



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60459 (13) A

(51) 7 F16K47/00, F16K47/02, F16K47/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГАСИТЕЛЬ ПІДРАВЛІЧНОГО УДАРУ

1

2

(21) 2002097256

(22) 06 09 2002

(24) 15 10 2003

(46) 15 10 2003, Бюл. № 10, 2003 р.

(72) Чернишев Анатолій Вікторович, Мокичев Андрій Іполитович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ
ОБ'ЄДНАННЯ "СПЕЦІАЛЬНЕ КОНСТРУЮВАННЯ
ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИН- XXI ВЕК"

(57) 1 Гаситель підравлічного удару, що містить послідовно розміщені з боку насоса вузол затвора зворотного із перекривальним елементом у вигляді диска, корпус для розміщення на ньому принаймні одного диференційного клапана-регулятора автоматичної дії, виконаного у вигляді вертикально встановленого циліндричного корпусу з розміщеним в його нижній частині сидлом і бічним отвором для проходження робочого середовища, що спрацьовується, шток із перекривальним елементом вказаного клапана-регулятора, а надплунжерна частина циліндричного корпусу сполучена імпульсною трубою із затвором зворотним в зоні до місця установки диска затвора зворотного, який відрізняється тим, що вузол затвора зворотного виконаний у вигляді вставки в горизонтальний ділянку трубопроводу, з розміщенням на поворотному валу дисковим перекривальним елементом, з встановленням дроселем для проходження робочого середовища і оснащений на виведеній назовні частині вала рухомим елементом датчика контролю положення диска, корпус виконаний трубчастим горизонтальним з опірною площадкою знизу і з фланцем зверху для приєднання заданого числа диференційних клапанів-регуляторів автоматичної дії, шток із перекривальним елементом вказаного клапана-регулятора виконаний у вигляді плунжера з некомпенсованими площами верхнього і нижнього торців, забезпеченого в нижній частині перекривальним елементом у вигляді вставки із сферичною поверхнею в місці контакту з крайкою вказаного сидла, по осі плунжера виконаний отвір з установленим в ньому дроселем заданого перерізу, на верхньому торці плунжера встановлений протиударний амортизатор із пружного матеріалу, отвори клапана-регулятора, що підводять робоче середовище, рівномірно розміщені по колу і з'єднані за допомогою пат-

рубків з порожниною корпусу, при цьому вказані диференційні клапани-регулятори поміщені в загальну знімну приймальну камеру, що закріплюється до фланця корпусу з можливістю її кутової перестановки відносно підвідних отворів для орієнтації труби скидання камери приймальної в необхідне положення, плунжер клапана-регулятора виконаний складеним з кутовою рухливістю сферичної поверхні відносно осі бічної напрямної частини, що сама встановлюється відносно крайки сидла його нижнього перекривального елемента, зовнішня поверхня протиударного амортизатора вказаного плунжера оснащена упорним роздільним елементом, що запобігає її щільному контакту при ударі з кришкою клапана-регулятора, а надплунжерні порожнини всіх надплунжерних клапанів-регуляторів об'єднані єдиним колектором, оснащеним краном випуску повітря і сполученим з імпульсною трубою

2 Гаситель за п. 1, який відрізняється тим, що бічна напрямна складеного плунжера виконана у вигляді стакана, в порожнині якого розміщений опорний вкладиш з внутрішньою півсферою, в яку з можливістю кутової рухливості встановлена верхня сферична частина перекривального елемента, а на його протилежному торці, віддаленому на деяку відстань, що складає плече гойдання, встановлена вказана сферична поверхня, при цьому перекривальний елемент зафіксований від осевого переміщення відносно стакана

3 Гаситель підравлічного удару за пп. 1, 2, який відрізняється тим, що фіксація від осевого переміщення перекривального елемента виконана у вигляді пружного розрізного кільця, встановленого в проточці всередині стакана і притисненого до верхньої сферичної частини перекривального елемента натискними гвинтами

4 Гаситель підравлічного удару за пп. 1-3, який відрізняється тим, що упорний роздільний елемент на верхньому торці протиударного амортизатора виконаний у вигляді кільця або багатокутника різного поперечного перерізу, оснащеного поперечним розрізом твірної для проходження робочого середовища

5 Гаситель підравлічного удару за пп. 1-3, який відрізняється тим, що упорний роздільний елемент виконаний у вигляді кільця або багатокутника різного поперечного перерізу і оснащений місце-

(13) A

(11) 60459

(19) UA

вими виїмками в місцях контакту з кришкою 6 Гаситель підравлічного удару за п 1, який відрізняється тим, що для забезпечення самоустановлення в закриті положення затвор зворот-

ний оснащений противагою, розміщеною на поворотному валу дискового перекидного елемента

Винахід відноситься до пристроїв захисту напірних трубопроводів від підравлічних ударів, зокрема для застосування в шахтному водовідливі

Відомо, що для повного забезпечення безаварійної і надійної роботи підоттранспортних систем, їх потрібно оснащувати всіма необхідними засобами протиударного захисту Приклади розміщення протиударного захисту при різних профілях напірних підоттранспортних систем різного технологічного призначення, а також конструктивні схеми різних компенсаторів, що застосовуються, приведені в розділі 5.4 "Оценка гидравлического удара при применении противоударных мероприятий", А.М. Курганов, А.Ф. Федоров "Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения" Ленинград, Стройиздат, 1986, стр. 122-135

Гідравлічний удар у водоводах спричинюється стрімкою зміною швидкості руху рідини, що супроводжується великою зміною тиску

Як правило, на напірному трубопроводі відразу за насосом встановлюється зворотний клапан або затвор, безпосередньо за яким розміщуються пристрої для гасіння підравлічних ударів

Призначення зворотних клапанів і затворів - запобігати можливості виникнення зворотного потоку в трубопроводах Клапани і затвори спрацьовують автоматично під дією енергії робочого середовища, що транспортується по трубопроводу

Нормативними документами на проектування шахтного водовідливу регламентується, що при висотах підйому води 400м і більш необхідно передбачати спеціальні пристрої для захисту трубопроводів від можливого гідравлічного удару В умовах сучасного шахтного водовідливу застосовуються, як правило, сталі трубопроводи для одноступінчатого підйому води на поверхню на геометричну висоту 1200м і більш при прийнятій швидкості руху води в межах 2-3м сек⁻¹ Реальна довжина трубопровода звичайно приймається на 100м більше геометричної

У загальному випадку різкі зміни швидкості руху води в шахтному трубопроводі можуть виникнути в насосних установках під час пуску, зупинці і регулюванні Особливо небезпечні коливання тиску в шахтних водовідливних установках спостерігаються при раптовому відключенні електродвигунів приводів насосів У цьому випадку, при відсутності спеціальних пристроїв для захисту від гідравлічного удару, відбувається руйнування насоса, оскільки при подібному аварійному режимі, звичайний керуючий засув не може бути миттєво використаний (см В.Г. Гейер, Г.М. Тимошенко "Шахтные вентиляционные и водоотливные установки" М., Недра, 1987, гл. 4.9, стр. 218-227)

Зміна величини тиску в процесі підравлічного удару в трубопроводі має вигляд затухаючого з часом коливального процесу, викликаного поширенням спочатку прямої ударної хвилі, а потім зворотної ударної хвилі Приймаючи швидкість поширення хвилі тиску в трубопроводі, заповненому водою, рівною 1300 мс⁻¹, частоту коливань тиску можна оцінити по формулі

$$f = \frac{C}{4L},$$

де

C - швидкість поширення хвилі тиску, мс⁻¹,

L - довжина трубопровода, м

Стосовно до шахтних умов указана формула частоти коливань виглядає як

$$f = \frac{325}{H_{\text{геом}} + 100},$$

де

H_{геом} - висота підйому води

Отже, частота коливань тиску знижується із зростанням висоти підйому від ≈ 0,65с⁻¹ для 400м до ≈ 0,25с⁻¹ для 1200м

Ця величина близька до власної частоти коливань трубопровода, тому, виникає небезпека резонансу, внаслідок якого трубопровід може бути зруйнований

В умовах гірничої промисловості на рудниках успішно застосовують спосіб захисту нагнітальних трубопроводів за допомогою встановлення зворотних клапанів на проміжних горизонтах або посередині трубопровода, який при цьому секціонується на два більш коротких трубопроводи Внаслідок цього знижується статичний напір і скорочується тривалість фази підравлічного удару Експериментальні дослідження дозволили встановити селективність спрацьовування зворотних клапанів при роботі водовідливних установок, при цьому в більш коротких трубопроводах відбувається більш швидке загасання хвильових процесів і зменшується тиск в трубопроводах Однак, в умовах шахти секціонування трубопровода не застосовується тому що істотно ускладнює систему водовідливу (В.М. Попов «Рудничные водоотливные установки», М. Недра, 1983, стр. 271-280)

Осципотографування режимів роботи водовідливних установок показало, що гідравлічний удар найбільш небезпечний в нагнетательных трубопроводах великого діаметра і при великій геодезичній глибині шахт Застосування для гасіння гідравлічного удару тільки зворотних клапанів в цих умовах неефективне через малу надійність трубопровода і необхідність повного усунення виникнення ударної хвилі Оцінка відомих способів захисту від гідравлічного удару показує, що перспективним є застосування авто-

матичних гасителів удару, працюючих за принципом скидання частини робочого середовища, що транспортується з нагнітального трубопроводу.

Відомі гасителі гідравлічного удару прямої і непрямої дії. У гасителях першого типу (з клапанами запобіжними або клапанами-регуляторами) переміщення виконавчого елемента здійснюється енергією робочого середовища під керуванням вимірювального пристрою перепаду тиску, виникаючого в початковій стадії гідравлічного удару, а в гасителях непрямої дії ця операція реалізується допоміжним приводом, що використовує енергію спеціального підсилювача. Протягом цілого ряду років розроблялися модифікації гасителя гідравлічного удару непрямої дії конструкції Донецького політехнічного інституту (ДПІ), захищені авторськими свідоцтвами СРСР на винаходи: а с СРСР № 464751, F16K 47/00, бюл. № 11, 1975, а с СРСР № 773367, F 16K 47/10, бюл. № 39, 1980, а с СРСР № 992883, F16K47/10, бюл. № 4, 1983, а с СРСР № 1681107, F16K 47/10, F16L 55/02, бюл. № 36, 1991.

До відомих недоліків вищенаведених конструкцій гасителів гідравлічного удару потрібно віднести по-перше, необхідність використання допоміжних рідин, як, наприклад, в а с СРСР № 464751 і а с СРСР № 773367, причому в останньому рішенні герметична еластична камера повинна бути заповнена антикорозійною рідиною і стислим газом, по-друге, складність налаштування і забивання отворів механічними домішками, що є у великій кількості в шахтних водах. Для захисту дроселів в конструкцію гасителів необхідно вводити спеціальні фільтри.

Також відомі автоматичні клапани-гасителі гідравлічних ударів системи «Укрводгео», для яких заснована на гідравлічному принципі відкриваються при підвищенні або зниженні тиску проти нормального і скидають частину води з трубопроводу, тим самим знижуючи тиск. Гаситель розроблений для насосного устаткування, коли гідравлічний удар починається з фази зниженого тиску біля зворотного затвора. Відсутність пружин підвищує надійність роботи конструкції, чому сприяє і переміщення виконавчих пристроїв безпосередньо енергією робочого середовища нагнітального трубопроводу.

Тут і далі по тексті використані терміни у відповідності ДСТУ 2611-94 «Арматура трубопроводна загальнопромислового призначення. Терміни та визначення», а не як в джерелах інформації.

В умовах роботи водовідливного устаткування рекомендуються дві схеми використання автоматичних гасителів.

1) встановлення гасителя за зворотним затвором і скидання води у водозбірник і використання гасителя як безударного зворотного затвора (В. М. Попов «Рудничные водостливные установки», М., Надра, 1972, стр. 261).

2) використання практично тієї ж схеми для скидання води через насос. У шахтних умовах друга схема практично неприйнятна, тому що приводить до неминучої поломки відцентрових багатосекційних насосів, які найчастіше використовуються у водовідливному устаткуванні.

Обидві схеми використання гасителя гідравлічного удару передбачають його встановлення спільно із зворотним затвором, який є невід'ємним елементом системи гасіння гідравлічного удару і тому конструкцію і роботу гасителя необхідно розглядати тільки спільно із зворотним затвором.

У першій схемі циліндр корпусу гасителя, в якому розміщений клапан-регулятор, приєднується імпульсними трубками через розподільник тиску до трубопроводу таким чином, що клапан-регулятор гасителя знаходиться в закритому стані. При певному співвідношенні тиску в трубопроводі до і після затвора зворотного, клапан-регулятор гасителя відчиняється, скидає робоче середовище і знижує тиск в трубопроводі до заданої величини. Для повернення клапана-регулятора гасителя в початкове положення і припинення скидання робочого середовища, розподільник з'єднує надпоршневий простір циліндра з напірним трубопроводом до зворотного затвора. Під час пуску насосного агрегату розподільник з'єднує циліндр гасителя з нагнітальним трубопроводом до зворотного затвора і готує його до роботи.

До недоліків відомого пристрою потрібно віднести те, що переміщення перекривального елемента клапана-регулятора при його відкритті і закритті здійснюється не тільки безпосередньо перепадом тиску робочого середовища, а із застосуванням спеціального масляного гальма. Тривалість спрацювання клапана-регулятора становить $\approx 40-50$ сек, внаслідок чого відбувається закидання ударного тиску під час гідроудару, а також скидання значної кількості води під час його закриття.

Для умов шахтного водовідливу це створює значні додаткові труднощі для повторного запуску насоса в роботу.

У переважній більшості випадків при експлуатації шахтних водовідливних установок виникає прямий гідравлічний удар, коли тривалість закриття зворотного затвора менше тривалості фази гідравлічного удару.

Експериментально встановлено, що тривалість спрацювання зворотних клапанів і затворів різного діаметра на закриття складає в межах 0,6-1,5 сек. Звідси, внаслідок значних динамічних навантажень, виникають вимоги до високих параметрів міцності вказаних пристроїв.

До недоліків відомого пристрою варто віднести і складність конструкції через наявність допоміжних механізмів, таких як масляне гальмо і його важлива система приводу, розподільник і його гідравлічна система керування, а також складність дотримання суворої співвідносності сполучених поверхонь рухомих деталей клапана-регулятора перекриваючого елемента, штока, поршня, тяги з поверхнями нерухомих деталей сидла, фланця, циліндра корпусу, кришки.

Відомий гаситель гідравлічного удару по заявці авторів на видачу патента України на винахід № 2001031525 від 06.03.2001р., призначений для гасіння прямого удару першої фази гідравлічного удару. При відключенні насосного агрегату ударна хвиля, відбиваючись від кінця трубопроводу, біля затвора зворотного сполучається через отвори проходу потоку робочого середовища клапана-

регулятора з атмосферою і гідравлічний удар практично відсутній. Наступні фази ударної хвилі (гармоніки) після спрацювання клапана і скидання частини робочого середовища будуть по амплітуді невеликими. При цьому клапан-регулятор швидко реагує на перепади тиску відчиняється при підвищенні тиску і зачиняється при зниженні тиску, запобігаючи скиданню великого об'єму робочого середовища з нагнітального трубопровода. Наявність отвору з дроселем в диску затвора зворотного забезпечує поступове плавне вирівнювання тиску робочого середовища по обидві сторони затвора зворотного після гасіння гідравлічного удару, знижує тривалість запізнення підвищення тиску в імпульсному трубопроводі та у в надплунжерному просторі, а також згладжує фронт ударної хвилі та пом'якшує ефект гідравлічного удару на ділянці після диска, що підвищує якість гідравлічного захисту.

Відповідно до цього рішення були виготовлені декілька гасителів гідравлічного удару, які показали задовільну працездатність і можливість доведення їх до стадії виготовлення настановної серії.

Однак, в процесі їх дослідної експлуатації були виявлені деякі конструктивні недоробки. З'ясувалося, що відносно великі габарити гасителя, особливо по висоті, істотно ускладнюють або унеможливають навіть його монтаж в обмежених умовах, наприклад, в трубних ходах, що характерно для багатьох глибоких шахт Донбасу.

Іншим недоліком прототипу є випадки завищення плунжера клапана-регулятора у верхньому положенні при гідроударі, так як розміщений на його верхньому торці протиударний амортизатор з пружного матеріалу звичайно «присмоктується» до верхньої кришки клапана-регулятора, зменшуючи тим самим його робочу площу в порівнянні з незмінною площею нижнього торця, внаслідок чого плунжер і зависає у верхньому положенні. Тільки після випорожнення напірного трубопровода і падіння тиску під плунжером, він під впливом власної ваги може повернутися в робоче положення, тобто знову впаде на сідло.

Перевірка в шахтних умовах також показала, що для забезпечення герметичності клапана-регулятора необхідна висока точність виготовлення і монтажу всіх елементів, і насамперед співвідношення перекривальних елементів і виключення будь-яких витоків води через ущільнюючі елементи.

Крім того, в обмежених умовах монтажу важко отримати інформацію про положення затвора зворотного («відкрито» або «закрито») як при проведенні технічного обслуговування, так і при автоматизації процесів управління роботою шахтного водовідлива.

Вказане більш раннє рішення авторів по українській заявці № 2001031525 було вибрано в якості прототипа, що співпадає з винаходом, що заявляється за призначенням і цілим рядом істотних ознак.

Спільними істотними ознаками прототипу і винаходом, що заявляється, є наступні:

попередньо розміщені на трубопроводі за насосом - вузол затвора зворотного із перекриваль-

ним елементом у вигляді диска, в якому встановлений дросель для проходу робочого середовища,

корпус для розміщення декількох або, принаймні, одного диференційного клапана-регулятора автоматичної дії, виконаного у вигляді вертикально встановленого циліндричного корпусу клапана-регулятора з розміщенням в його нижній частині високоміцним сідлом і бічними отворами для проходу робочого середовища, що скидається, вміщеного в приймальну камеру з трубою скидання робочого середовища, шток із перекривальним елементом вказаного клапана-регулятора виконаний у вигляді плунжера з пористого антифрикційного матеріалу із заповненням пір і його контактної поверхні мастилом з некомпенсованими площами верхнього і нижнього торців, забезпеченого в нижній частині перекривальним елементом у вигляді високоміцної вставки зі сферичною поверхнею в місці контакту з гострою кромкою вказаного високоміцного сідла, по осі плунжера виконаний отвір з розміщенням в ньому дроселем заданого діаметра, на верхньому торці плунжера встановлений протиударний амортизатор з пружного матеріалу, а його надплунжерна частина сполучена імпульсною трубою із трубопроводом до місця установки диска зворотного клапана.

В основу винаходу поставлено задачу такого удосконалення гасителя гідравлічного удару, щоб за рахунок особливостей конструктивного виконання окремих його елементів зменшити габарити, полегшити герметичність і надійність спрацювання перекривальних елементів і за рахунок цього гарантувати стабільність технічних характеристик в умовах тривалої експлуатації в складних шахтних умовах.

Поставлена задача вирішується тим, що в гасителі гідравлічного удару, що включає послідовно розміщені з боку насоса вузол затвора зворотного із перекривальним елементом у вигляді диска, в якому встановлений дросель для проходу робочого середовища, корпус для розміщення на ньому принаймні одного диференційного клапана-регулятора автоматичної дії, виконаного у вигляді вертикально встановленого фланцевого циліндричного корпусу з розміщеними в його нижній частині сідлом і бічним отвором для проходу робочого середовища, що спрацьовується, вміщеного в приймальну камеру з трубою скидання, шток із перекривальним елементом вказаного клапана-регулятора виконаний у вигляді плунжера з некомпенсованими площами верхнього і нижнього торців, забезпеченого в нижній частині перекривальним елементом у вигляді вставки зі сферичною поверхнею в місці контакту з крайкою вказаного сідла, по осі плунжера виконаний отвір з установленим в ньому дроселем заданого перетину, на верхньому торці плунжера встановлений протиударний амортизатор із пружного матеріалу, а надплунжерна частина циліндричного корпусу сполучена імпульсною трубою із затвором зворотним в зоні до місця установки диска затвора зворотного, згідно з винаходом, вузол затвора зворотного виконаний у вигляді вставки в горизонтальній ділянці трубопровода з розміщенням на поворотному валу дисковим перекривальним елементом, забезпеченим виведеним назовні рухо-

ним елементом датчика контролю положення диска, корпус виконаний трубчастим горизонтальним з опорною площадкою знизу і з фланцем зверху для приєднання заданого числа диференційних клапанів-регуляторів автоматичної дії, отвори, що підводять робоче середовище, якого рівномірно розміщені по колу і з'єднані за допомогою патрубків з порожниною корпусу, при цьому вказані диференційні клапани-регулятори розміщені в загальну знімну приймальну камеру, що прикріплюється до фланця корпусу з можливістю її кутової перестановки відносно отворів, що підводять, для орієнтації труби скидання камери приймальної в необхідне положення, плунжер клапана-регулятора виконаний складовим з кутовою рухливістю сферичної поверхні відносно осі бічної напрямної частини, що сама встановлюється відносно крайки сидла його нижнього перекривального елемента, зовнішня поверхня протиударного амортизатора вказаного плунжера забезпечена упорним розділовим елементом, що запобігає її щільному контакту при ударі з кришкою клапана-регулятора, а надплунжерні порожнини всіх надплунжерних клапанів-регуляторів об'єднані єдиним колектором, забезпеченим крапом випуску повітря і сполучені з імпульсною трубкою.

Наведені вище ознаки складають суть винаходу, бо вони є необхідні у будь-яких варіантах реалізації винаходу і достатніми для досягнення поставленої задачі.

Конкретною відмінністю гасителя, що заявляється, є те, що бічна направляюча частина складового плунжера виконана у вигляді стакану, в порожнині якого розміщений опорний вкладиш з внутрішньою напівсферою, в яку з можливістю повороту кутової рухливості встановлена верхня сферична частина перекривального елемента, а на його протилежному торці, віддаленим на відстань, що складає плече гайдання, встановлена вказана сферична поверхня, при цьому перекривальний елемент зафіксований від осевого переміщення відносно стакану.

Конкретною відмінністю є те, що фіксація від осевого переміщення перекривального елемента виконана у вигляді розрізного кільця, встановленого в проточці всередині стакану і притиснутого до верхньої сферичної частини перекривального елемента натискними гвинтами.

Ще однією конкретною відмінністю є те, що упорний розділовий елемент на верхньому торці протиударного амортизатора плунжера виконаний у вигляді кільця або багатокутника різного поперечного перетину, забезпеченого розрізом упоперек твірної для проходження робочого середовища. Конкретна відмінність полягає також в тому, що вказаний упорний розділовий елемент виконаний у вигляді кільця або багатокутника різного поперечного перетину і забезпечений місцевими виїмками в місцях контакту з кришкою.

Додаткова відмінність полягає в тому, що для забезпечення самоустановлення в закритому положенні затвор, зворотний забезпечений протипагою, розміщеною на поворотному валу дискового перекривального елемента.

Причинно-слідчий зв'язок відмітних ознак з технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

Горизонтальне виконання корпусу гасителя гідравлічного удару з вертикальним приєднанням декількох клапанів-регуляторів, що вміщуються в одну загальну приймальну камеру, значно зменшує габаритні розміри гасителів і дозволяє монтувати їх в безпосередній близькості від насосів в обмежених шахтних умовах, наприклад, в трубних ходках.

Розташування декількох клапанів-регуляторів з рівномірним кроком по колу в приймальній камері дозволяє змінювати положення труби скидання в потрібне місце шляхом перестановки її спільно з камерою приймальною в зборі з клапанами-регуляторами відносно підвідних отворів фланця. Розміщення на протиударних амортизаторах клапанів-регуляторів упорних розділових елементів, виконаних у вигляді кільця або багатокутників трикутного, напівкруглого або круглого перетину з розрізом упоперек твірної і/або виїмками, забезпечує постійне заткнення робочого середовища між кришками клапанів-регуляторів і плунжерами при незначному зменшенні верхньої робочої площі плунжерів, тим самим не дозволяє їм зависати у верхньому положенні і забезпечує прискорене закриття клапанів-регуляторів після гасіння піка тиску ударної хвилі при незначному зливі робочого середовища.

Виконання плунжера клапана-регулятора складовим з відділенням його бічної напрямної циліндричної частини від нижньої частини із перекривальним сферичним елементом і з'єднанням їх через важіль зі сферичним шарніром, дозволяє самовстановлюватись перекриваючому сферичному елементу відносно гострої крайки сидла і тим самим забезпечувати герметичність клапана-регулятора.

Виконання клапана зворотного у вигляді вставки з поворотним однодисковим перекривальним елементом, при необхідності, з протипагою, і з рухомим елементом датчика контролю положення перекривального елемента на валу, дозволяє підвищити надійність роботи клапана зворотного і отримувати достовірну інформацію про положення його перекривального елемента в будь-який час.

Об'єднання надплунжерних порожнин всіх клапанів-регуляторів єдиним кільцевим або у вигляді ялинки колектором, який сполучений з крапом випуску повітря і через імпульсну трубку збільшеного перетину із зворотним затвором, дозволяє не ставити крани на кожний клапан-регулятор, а обійтись одним, а також зменшити гідравлічні втрати в трубопроводах, що позначається на якості роботи гасителя гідравлічного удару.

Фіг 1 - загальний вигляд гасителя гідравлічного удару. Фіг 2 - диференційний клапан-регулятор.

Гаситель гідравлічного удару - арматура запобіжна для автоматичного захисту системи від підвищення тиску зверху робочого шляхом скидання надлишку робочого середовища, а також для припинення скидання при відновленні робочого тиску.

У залежності від прохідного перетину трубопровода, робочого тиску і забруднення робочого середовища, гаситель гидравлічного удару може складатися із затвора зворотного і декількох клапанів-регуляторів, кількість яких визначається витратою і тиском робочого середовища, а також необхідного ступеня надійності роботи гасителя.

На фіг 1 зображений гаситель гидравлічного удару із затвором зворотним дисковим 1 і чотирма клапанами-регуляторами 2 середовища, що транспортується, вміщеними в загальну приймальну камеру 3, закріплену на фланці 4 корпусу гасителя 5.

Затвор зворотний виконаний у вигляді вставки і складається з корпусу 6, всередині якого спільно з валом 7, зміщеним відносно діаметрального перетину корпусу повертається перекривальний елемент - диск 8, в якому встановлений змінний дросель 9. Ущільнення затвора зворотного забезпечується наплавленими високоміцним матеріалом ущільнючими кільцями на корпусі і диску, при цьому воно може бути виконане як під кутом до осі вхідного отвору, як показано на фіг 1, так і вздовж його осі. У першому випадку для перекриття отвору досить сили власної ваги диска, а у другому випадку необхідне прикладення додаткового зусилля до вала 7 від вантажу через важіль, розташований як всередині корпусу, так і за його межами. Для другого випадку, при виведенні вала 7 за межі корпусу, на ньому додатково, крім важеля з вантажем, встановлюється рухомий елемент датчика контролю положення перекривального елемента - диска в затворі зворотному. Вал 7 може виводитися за межі корпусу в обидві сторони для установки важеля і рухомого елемента датчика в зручне для обслуговування положення.

Камера приймальна 3 виконана у вигляді циліндричної місткості з бічною трубою 10 скидання робочого середовища і з вмонтованими в кришки з рівномірним кроком по колу корпусами 11 клапанів-регуляторів 2. При великій кількості клапанів-регуляторів (більше шести) корпус одного з них розташовується по центру кола. Положення труби скидання 10 можна змінювати в просторі шляхом перестановки камери приймальної 3 на фланці 4 відносно його отворів 15, сполучених через патрубки 12 з порожниною корпусу гасителя 5.

Диференційний клапан-регулятор 2 зображений на фіг 2 і складається з корпусу 11, плунжера 13, кришки 14 з штуцером, сідла 15.

Корпус виконаний циліндричним з рівномірно розташованими по колу бічними отворами 16 проходу потоку робочого середовища, яке викидається, з поясками на зовнішній поверхні під запресування або приварку до кришок камери приймальної і посадочним місцем в нижній частині для впресування сідла 15.

Плунжер 13 диференційного клапана виконаний збірним, що складається з циліндричного корпусу 17, змінного дроселя 18, протиударного амортизатора 19 з упорним елементом 20 і шарнірно закріпленого всередині корпусу перекривального елемента 21.

Корпус плунжера 17 виконаний у вигляді циліндричного стакану з канавками на зовнішній поверхні для мастила, з різьбовим отвором на верхньому торці для монтажу-демонтажу плунжера в корпусі і для установки змінного дроселя 18, а також з проточкою для монтажу протиударного амортизатора 19.

На протиударним амортизаторі встановлений упорний елемент 20, що запобігає щільному контакту і зависанню амортизатора 19 до кришки 14 клапана-регулятора при підрударі. Упорний елемент може бути виконаний у вигляді кільця або багатокутника трикутного, круглого або напівкруглого перетину з розрізами 22 і/або виїмками 23 в місцях контакту з кришками, що забезпечує однаковий тиск робочої рідини по обидві сторони кільця, тобто по всій верхній площі плунжера 13.

Перекривальний елемент 21 плунжера виконаний у вигляді штока, нижня частина якого забезпечена вставкою або напавкою зі сферичною поверхнею 24 в місці контакту з гострою крайкою сідла 15, верхня частина виконана у вигляді сфери 25, а по центру є наскрізний отвір. Центр сфери 25 і центр нижньої сферичної поверхні 24 вставки або наплавки рознесені на деяку відстань, що складає плече гойдання нижньої сфери 24. Верхня сфера 25 спирається на вставку 26 з антифрикційного матеріалу з внутрішньою полусферою і різьбовим отвором по її центру. Перекривальний елемент 21 в корпусі 17 фіксується гвинтами 27 через розрізне пружне кільце 28.

Надплунжерні порожнини 29 клапанів-регуляторів через штуцера кришок 14 об'єднані між собою колектором 30, який в свою чергу пов'язаний імпульсною трубою 31 із затвором зворотним 1 до його диска 8. Колектор може бути виконаним кільцевим або у вигляді ялинки. На колекторі встановлений кран випуску повітря 32 з верхньої зони гасителя після його заповнення робочою рідиною.

Корпус 5 гасителя виконаний трубчастим з фланцями і рухомими кільцями на кінцях, а також з опорною площадкою і фланцем, що підводить, 4, сполученим через патрубки 12 з корпусом.

Гаситель гидравлічного удару монтується на горизонтальній ділянці трубопровода між насосом і засувом, в безпосередній близькості до насоса.

Працює гаситель гидравлічного удару таким чином.

Під дією енергії робочого середовища, що транспортується по трубопроводу, затвор зворотний 1 автоматично відкривається - диск 8 повертається і відкривається вхідний отвір 6. Одночасно з відкриттям затвора зворотного робоче середовище подається по імпульсній трубі 31 і кільцевому колектору 30 в надплунжерні порожнини 29 і по патрубках 12 в підплунжерні порожнини 33 клапанів-регуляторів 2, які є диференційними, оскільки площі порожнин 29 більше площ порожнин 33. Під дією власної ваги і зусилля, виникаючого через різницю площ над- і підплунжерних порожнин 29 і 33, плунжер 13 сферичною поверхнею 24 вставки притискується до гострої крайки сідла 15, закриваючи прохід робочого середовища через

клапан-регулятор 2 на злив. Виконання плунжера складовим з сферичною поверхнею 24, що гойдається, забезпечує щільне перекриття клапана-регулятора навіть при неспіввідності отвору корпусу 11 і гострої крайки сидла 15. Сідло і вставка виконані з високоміцного матеріалу типу твердого сплаву, що забезпечує надійну роботу клапана під час закриття, розбиваючи забруднюючі робоче середовище частки, наприклад, частки вугілля і породи.

У аварійних ситуаціях, наприклад, при раптовому відключенні електродвигуна насоса, тиск в трубопроводі до затвора зворотного 1 падає і останній закривається - диск 8 перекриває вхідний отвір. Падає тиск і в надплунжерних порожнинах 29. Тиск же після диска 8 в задисковій порожнині в корпусі гасителя спочатку падає, а потім, внаслідок гідравлічного удару, починає підніматися. При підвищенні тиску на певну величину, достатню для створення зусилля на підйом плунжерів 13, вони підіймаються. Переміщенню плунжерів 13 вгору чинить гідравлічний опір робоче середовище, що знаходиться в надплунжерних порожнинах 29. На подолання цього опору витрачається частина енергії руху ударної хвилі. Швидкість переміщення плунжерів в обидві сторони залежить від площ поперечного перетину отворів дроселів 18, а також форми перетину по довжині.

Об'єм робочого середовища, витісненого плунжером з порожнини 29, рівний об'єму, що протікає через отвір дроселя 18, так як робоче середовище є практично нестискуваним. У надплунжерній порожнині 29 швидкість руху робочого

середовища досягає сотень метрів в секунду, на що витрачається велика кількість енергії. Плунжер 13 при сприйнятті ударної хвилі, спричиняючи дросування робочого середовища через отвір дроселя 18, витрачає енергію свого руху, втрачає швидкість і поступово зупиняється. Для скорочення об'єму надплунжерної порожнини 29, зупинка руху плунжера 13 здійснюється упорним елементом 20 і протиударним амортизатором 19 при певній незначній швидкості плунжера.

Енергія першої гармоніки хвилі гідравлічного удару переходить в енергію руху плунжерів 13 і робочого середовища в надплунжерних порожнинах 29, дрослюючи робоче середовище через отвори в дроселях 18, а також через імпульсну трубку 31 в піддискову порожнину затвора зворотного.

При підйомі плунжерів 13 звільняється прохід робочого середовища через отвори 16 в корпусах 11 в приймальну камеру 3, а з неї, через трубу скидання 10, на злив в атмосферу або в зливний трубопровід. Внаслідок вищесказаного, тиск не може піднятися вище заданої величини, і гідравлічний удар ліквідується. Після незначного зливу робочого середовища, тиск в трубопроводі і в підплунжерних порожнинах 33 падає до робочого, диференціальний плунжер під дією власної ваги і зусилля, виникаючого через різницю площ над- і підплунжерних порожнин переміщується в початкове положення, перекриваючи злив. Отвір в диску 8 з дроселем 9 виконує роль байпаса, вирівнюючи тиск по обидві сторони диска 8. Після закриття клапана-регулятора, гаситель гідравлічного удару готовий до дії.



