

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ШАХТНЫХ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ОТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УДАРОВ

Алиев Н. А., Коваль А. Н., Чернышев А. В., Антонов Э.И.
(НИИГМ им. М.М.Федорова, г. Донецк, Украина)

Шахтные водоотливные установки глубоких горизонтов требуют обязательного применения средств защиты от гидравлических ударов. Авторами спроектированы и внедрены гасители гидравлического удара двух модификаций. Гасители могут устанавливаться как на вертикальных, так и на горизонтальных участках трубопровода.

The mine devices for pumping out of water from deep horizons require obligatory application of means of protection of hydraulic impacts. By the authors are designed and are introduced extinguishers of hydraulic impact of two updatings. Extinguishers can be established both on vertical, and on horizontal sites of the pipeline.

Применение для шахтного водоотлива насосов с напором 1000 м и более повлекло за собой необходимость обязательного применения средств защиты от гидравлических ударов. Практика эксплуатации водоотлива глубоких шахт показала, что в угольной промышленности в настоящее время нет надежных средств защиты ставов и насосов на высокие давления от гидравлического удара. Сектор оборудования шахтных водоотливных установок НИИГМ им. М. М. Федорова проводит цикл работ по исследованию, разработке, изготовлению и внедрению на шахтах Украины комплекса средств защиты шахтных водоотливных установок глубоких горизонтов от гидравлических ударов.

Известно, что гаситель гидравлического удара относится к устройствам защиты напорных трубопроводов (в частности, трубопроводов шахтного водоотлива) от гидравлического удара. Гидравлический удар в трубопроводах вызывается быстрым изменением скорости движения воды, что сопровождается большим изменением давления. В шахтном трубопроводе в общем случае резкие изменения скорости движения воды могут возникнуть в насосных установках при пуске, остановке и регулировании. Особенно опасные колебания давления в шахтных водоотливных установках наблюдаются при

внезапном отключении электродвигателей приводов насосов. Гидравлический удар наиболее опасен в нагнетательных трубопроводах большого диаметра (300÷500 мм) и при большой геодезической глубине шахт.

Как показывает анализ способов и средств защиты от гидравлических ударов, для рассматриваемых условий наиболее целесообразно применять устройства, работающие по принципу сброса части транспортируемой воды [1].

Имеющиеся в настоящее время разработки гасителей гидравлических ударов по причинам конструктивного или эксплуатационного характера не удовлетворяют требованиям, которые к ним предъявляются состоянием технического уровня современного водоотлива.

В связи с вышеизложенным поставлены следующие задачи:

- создание конструкции устройства, работающего по принципу сброса части транспортируемой среды для защиты водоотливной установки от гидравлических ударов, исследование ее рабочего процесса, разработка методики инженерного расчета;
- разработка методик приближенного и уточненного расчета переходного процесса в шахтной водоотливной установке;
- проведение испытаний защитного устройства в промышленных условиях;
- разработка методики расчета переходных процессов в шахтной водоотливной установке с подключенным гасителем.

В основу разработки новой конструкции было положено такое усовершенствование гасителя гидравлического удара, чтобы за счет конструктивных особенностей его исполнения повысить эффективность гашения прямого гидравлического удара путем ускорения срабатывания запирающего элемента с одновременным сохранением стабильности параметров его исходной настройки в процессе долговременной эксплуатации.

Основной проблемой при конструировании клапанных гасителей гидравлического удара является снижение инерционности срабатывания клапана, которая зависит от массы его подвижных частей и жидкости, находящейся в трубе, соединяющей клапан с напорным трубопроводом. Соединительная труба должна быть минимальной длины и возможно большего сечения. При этом клапан должен обеспечивать герметичность закрытия при одновременном обеспечении высокой его чувствительности к изменению перепада давления, что возможно лишь при снижении трения.

Известно также, что шахтные воды агрессивны из-за наличия большого числа растворенных в них солей, а также загрязнены механическими примесями до 10÷20 г/л. Это создает значительные трудности для обеспечения длительной работоспособности клапанов в таких условиях.

В результате анализа существующих конструкций гасителей гидравлических ударов и условий эксплуатации были определены основные требования к защитному устройству:

- автоматическая настройка на рабочее давление;
- сигнал на срабатывание - величина относительного изменения давления (срабатывание происходит, если изменение давления идет с достаточно большой скоростью);
- возможность подключения к защищаемому трубопроводу в любом нужном месте;
- вид энергии – гидравлическая энергия жидкости в защищаемом трубопроводе.

Для решения поставленной задачи было принято решение разработать новую конструкцию гасителей гидравлического удара, приняв за основу применяемый на водоводах гаситель системы “Укрводгео” [2], при этом сохранив его основные элементы.

Основные конкретные отличия вновь разработанного гасителя гидравлического удара от известной конструкции гасителя системы “Укрводгео”:

- цилиндрический корпус клапана-регулятора помещён в приёмную камеру, связанную с трубой сброса;
- шток выполнен в виде плунжера из пористого антифрикционного антикоррозионного материала с заполнением пор и его контактной поверхности смазкой, снабжённого в нижней части запирающим элементом в виде вставки со сферической поверхностью в месте контакта с острой кромкой седла;
- по оси плунжера выполнено отверстие с размещённым в нём дросселем, а в запирающем элементе-диске затвора обратного выполнено отверстие с установленным в нём дросселем.

Разработанный гаситель отличается еще и тем, что плунжер клапана-регулятора выполнен из пористого чугуна, по контактной (наружной) поверхности которого в его верхней части выполнены винтовые канавки, переходящие в нижней его части в кольцевые. Канавки предназначены для размещения в них консистентной смазки.

Объём приемной камеры выбран из расчёта её частичного заполнения за время полного открытия запирающего элемента клапана-регулятора, а сама приёмная камера закреплена на фланцах цилиндрического корпуса эксцентрично со смещением в сторону трубы сброса, с возможностью ее поворота вокруг оси корпуса. При этом отверстий прохода потока рабочей среды в корпусе несколько, и они расположены равномерно по окружности.

Клапан-регулятор снабжен краном спуска воздуха из надплунжерной полости, а плунжер в его верхней части снабжен противоударным амортизатором из упругого материала.

Гаситель гидравлического удара предназначен для гашения прямого удара – первой фазы гидравлического удара. При отключении насосного агрегата ударная волна, отражаясь от конца трубопровода, у обратного затвора сообщается через отверстия прохода потока рабочей среды клапана-регулятора с атмосферой, и гидравлический удар практически отсутствует. Последующие фазы ударной волны (гармоники) после срабатывания клапана и сброса части рабочей среды будут по амплитуде небольшими. При этом клапан-регулятор быстро реагирует на перепады давления: открывается при повышении давления и закрывается при понижении давления, предотвращая сброс большого объема воды из нагнетательного трубопровода.

Отверстие с дросселем в диске обратного затвора обеспечивает:

- постепенное плавное выравнивание давления рабочей среды по обе стороны обратного затвора после гашения гидравлического удара;
- снижение времени запаздывания повышения давления в импульсном трубопроводе и в надплунжерной полости;
- сглаживание фронта ударной волны и смягчение эффекта гидравлического удара на участке после диска, что повышает качество гидравлической защиты.

Изготовление плунжера клапана регулятора из пористого антифрикционного антикоррозийного материала с заполнением пор смазкой позволяет снизить поверхностное трение пары «плунжер-цилиндр корпуса», тем самым уменьшая длительность срабатывания гасителя и повышая его долговременную эксплуатационную надежность. При этом выполнение в верхней части плунжера винтовых смазочных канавок, а в нижней части – кольцевых обеспечивает постоянное наличие смазки, так как под давлением рабочей среды в надплунжерной полости смазка выходит из винтовых канавок в зону

трения, но продавить ее вдоль всего плунжера не представляется возможным из-за кольцевых смазочных канавок.

Наличие по оси плунжера одного или нескольких отверстий с дросселями обеспечивает некоторое регулирование плавности перемещения (на этапах регулирования его разгона и торможения). При этом дроссели могут подбираться в виде втулки или набора дроссельных шайб цилиндрической, веретенообразной или другой переменной по длине формы внутреннего сечения.

Противоударный амортизатор из упругого материала в верхней части плунжера уменьшает ход плунжера, сокращает объем надплунжерной полости, обеспечивает защиту клапана-регулятора от резких ударов и повышает надежность и долговечность клапана.

Шток клапана-регулятора выполнен в виде плунжера автоматического действия, который снабжен в нижней части запирающим элементом в виде вставки из высокопрочного материала со сферической поверхностью в месте контакта с острой кромкой седла, что обеспечивает герметичность клапана-регулятора даже при наличии в рабочей среде твердых частиц, таких как уголь и порода, которые раздавливаются сферической поверхностью запирающего элемента об острую кромку седла. Кроме того, такая форма затвора (сфера-острая кромка) обладает хорошей гидравлической характеристикой — минимальным перепадом давления при открытии и закрытии клапана, чем достигается стабильность.

Отделение трубы сброса от бокового отверстия цилиндрического корпуса и размещение между ними приёмной камеры сокращают длительность срабатывания клапана-регулятора из-за уменьшения гидравлического сопротивления, т. к. начальный сброс рабочей среды происходит в атмосферу приёмной камеры. Объем камеры выбран из расчёта, что она частично заполнится за время полного открытия запирающего элемента клапана-регулятора.

Размещение и закрепление приёмной камеры на фланцах цилиндрического корпуса эксцентрично со смещением в сторону трубы сброса выбрано из условий истечения транспортируемой среды из цилиндрического корпуса в трубу сброса с наименьшим гидравлическим сопротивлением, при этом отверстий сброса в корпусе несколько, и они расположены по окружности равномерно.

Возможность поворота приёмной камеры вокруг оси цилиндрического корпуса обусловлена установкой трубы сброса в удобное для монтажа и обслуживания положение, а также удобством стыковки

фланца трубы сброса с фланцем трубопровода сброса или фланцем коллектора сброса при наличии в гасителе гидравлического удара нескольких клапанов-регуляторов.

Для спуска воздуха из клапана-регулятора при его первоначальном заполнении рабочей средой в верхней части клапана (в его крышке) устанавливается кран (например, конический) спуска воздуха, что повышает работоспособность гасителя гидравлического удара.

В зависимости от положения трубопровода (горизонтального или вертикального), его проходного сечения, рабочего давления и загрязненности рабочей среды гаситель гидравлического удара может состоять из обратного клапана или обратного затвора, которые могут быть подъемными или поворотными, однодисковыми или многодисковыми, а также клапана-регулятора. В зависимости от расхода и давления рабочей среды, а также необходимой степени надежности работы гасителя гидравлического удара определяется количество клапанов-регуляторов, в свою очередь, в зависимости от места установки и его габаритных размеров клапаны-регуляторы могут иметь собственную приемную камеру или общую камеру для нескольких клапанов-регуляторов.

На рисунке 1 изображен описанный выше гаситель гидравлического удара с двумя клапанами-регуляторами вертикального исполнения с затвором обратным 1, поворотным фланцевым и двумя клапанами-регуляторами 2 транспортируемой среды. Затвор обратный состоит из корпуса 3, внутри которого на рычаге 4 закреплен шарнирно запирающий элемент – диск 5, перекрывающий входное отверстие 6. В корпусе 3 имеется отверстие, в которое вкручен дроссель 9.

Клапан-регулятор 2 состоит из корпуса 10, плунжера 11, камеры приемной 12 с трубой сброса 13, крышки 14 с тройником 15 и коническим краном спуска воздуха 16, уплотнительных и крепежных деталей, а также импульсной трубки 17, соединяющей надплунжерную полость 18 корпуса с входным отверстием 6 затвора обратного.

Корпус выполнен из антикоррозионного материала фланцевым цилиндрическим с фланцами 19 и 20 с впрессованным в нижнюю часть седлом 21 из высокопрочного материала, выше которого находятся равномерно расположенные по окружности боковые отверстия 22 прохода потока рабочей среды, суммарная площадь которых не меньше площади отверстия седла 21.

Плунжер выполнен из пористого антифрикционного антикоррозионного материала, например, из спеченного порошкового материала.

ла или из специального чугуна, подвергнутого химико-термической обработке для создания перлитной структуры с глобулированным графитом, и с последующим силицированием для образования пор [3], [4]. Поры в материале плунжера заполнены смазкой. На наружной поверхности плунжера выполнены винтовые канавки 23, переходящие в нижней его части в кольцевые канавки 24 для размещения в них консистентной смазки.

Плунжер в нижней части снабжён вставкой или наплавкой 25 со сферической поверхностью 26 в месте контакта с острой кромкой 27 седла 21. По оси плунжера выполнено отверстие 28 с ввёрнутым в него дросселем 29. Отверстий с дросселями 29 в плунжере может быть несколько, и они располагаются симметрично относительно оси плунжера. Дроссели выполнены в виде втулки или набора дроссельных шайб цилиндрической, конической, веретенообразной или другой переменной по длине формы внутреннего сечения. Центральное отверстие также служит для монтажа-демонтажа плунжера в корпусе. Верхняя часть плунжера снабжена противоударным амортизатором 30 из упругого материала.

Плунжер в нижней части снабжён вставкой или наплавкой 25 со сферической поверхностью 26 в месте контакта с острой кромкой 27 седла 21.

По оси плунжера выполнено отверстие 28 с ввёрнутым в него дросселем 29. Отверстий с дросселями 29 в плунжере может быть несколько, и они располагаются симметрично относительно оси плунжера. Дроссели выполнены в виде втулки или набора дроссельных шайб цилиндрической, конической, веретенообразной или другой переменной по длине формы внутреннего сечения. Центральное отверстие также служит для монтажа-демонтажа плунжера в корпусе. Верхняя часть плунжера снабжена противоударным амортизатором 30 из упругого материала.

Приёмная камера 12 закреплена на фланцах 19, 20 цилиндрического корпуса эксцентрично со смещением в сторону трубы сброса 13 и при ослаблении крепления крышки 14 может поворачиваться по фланцам вокруг оси их корпуса 10.

Клапаны-регуляторы 2 крепятся к корпусу 3 затвора обратного 1 через короткие фланцевые отводы 31, соединяющие задисковую полость 32 затвора обратного с подплунжерными полостями 33 клапанов-регуляторов 2.

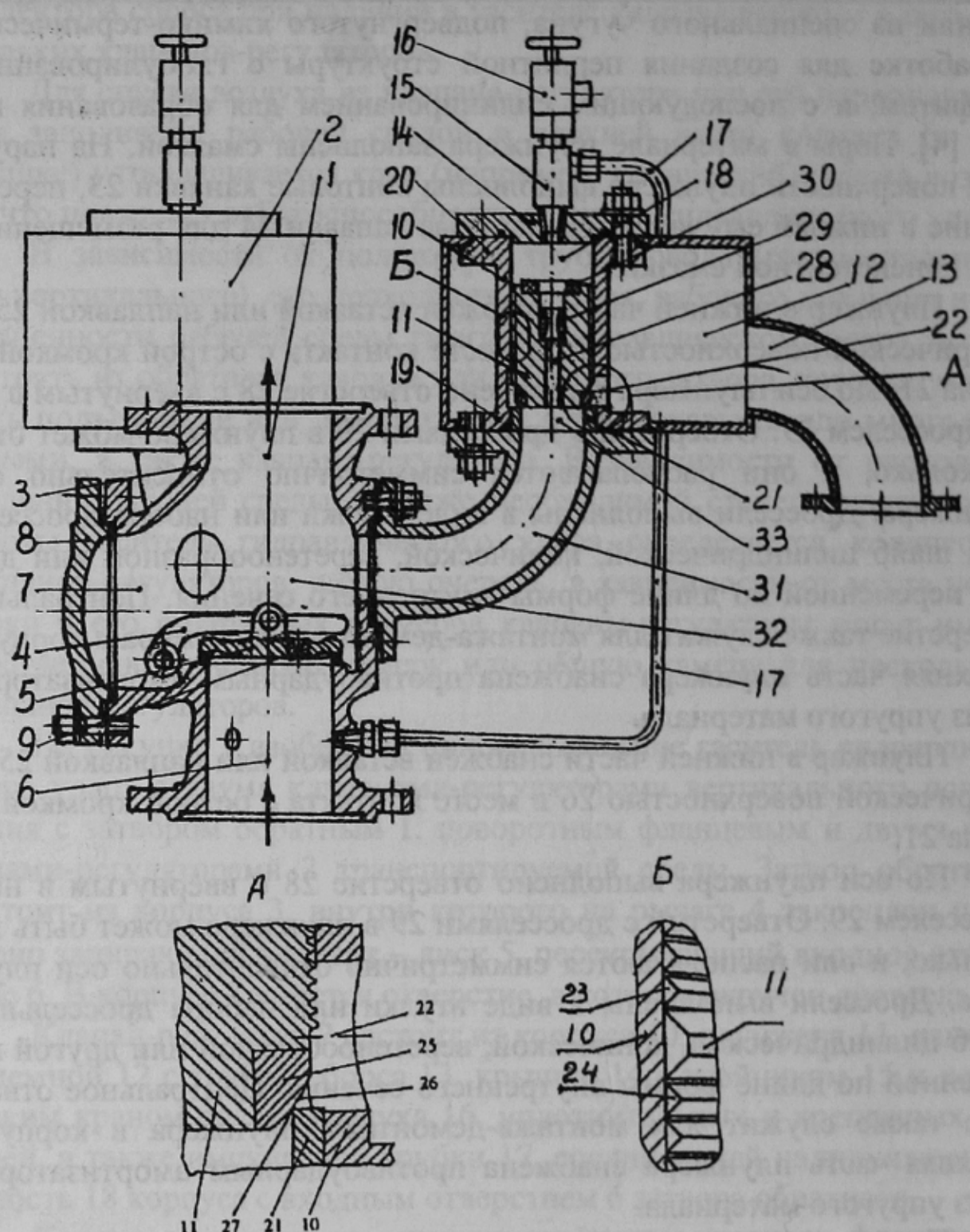


Рисунок 1 – Гаситель гидравлического удара ГД1-200/63

Гаситель гидравлического удара, изображённый на рисунке 1, может устанавливаться непосредственно на выходном патрубке насоса, на вертикальном и горизонтальном трубопроводах. При этом затвор обратный монтируется вдоль трубопровода с подачей рабочей среды под диск, а клапаны-регуляторы монтируются при помощи отводов 31 во всех случаях только в вертикальном положении.

Работает гаситель следующим образом.

Под действием энергии рабочей среды, транспортируемой по трубопроводу, затвор обратный автоматически открывается, диск 5 поворачивается на рычаге 4, открывается отверстие 6. Одновременно с открытием обратного затвора рабочая среда подается по импульсной трубке 17 в надплунжерную полость 18 и по отводу 31 в подплунжерную полость 33 клапана-регулятора 2, который является дифференциальным, так как площадь полости 18 больше площади полости 33.

Под действием собственного веса и усилия, возникающего из-за разности площадей над- и подплунжерных полостей 18 и 33, плунжер 11 сферической поверхностью 26 вставки 25 поджат к острой кромке 27 седла 21, запирая проход рабочей среды через клапан-регулятор 2 на слив. Седло 21 и вставка 25 выполнены из высокопрочного материала типа твердого сплава, что обеспечивает надежную работу клапана при закрытии, разбивая загрязняющие рабочую среду частицы (например, частицы угля и породы).

В аварийных ситуациях, например, при внезапном отключении электродвигателя насоса давление в трубопроводе до затвора обратного 1 падает, и последний закрывается - диск 5 перекрывает входное отверстие 6. Падает давление и в надплунжерной полости 18. Давление же после диска 5 в задисковой полости 32 сначала падает, а затем в результате гидравлического удара начинает подниматься. При повышении давления на определенную величину, достаточную для создания усилия на подъем плунжера 11, он поднимается. Перемещению плунжера 11 вверх оказывает гидравлическое сопротивление рабочая среда, находящаяся в надплунжерной полости 18. На преодоление этого сопротивления расходуется часть энергии движения ударной волны. Скорость перемещения плунжера в обе стороны зависит от площади поперечного сечения отверстия (дресселей) 29, а также формы сечения по длине - цилиндрической, конической, веретенообразной или иного переменного сечения. Более подробно о формах дрессельных отверстий и их влиянии на скорости перемещения деталей поршневого типа изложено в [5] и [6]. При расчетах и разработке конструкции предложенного гасителя использованы принципы проектирования откатных и накатных устройств классических артиллерийских систем [6].

Объем рабочей среды, вытесненной плунжером из полости 18, равен объему, протекающему через отверстие дресселя (дресселей) 29, т.к. рабочая среда является практически несжимаемой. В под-

плунжерной полости 33 скорость движения рабочей среды достигает сотен метров в секунду, на что затрачивается большое количество энергии. Плунжер 11 при восприятии ударной волны, вызывая дросселирование рабочей среды через отверстие дросселя (дросселей) 29, расходует энергию своего движения, теряет скорость и постепенно останавливается. Для сокращения объема надплунжерной полости 18 остановка движения плунжера 11 осуществляется противоударным амортизатором 30 при его определенной незначительной скорости (порядка $8 \div 12$ м/с).

Энергия первой гармоники волны гидравлического удара переходит в энергию движения плунжера 11 и рабочей среды в надплунжерной полости 18, дросселируя рабочую среду через отверстие в дросселе (дросселях) 29, а также через импульсную трубку 17 в подплунжерную полость обратного затвора.

При подъеме плунжера 11 освобождается проход рабочей среды через отверстия 22 в корпусе 10 в приемную камеру 12, а из нее через трубу сброса 13 на слив в атмосферу или в сливной трубопровод. Таким образом, давление не может подняться выше заданной величины, и удар ликвидируется. После незначительного слива рабочей среды давление падает до рабочего, плунжер перемещается в исходное положение, перекрывая слив. Отверстие в диске 5 с дросселем 9 играет роль байпаса, выравнивая давление по обе стороны диска 5, снижает время запаздывания повышения давления в импульсном трубопроводе и повышает качество гидравлической защиты. После закрытия клапана-регулятора гаситель гидравлического удара готов к действию. Контроль чистоты отверстий в дросселе 9 в диске затвора обратного может осуществляться при снятии крышки 8. Аналогичным образом контроль чистоты отверстий 28 и дросселей 29 в плунжере может осуществляться через крышку 14.

Значительные экспериментальные сложности при моделировании условий работы и отработке конструкции гасителей гидравлического удара не всегда позволяют испытать изделие в лабораторных условиях. Конструкция гасителя гидравлического удара ГД1-200/63 с двумя клапанами-регуляторами испытывалась в рабочих условиях на шахте им. Ю.А.Гагарина ГХК "Артёмуголь" на горизонте 521 м. Гаситель был установлен на центробежный секционный насос ЦНС 300×540 производительностью 300 м³/час с напором 540 м и подсоединен к трубопроводу диаметром 200 мм. В течение почти года работы насоса гидравлического удара и аварийных ситуаций на водоот-

ливной установке не наблюдалось. Затем были проведены эксперименты по испытанию гасителя гидравлического удара путём отключения электродвигателя мощностью 800 кВт без предварительного закрытия задвижки.

Целью проводившихся испытаний были:

- проверка работоспособности гасителя в промышленных условиях при достаточно длительных промежутках работы без аварийных ситуаций;
- определение эффективности защиты;
- выявление конструктивных и эксплуатационных недостатков устройств;
- проверка разработанной модели.

В испытываемой конструкции гасителя в клапанах-регуляторах не были установлены краны спуска воздуха 16. При отключении электроэнергии происходил гидравлический удар с повышением давления с 56 кгс/см^2 до $62 \div 64 \text{ кг-с/см}^2$, при котором срабатывали клапаны-регуляторы. Клапаны-регуляторы срабатывали не одновременно. Причиной их неодновременного срабатывания явились так называемые «воздушные мешки», образовавшиеся в верхней части клапана-регулятора. После установки в верхней части клапанов-регуляторов конических кранов спуска воздуха и стравливание ими воздуха из верхней зоны гаситель гидравлического удара надёжно срабатывал и устранял возникновение ударной волны – гасил гидравлический удар.

При всех дальнейших испытаниях гаситель показал себя работоспособным устройством, способным защищать напорный трубопровод водоотливной установки от гидравлических ударов.

Известно, что для достижения высокого качества защиты гаситель гидравлического удара должен быть установлен как можно ближе к очагу удара, то есть непосредственно у обратного клапана или насоса. В то же время при его монтаже на действующем водоотливе в камере может не оказаться свободного места. В таком случае гаситель гидравлического удара устанавливают в трубном ходке. Такая ситуация возникла при реконструкции водоотлива горизонта 1060 м шахты им. А. А. Скочинского ГХК «Донецкуголь». Недостаточная высота насосной камеры не позволила установить гасители непосредственно на выходной патрубок насоса ЦНС 420 или в другом месте камеры. Единственным удобным местом для монтажа и обслуживания гасителей гидравлического удара явился трубный ходок, в котором горизонтально расположены три трубопровода диаметром 250

мм с межосевым расстоянием 800 мм. Для таких условий и был разработан, изображенный на рисунке 2 гаситель гидравлического удара ГД2-250/100 горизонтального исполнения, который монтируется между стандартными фланцами трубопровода с раздвижкой их на строительную длину гасителя.

Как и ранее описанный, второй гаситель гидравлического удара является устройством прямого действия, в котором перемещение исполнительного элемента – плунжера осуществляется энергией перекачиваемой воды под управлением измерительного устройства перепада давления, возникающего в начальной стадии гидравлического удара. Защита осуществляется посредством перекрытия трубопровода обратным клапаном, сброса части перекачиваемой воды в атмосферу или сливной трубопровод и плавного выравнивания давления в нагнетательном трубопроводе.

Конструкция гидравлического удара по рисунку 2 аналогична конструкции, изображенной на рисунке 1, а основным отличием является то, что все четыре клапана-регулятора транспортируемой воды помещены в одну общую приемную камеру 2 с одной трубой сброса. Положение трубы сброса относительно корпуса гасителя (справа, слева или по ходу потока) выбирается из условий монтажа и эксплуатации гасителя и в необходимое положение устанавливается при сборке или путем перемонтажа у потребителя. Отличаются гасители и конструкциями обратного клапана.

Клапан обратный состоит из корпуса 3, внутри которого на валу 23 закреплен диск 4. Вал в отверстиях корпуса уплотняется специальными кольцами 29, 30 из фторопласта. Натяжка уплотнения осуществляется с помощью гаек 27, а центровка диска 4 относительно отверстия корпуса 3 осуществляется при помощи гаек 26. Диск перекрывает отверстия корпуса по коническим поверхностям, наплавленным высокопрочным материалом. Усилие прижатия диска к корпусу регулируется положением груза 41 на рычаге 40. Рычаг может переставляться на любую из сторон вала 23 в удобное для обслуживания положение. В диск вкручен один дроссель.

Работает гаситель гидравлического удара горизонтального типа (рисунок 2) аналогично предыдущему (рисунок 1). В настоящее время производится монтаж гасителей ГД2-250/100 на водоотливе шахты, после чего будут произведены испытания в рабочих условиях.

Технические характеристики гасителей приведены в таблице 1. Внешний вид гасителей приведен на рисунках 3 и 4.

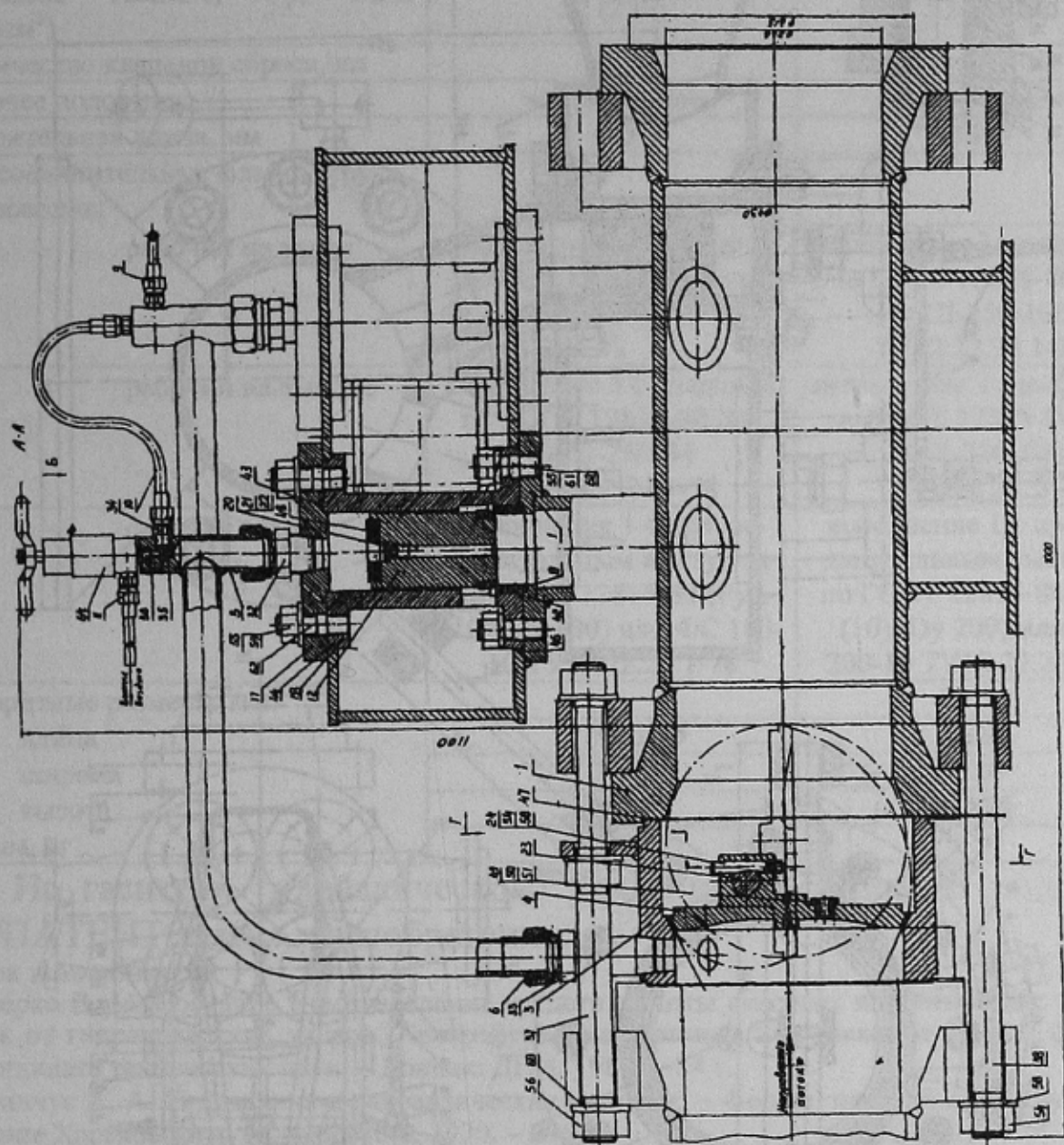
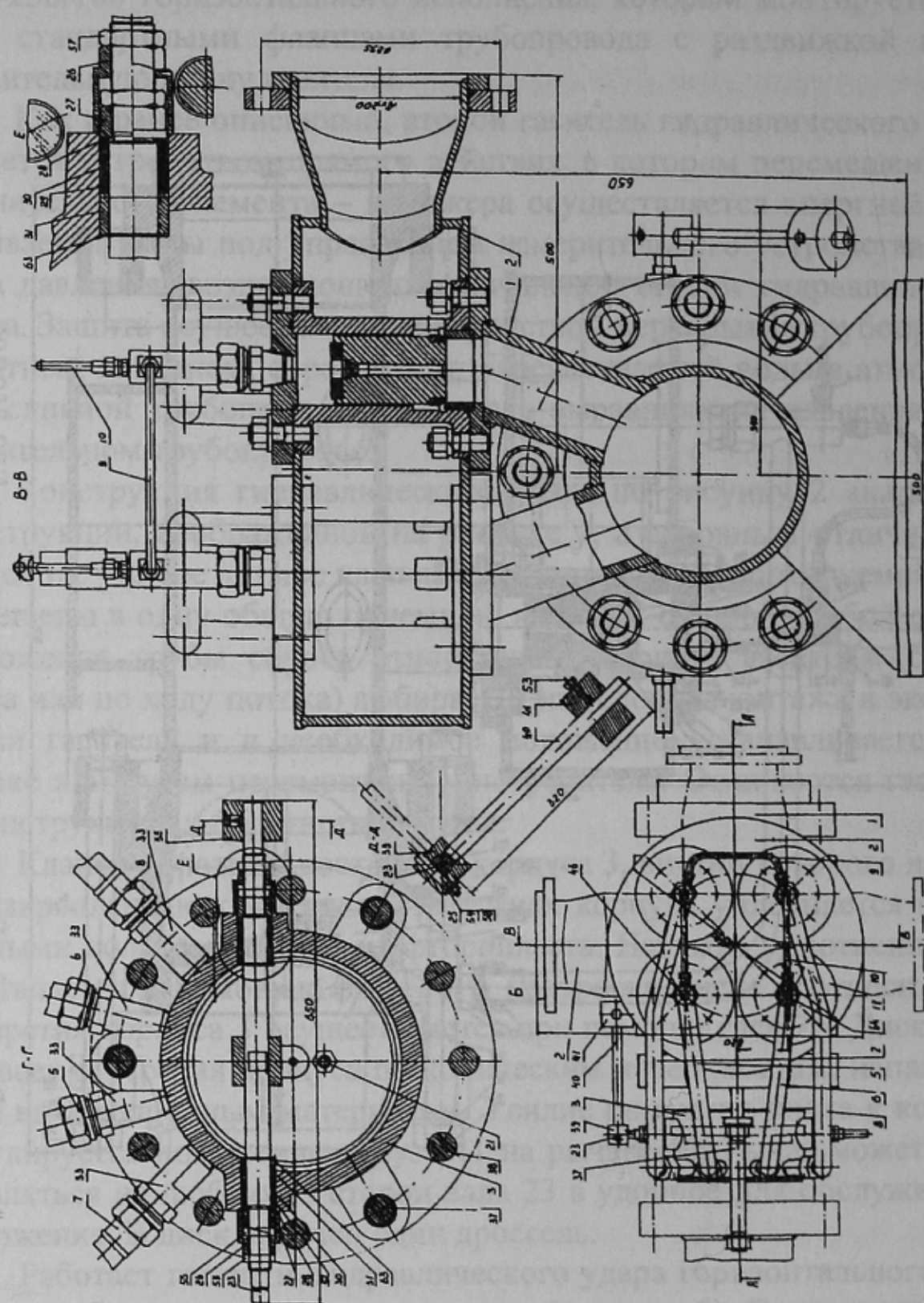


Рисунок 2 – Гаситель гидравлического удара ГД2-250/100



Продолжение рисунка 2

Таблица 1 – Технические характеристики гасителей гидравлического удара

Параметр	ГД1-200/63	ГД2-250/100
Тип	прямого действия	прямого действия
Условный проход, Ду, мм	200	250
Давление условное, Ру, МПа (кгс/см ²)	6,3 (63)	10 (100)
Давление гасимое, Рр, МПа (кгс/см ²)	22 (220)	32 (320)
Количество клапанов сброса, шт	2	4
Рабочее положение	вертикальное	горизонтальное
Строительная длина, мм	850	1000
Присоединительные фланцы трубопроводов:		
– рабочий на входе	исполнение 2 с выступом по ГОСТ 12815-80 или ФСИ-200-64 ТУ12.22.24.1-78	исполнение 3 с впадиной по ГОСТ 12815-80 или ФСИ-250-100 ТУ12.22.24.1-78
– рабочий на выходе	исполнение 3 с впадиной по ГОСТ 12815-80 или ФСИ-250-64 ТУ12.22.24.1-78	исполнение 2 с выступом по ГОСТ 12815-80 или ФСИ-250-100 ТУ12.22.24.1-78
– сливной сброса	исполнение 1 с присоединительным выступом по ГОСТ 12815-80 (Ру 1 (10); Ду 100) или ФС 100-10 ТУ12.22.24.1-78	исполнение 1 с присоединительным выступом по ГОСТ 12815-80 (Ру 1 (10); Ду 200) или ФС 200-10 ТУ12.22.24.1-78
Габаритные размеры, мм:		
длина	1900	1180
ширина	500	820
высота	1160	1100
Масса, кг	320	350

На гасители гидравлического удара разработчиками подана в УКРПАТЕНТ заявка на изобретение.

Список источников:

1. Оверко В. М. Создание и исследование средств защиты шахтных водоотливных установок от гидравлических ударов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Донецк: ДПИ, 1980. – 24 с.
2. Угинчус А. А. Гидравлика и гидравлические машины. – 4-е изд. перераб. – Харьков: Издательство Харьковского университета, 1970. – 396 с.
3. Алиев Н. А., Эфрос Б. М. Повышение эксплуатационных свойств самосмазывающихся элементов многосекционных центробежных насосов на основе применения новых материалов // Международный сборник научных трудов. Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – Донецк: ДГТУ – 2001. – с. 3-9.
4. Алиев Н. А. Технологические методы и средства увеличения долговечности шахтных многосекционных насосов в чугунном исполнении. // Збірник наукових праць. Проблеми експлуатації обладнання шахтних стаціонарних установок. – Донецьк: НДІГМ ім. М. М. Федорова. – 2001 – Випуск 94 – с. 45-62.
5. Вороновский Д. Д. Материальная часть артиллерии, боеприпасы и приборы. – М.: Воениздат МО СССР, 1958. – 329 с.
6. Садовский В. Г. Основание устройства материальной части артиллерии. – М.: Воениздат МО СССР, 1958. – 551 с.