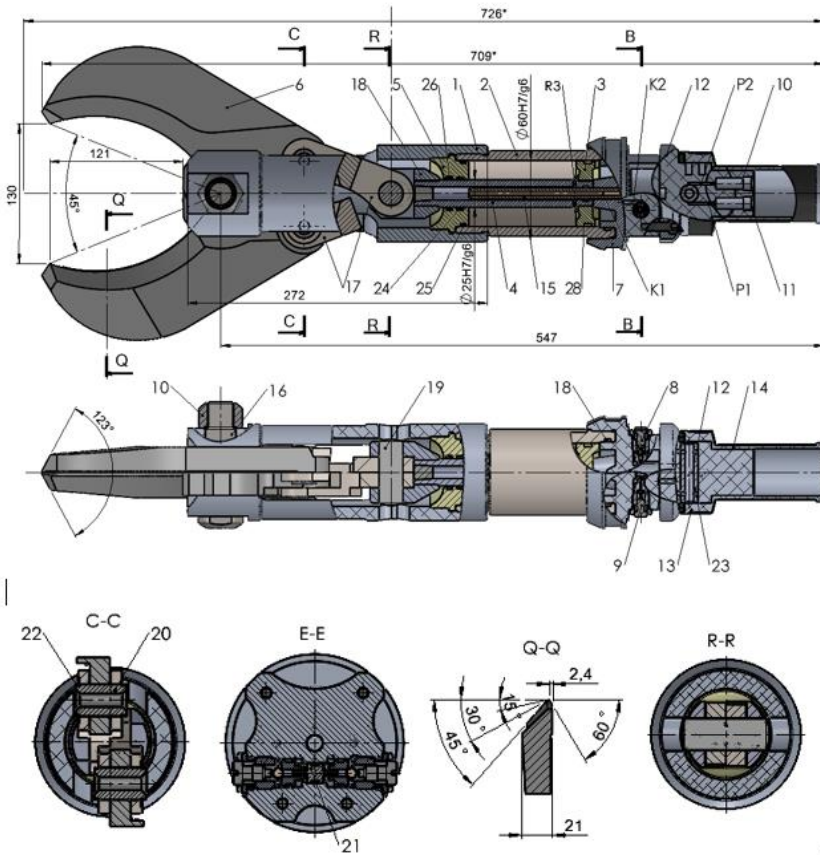


Рисунок 6 – Конструкция ручных гидравлических резак-ножниц «Импульс РНГ-2/80»

Режущая кромка в концевой части ножей 6 выполнена с закруглением, а конец ножей 6 имеет заострение в виде зуба, что обеспечивает противодействие выталкивающей силе, возникающей при резании, и препятствует перемещению разрезаемого материала, а также позволяет использовать всю длину рабочей части ножей для резания,

а также резать за несколько ходов прутковый профиль, трубчатый материал большого диаметра, захватывая его с разных сторон.

Технические параметры гидравлического резака-ножниц, рассчитанные по разработанной методике [12], приведены в таблице 2. Принцип действия гидравлического резака-ножниц «Импульс РНГ-2/80» аналогичен для ножниц-расширителей приведенному выше.

Таким образом, рассмотрены конструкции разработанных инструментов для аварийно-спасательных служб двух типов – это комбинированные ножницы-расширители и резак-ножницы. В последующем проведены стендовые испытания этих инструментов и также проведена апробация на объектах служб спасения г. Бишкек. По результатам проделанных работ (проектирование, изготовление, анализ испытаний и опыт применения этих инструментов на объектах) были сформулированы следующие направления совершенствования конструкций разработанных инструментов:

- оптимизация конструкции рабочего инструмента комбинированных ножниц с целью уменьшения их массы и обеспечения равнопрочной формы для обеспечения равного напряжения в каждом сечении;
- совершенствование конструкции корпуса инструмента с целью обеспечения долговечности и улучшения технологичности его изготовления.

На рисунках 7 и 8 показаны соответственно конструкция первого варианта рабочего инструмента и усовершенствованный вариант комбинированных ножниц-расширителей.

При разработке конструкции можно варьировать геометрическими параметрами или выбором материала, из которого будет изготавливаться деталь. При этом оптимальным будет являться решение, имеющее минимальную стоимость при сохранении надежности и долговечности. Удобство работы с ручным инструментом в значительной степени зависит от его массы. Уменьшить массу инструмента, сохранив при этом его прочность, можно типом материала. Для усовершенствованного инструмента вместо стали У8А, которая использовалась при разработке первого варианта, были применены марки стали 6ХВ2С и Х12МФ, обладающие высокой

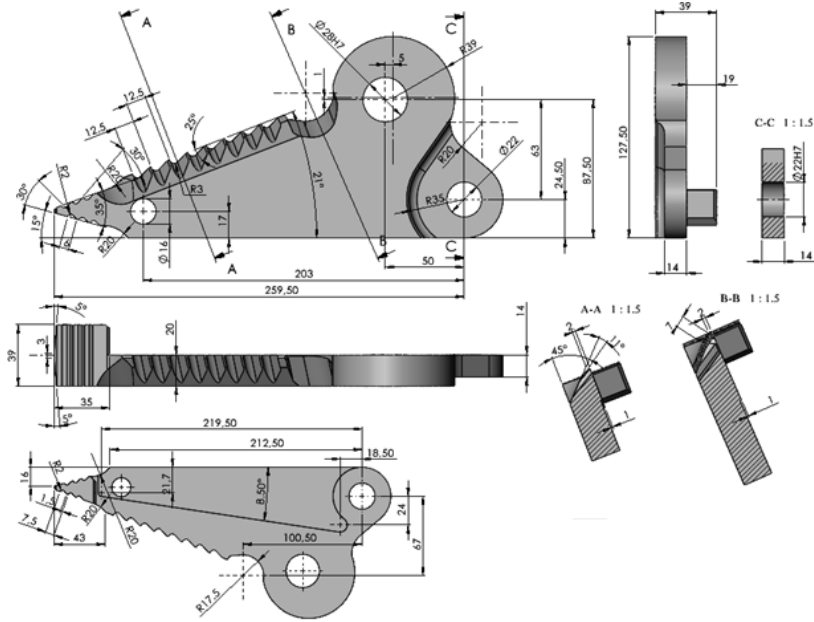


Рисунок 7 – Конструкция первого варианта рабочего инструмента комбинированных ножниц

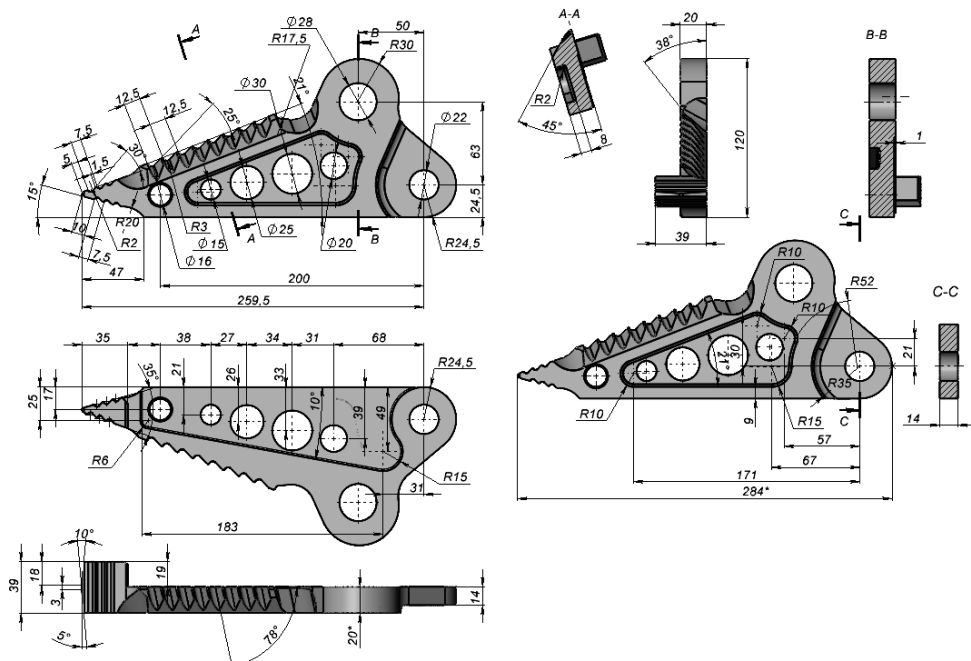


Рисунок 8 – Конструкция усовершенствованного варианта рабочего инструмента комбинированных ножниц

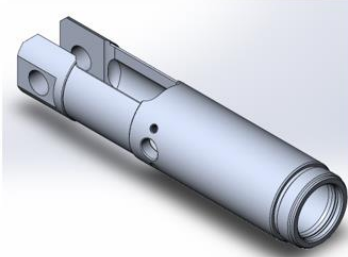
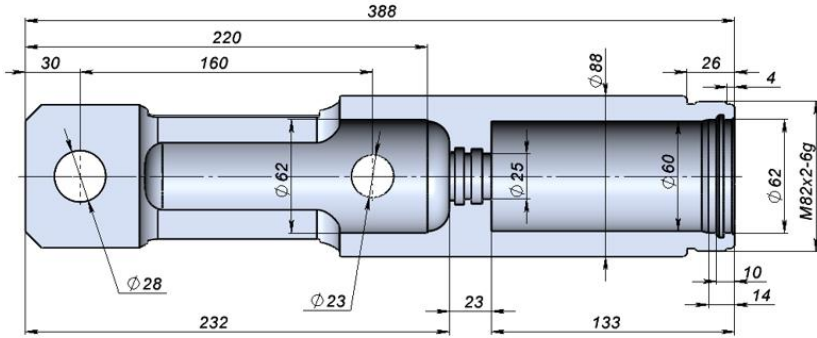
износостойкостью, повышенной вязкостью. Использование стали такой марки позволило уменьшить материалоемкость конструкции, сохраняя при этом прочность и жесткость конструкции рабочего инструмента.

При разработке конструкции инструмента сохранен принцип придания детали равнопрочной формы, чтобы напряжения в каждом сечении и каждой точке этого сечения были одинаковы. В результате этих работ масса инструмента уменьшена на 0,65 кг. Учитывая то, что конструкция комбинированных ножниц оснащена двумя рабочими инструментами, то общая масса уменьшена на 1,35 кг.

На рисунках 9 и 10 показаны соответственно конструкции первого варианта корпуса комбинированных ножниц-расширителей и усовершенствованный вариант.

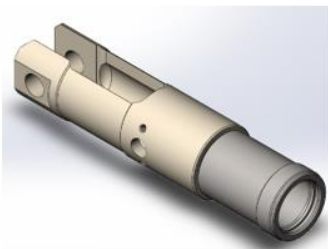
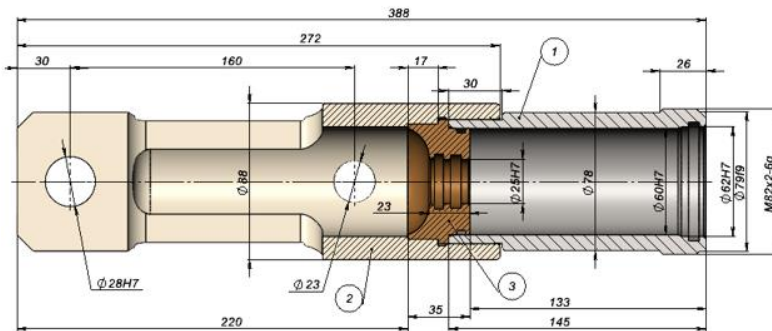
Как показывает анализ литературных источников, совершенствующиеся технологии изготовления и опыт эксплуатации гидравлического аварийно-спасательного инструмента практически не изменили ни параметрических, ни эксплуатационных параметров инструмента [13,14]. Анализируя работоспособность спасательного оборудования, выпускаемого различными производителями и работающего при различном давлении – от 63 до 80 и выше, можно отметить, что однотипный инструмент со схожими силовыми параметрами имеет практически одинаковые значения по усилию, развиваемому инструментом при резании, и величину перемещения режущих элементов. Объясняется это тем, что утолщение стенок силового гидроцилиндра (корпуса инструмента), неизбежное с ростом давления, компенсируется снижением его габаритов. Повысить мощность инструмента или увеличить усилие на штоке можно, уменьшая массу инструмента. Это возможно, например, за счет применения в конструкции инструмента правильного сочетания марки материалов.

При разработке первого варианта инструмента в качестве материала использован алюминиевый сплав как применяемый всеми производителями таких инструментов. Как показывают расчеты и исследования некоторых специалистов [13], при рабочем давлении в 63 МПа и выше масса силового цилиндра из алюминиевого сплава



Лит.	Масса	Масштаб
	2.70	1:5
Лист 1	Листов 1	

Рисунок 9 – Конструкция первого варианта корпуса комбинированных ножниц-расширителей «Импульс»



Лит.	Масса	Масштаб
	3.40	1:5
Лист 1	Листов 1	

Рисунок 10 – Конструкция усовершенствованного корпуса комбинированных ножниц-расширителей «Импульс»

по сравнению с массой стального возрастает. Учитывая это, также опыт эксплуатации первого варианта инструмента «Импульс» (наблюдаются задиры рабочей поверхности корпуса при взаимодействии с поршнем) и технологию изготовления корпуса инструмента (длина корпуса относительно большая, больше ступенек во внутреннем отверстии, с многочисленными канавками), был предложен вариант корпуса, показанный на рисунке 10.

Как видно из рисунка 10, корпус состоит из трех деталей корпуса гидроцилиндра 1, корпуса рабочего органа 2 и направляющей втулки 3, причем на направляющей втулке размещены уплотнительные элементы гидроцилиндра. Корпус гидроцилиндра изготавливается из легированной стали с термообработкой с поверхностной твердостью 54...60 HRC, корпус рабочего органа – магниевый сплав и направляющая втулка из алюминиевой бронзы. Можно отметить следующие преимущества такой конструкции:

1. При использовании стали для изготовления корпуса гидроцилиндра с термообработкой увеличиваются прочностные характеристики, повышается износостойкость.
2. При использовании магниевого сплава для изготовления корпуса рабочего органа уменьшается масса по сравнению с алюминиевым сплавом из-за меньшей массовой плотности магниевого сплава (в 1,2...1,4 раза).
3. Направляющая втулка из алюминиевой бронзы при взаимодействии со штоком гидроцилиндра обеспечит низкий коэффициент трения.

Кроме указанных преимуществ, следует отметить, что принятая конструкция корпусных элементов инструмента с точки зрения технологии изготовления значительно облегчается, что в конечном итоге скажется на себестоимости изготовления. Разработанная конструкция имеет преимущество и по такому показателю, как ремонтпригодность, т.е. его приспособленности к устранению последствий отказов, т.к. можно легко отсоединить узел рабочего инструмента от узла гидроцилиндра.

Общий вид усовершенствованного гидравлического комбинированного резак-расширителя показан на рисунке 11. В конечном

счете общая масса усовершенствованного инструмента уменьшена на 0,9 кг, при этом увеличены, как было отмечено выше, прочностные характеристики, при повышении износостойкости корпуса гидrocилиндра облегчена технология изготовления и улучшена ремонтпригодность.

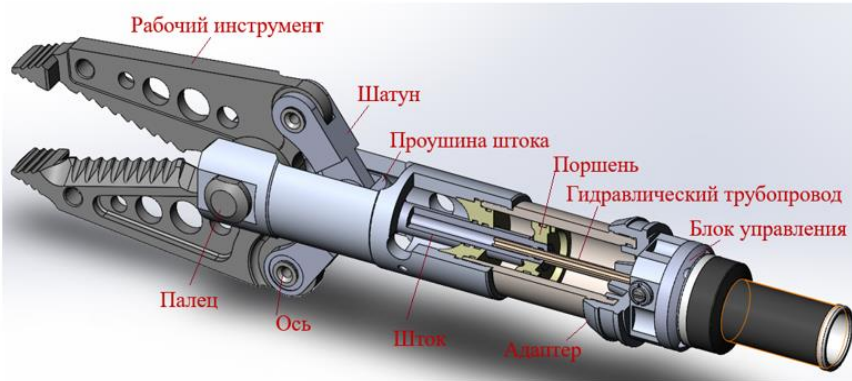


Рисунок 11 – Общий вид гидравлического комбинированного резака-расширителя и массовые характеристики инструмента

Таким образом, в результате выполнения работы, направленной на создание аварийно-спасательных инструментов, разработанные инструменты прошли все стадии научно-исследовательских работ, стадию проектирования (от разработки эскизного проекта до рабочей конструкторской документации), а также этап, направленный на отработку технологии изготовления, испытания и апробация в производственных условиях. Обобщение результатов работ, выполненных на всех этапах создания инструмента, позволило сформулировать критерии оптимизации конструкции всех деталей и разработать новый усовершенствованный инструмент.

Литература

1. <https://www.holmatro.com/en/rescue/innovations/core-technology>. Дата обращения: 22.11.2016.
2. <https://www.weber-rescue.com/ru/feuerwehr/hydraulische-rettungsgeraete/schneidgeraete/rsc170.php>. Дата обращения: 07.12.2016.
3. https://firedesign.narod.ru/fire_equipment/lukas-hydraulik/lukas-hydraulik.htm. Дата обращения: 05.01.2017.
4. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/gasi-medved-tth-naznachenie-oblast-primeneniya-obzor/>. Дата обращения: 20.11.2016.
5. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/gasi-ermak-tth-naznachenie-oblast-primeneniya/>. Дата обращения: 20.11.2016.
6. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/gasi-agregat-texnicheskie-karakteristiki-komplekta/>. Дата обращения: 03.01.2017.
7. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/komplekt-gasi-prostor-ttx-karakteristiki-motonasosnyj-agregat-mna-25-ruchnoj-nasos-rn-25-kusachki-kg-25-nozhnicy-rkg-25-kusachki-armaturnye-kag-25-komplekt-domkratov-dg-25/>. Дата обращения: 10.01.2017.
8. <https://fireman.club/inseklodepia/gidravlicheskiy-avariyno-spatatelnyiy-instrument-gasi/>. Дата обращения: 22.11.2016.
9. Мендекеев Р. А. Гидравлические ножницы для аварийно-спасательных, строительно-монтажных и горных работ. / Сб. научных трудов Инженерной академии КР. – Вып.1. – Бишкек, 1995. – С. 107–114.
10. Мендекеев Р. А. Методика расчетов параметров и конструкция ручных гидравлических кусачек-ножниц типа «Кескич». / Сб. научных трудов Инженерной академии КР. – Вып.1.– Бишкек, 1995. – С.99 – 106.
11. Д.Ф. Лавриненко, П.П. Петренко, М.Ф. Баринов, Д.В. Мясников. Основы применения аварийно-спасательного инструмента и оборудования. /Учебное пособие. – Химки: АГЗ МЧС России, 126 с.
12. Султаналиев Б.С., Еремьянц В.Э. Методика расчета основных параметров ручных гидравлических ножниц-расширителей.

- Машиноведение. – Вып. №2 (19). – Бишкек: ИМА, 2019. – С.34–44.
13. Годосейчук С. П., Гергель В. И., Тарновский В. А. Ручной гидравлический аварийно-спасательный инструмент. Опыт создания и дальнейшего развития на примере НПО «Простор». Технологии гражданской безопасности. – Vol3. – No.1, 200. – Pp. 80–88.
 14. Климовцов В. М. Сравнительный анализ современных образцов гидравлического аварийно-спасательного инструмента. Научный интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». Академия государственной противопожарной службы (Москва). Выпуск №4, 2008 г.