

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2510460

### ГИДРОФИЦИРОВАННАЯ КРЕПЬ С РЕГУЛИРУЕМЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ И РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2012124418

Приоритет изобретения **13 июня 2012 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **27 марта 2014 г.**

Срок действия патента истекает **13 июня 2032 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Симонов", is written over a horizontal line.





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2012124418/03, 13.06.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.06.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.06.2012

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2013 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 27.03.2014 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2079667 C1, 20.05.1997. SU 629349 A1, 25.10.1978. SU 881342 A1, 15.11.1981. CS 8703258 A, 16.08.1988. CN 201581912 U, 15.09.2010.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВПО "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", отдел ИС и ТТ

(72) Автор(ы):

**Бувич Владимир Владимирович (RU),  
Габов Виктор Васильевич (RU),  
Кабанов Олег Васильевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Национальный минерально-сырьевой  
университет "Горный" (RU)**

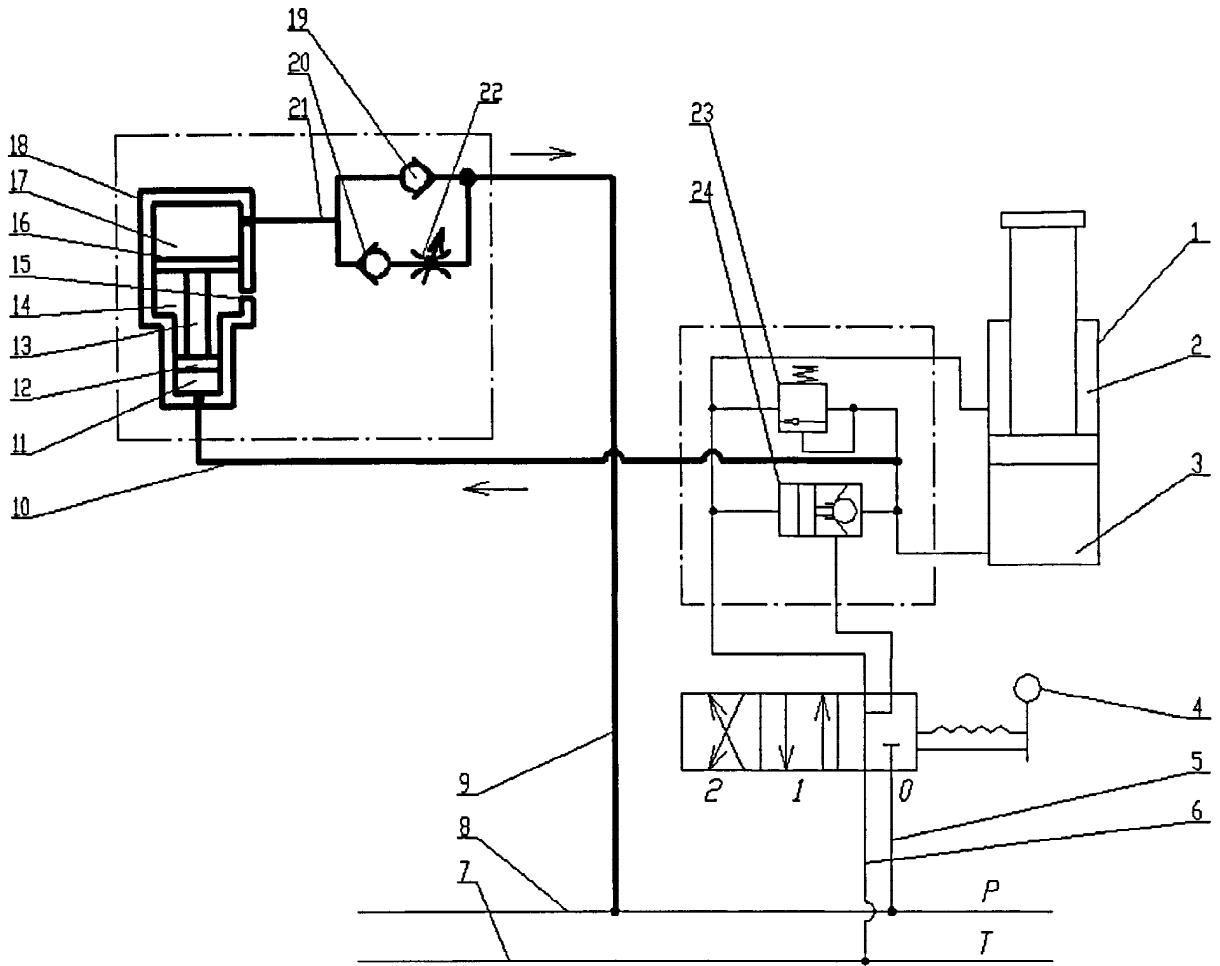
**(54) ГИДРОФИЦИРОВАННАЯ КРЕПЬ С РЕГУЛИРУЕМЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ И РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу, а именно к области крепления кровли очистных выработок с помощью секций механизированных крепей.

Гидрофицированная крепь с регулируемым сопротивлением и рекуперацией энергии содержит гидростойку с подключенными к ее поршневой полости предохранительным клапаном и гидрозамком и гидроблок управления. Между поршневой полостью гидростойки и напорной магистралью установлен мультипликатор, состоящий из корпуса, большого и малого поршней, жестко соединенных между собой штоком, камер большого и малого поршней и промежуточной камеры, расположенной между ними. Кроме того, устройство содержит регулируемый дроссель и двумя обратными клапанами,

которые установлены между мультипликатором и напорной магистралью. При этом камера большого поршня мультипликатора соединена с напорной магистралью через две параллельные линии, в одной из которых установлены последовательно расположенные регулируемый дроссель и обратный клапан, а в другой линии - обратный клапан. Камера малого поршня мультипликатора соединена с поршневой полостью гидростойки, а промежуточная камера мультипликатора соединена с атмосферой через компенсационное отверстие. Техническим результатом является повышение надежности работы и точности поддержания режима работы гидростойки, а также циклическая передача (рекуперация) гидравлической энергии в напорную магистраль. 1 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012124418/03, 13.06.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**13.06.2012**

Priority:

(22) Date of filing: **13.06.2012**

(43) Application published: **20.12.2013 Bull. 35**

(45) Date of publication: **27.03.2014 Bull. 9**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2,  
FGBOU VPO "Natsional'nyj mineral'no-syr'evoj  
universitet "Gornyj", otdel IS i TT**

(72) Inventor(s):

**Buevich Vladimir Vladimirovich (RU),  
Gabov Viktor Vasil'evich (RU),  
Kabanov Oleg Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj  
mineral'no-syr'evoj universitet "Gornyj" (RU)**

(54) **HYDRAULIC SUPPORT WITH VARIABLE RESISTANCE AND ENERGY RECOVERY**

(57) Abstract:

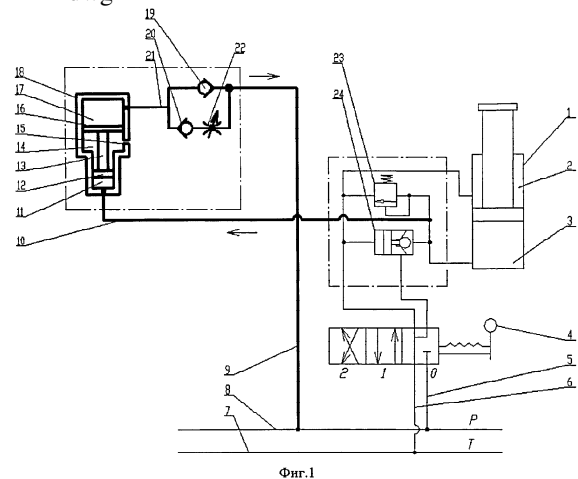
FIELD: mining.

SUBSTANCE: hydraulic support with variable resistance and energy recovery includes a hydraulic prop with a safety valve and a hydraulic lock connected to its piston cavity, and a hydraulic control unit. Between the piston cavity of the hydraulic prop and a pressure line there installed is a multiplying gear consisting of a housing, big and small pistons rigidly attached to each other with a stock, chambers of big and small pistons and an intermediate chamber located between them. Besides, the device includes an adjustable throttle and two check valves, which are installed between the multiplying gear and the pressure line. The chamber of the large piston of the multiplying gear is connected to the pressure line through two parallel lines, in one of which an adjustable throttle and a check valve is installed in series, and in the other line a check valve is installed. The chamber of the small piston of the multiplying gear is connected to the piston cavity of the hydraulic prop, and the

intermediate chamber of the multiplying gear is connected to atmosphere through a compensation opening.

EFFECT: improved operating reliability and accuracy of maintaining an operation mode of a hydraulic prop; cyclic transfer of hydraulic energy to the pressure line.

1 dwg



RU 2 5 1 0 4 6 0 C 2

RU 2 5 1 0 4 6 0 C 2

Изобретение относится к горному делу, а именно к области крепления кровли очистных выработок с помощью секций механизированных крепей.

Известна «Гидравлическая стойка шахтной крепи» (пат. RU №2023163, д.пр. 26.11.1990), включающая цилиндр с выдвижной частью, который имеет входной канал в рабочую полость, соединенную с гидрозамком с разгрузочным упором в загрузочной его полости, дифференциальный предохранитель, имеющий герметичный ввод, обратный клапан, пружины и толкатель, установленный с возможностью взаимодействия одного конца с обратным клапаном, в которой дифференциальный предохранитель, установленный на наружной стороне цилиндра, снабжен корпусом и установлен соосно с гидрозамком в его загрузочной полости с возможностью контакта разгрузочного упора гидрозамка с другим концом толкателя, который установлен с возможностью осевого перемещения в герметичном отверстии, выполненном в корпусе, и снабжен кольцевым пояском, расположенным между корпусом и пружиной, причем загрузочная полость гидрозамка сообщена с подклапанной полостью обратного клапана посредством сквозного продольного канала, выполненного в теле толкателя, а входной канал в рабочую полость стойки сообщен с заклапанной полостью обратного клапана посредством продольных пазов, выполненных на наружной поверхности дифференциального предохранителя.

Недостаток устройства заключается в том, что оно не обеспечивает рекуперации энергии при оседании кровли и сглаживание динамических нагрузок, а предохранительный клапан работает в импульсном режиме, следствием чего является переменная скорость опускания стойки и кровли.

Известна «Гидравлическая стойка шахтной крепи» (пат. RU №2065058, д.пр. 20.04.1994), включающая гидроцилиндр с поршневой и штоковой полостями и предохранительное устройство, содержащее корпус, выполненный с каналами для соединения поршневой полости гидростойки со сливом и расположенный в гидравлически уравновешенный золотник с пружиной, установленной во внутренней полости его с возможностью силового взаимодействия с крышкой корпуса, выполненной с центральным цилиндрическим выступом, имеющим радиальный канал и входящим во внутреннюю полость золотника, перекрывая ее с образованием гидравлической полости для уравновешивания золотника, и регулируемый клапан для соединения этой полости со сливом при динамических нагрузках на стойку. Регулируемый клапан расположен в цилиндрическом выступе крышки, его золотник выполнен с проточкой в средней части, а полость, образованная этой проточкой со стенками выступа, имеет два радиальных канала, один из которых постоянно соединен с гидравлической полостью, уравновешивающей золотник, а другой канал расположен с возможностью соединения этой гидравлической полости с поршневой полостью гидростойки через клапанную полость.

Недостатки заключаются в сложности обслуживания и настройки, отсутствии рекуперации энергии, отсутствии возможности изменения жесткости рабочей характеристики крепи.

Известна "Гидравлическая система управления секцией механизированной крепи» (пат. RU №2079667, д.пр. 26.01.1995), принятая за прототип и включающая гидростойку с подключенной к ее поршневой полости предохранительным клапаном и гидрозамком, гидроблок управления, подключенный к напорной и сливной магистралям и связанный линиями управления с поршневой и штоковыми полостями гидростойки, устройство повышения давления сообщенное с поршневой полостью гидростойки, устройство повышения давления выполнено в виде гидроцилиндра,

внутри которого установлены поперечная стенка с центральным отверстием, отделяющая камеру высокого давления от камеры управления, подвижный поршень, разделяющий камеру управления и камеру низкого давления, подвижной шток, прикрепленный одним концом к поршню со стороны камеры управления и пропущенный сквозь отверстие поперечной стенки в камеру высокого давления, и выдвижной шток-индикатор, прикрепленный одним концом к поршню со стороны камеры низкого давления, другой конец которого пропущен через отверстие, выполненное в стенке гидроцилиндра, при этом камера низкого давления сообщена с напорной магистралью секции, камера управления сообщена с линией управления поршневой полостью гидростойки в гидроблоке управления, а камера высокого давления снабжена запорным регулируемым клапаном, вход которого сообщен с ней, а выход - с поршневой полостью гидростойки непосредственно, и сообщена через обратный клапан с линией управления поршневой полостью гидростойки в гидроблоке управления.

Недостатки заключаются в том, что гидравлическая система управления секцией механизированной крепи сглаживает динамические нагрузки только при распоре стоек и не влияет на рабочую характеристику стойки при оседании кровли, а также не обеспечивает рекуперацию гидравлической энергии.

Техническим результатом изобретения является возможность непрерывного статического регулирования, что повышает надежность работы и точность поддержания режима работы гидростойки, а также циклическая передача (рекуперация) гидравлической энергии в напорную магистраль.

Технический результат достигается тем, что гидрофицированная крепь с регулируемым сопротивлением и рекуперацией энергии, включающая гидростойку с подключенными к ее поршневой полости предохранительным клапаном и гидрозамком, гидроблок управления, подключенный к напорной и сливной магистральям и связанный линиями управления с поршневой и штоковой полостями гидростойки, между поршневой полостью гидростойки и напорной магистралью установлен мультипликатор, состоящий из корпуса, большого и малого поршней, жестко соединенных между собой штоком, камер большого и малого поршней и промежуточной камеры, расположенной между ними, а также регулируемым дросселем и двумя обратными клапанами, которые установлены между мультипликатором и напорной магистралью, при этом камера большого поршня мультипликатора соединена с напорной магистралью через две параллельные линии, в одной из которых установлены последовательно расположенные регулируемый дроссель и обратный клапан, а в другой линии - обратный клапан, камера малого поршня мультипликатора соединена с поршневой полостью гидростойки, а промежуточная камера мультипликатора соединена с атмосферой через компенсационное отверстие.

Устройство поясняется чертежами, где на фиг.1 показана гидрокинематическая схема гидрофицированной крепи с регулируемым сопротивлением и рекуперацией энергии.

Гидростойка 1 с поршневой полостью 3 и штоковой полостью 2 соединена с предохранительным клапаном 23 и гидрозамком 24 одностороннего действия. Гидроблок управления 4 подключен к напорной 8 и сливной 7 магистральям и связан линиями управления 5 с поршневой 3 и линией 6 со штоковой 2 полостями гидростойки 1. Мультипликатор 18 содержит камеру большого поршня 17, большой поршень 16, жестко соединенный штоком 13 с малым поршнем 12, камеру малого

поршня 11, промежуточную камеру 14 с компенсационным отверстием 15. Площади поршней 12 и 16 мультипликатора 18 рассчитываются исходя из условия равновесия. Камера 17 большого поршня 16 соединена с напорной магистралью 8 через гидрوليнию 9 и две параллельные линии 21, в одной из которых установлены последовательно расположенные регулируемый дроссель 22 и обратный клапан 20, обеспечивающие переток жидкости под давлением из большой камеры 17 мультипликатора 18 в напорную магистраль 8 при нагрузке на гидрофицированную крепь больше нижней границы зоны регулирования, увеличивая податливость или уменьшая жесткость гидростойки 1, а в другой гидрوليнии обратный клапан 19, обеспечивающий переток жидкости из напорной магистрали 8 в большую камеру 17 мультипликатора 18 и перемещение штока 13 мультипликатора 18 в исходное положение при разгруженной гидростойке 1 гидрофицированной крепи. Камера 11 малого поршня 12 сообщена с поршневой полостью 3 гидростойки 1 гидрوليнией 10. Промежуточная камера 14 сообщена с атмосферой через компенсационное отверстие 15.

Гидрофицированная крепь работает следующим образом. Один цикл работы включает несколько операций. На протяжении всего цикла в промежуточной камере 14 сохраняется постоянное атмосферное давление. Через компенсационное отверстие 15 воздух выходит в атмосферу, таким образом исключается возможность изменения давления в промежуточной камере 14, за счет изменения объема.

Первая операция это разгрузка гидростойки 1 и передвижка гидрофицированной крепи. Для передвижки крепи гидроблок 4 переключается в позицию 2 (передвижка), жидкость из напорной магистрали 8 поступает по гидрوليнии 5 в штоковую полость 2 гидростойки 1, а поршневая полость 3 соединяется со сливной магистралью 7 по гидрوليнии 6 через гидрозамок 24, гидростойка опускается. Из напорной магистрали 8 жидкость по гидрوليнии 9, гидрوليнии 21 и обратный клапан 19 подается в камеру 17 мультипликатора 18, где поддерживается давление напорной магистрали 8.

В камере 11 поддерживается остаточное давление поршневой полости 3 за счет связи поршневой полости 3 и камеры 11 гидрوليнией 10, при этом сила  $F_{12}$  действующая со стороны малого поршня 12, много меньше силы  $F_{16}$ , действующей со стороны большого поршня 16 (1). Мультипликатор 18 устанавливается в исходное положение, поршни 12 и 16 передвинуты в крайнее нижнее положение. Объем  $V_{11}$  камеры 11 принимает минимальное значение, а объем  $V_{17}$  камеры 17 - максимальное значение, мультипликатор готов к работе, регулируемый дроссель 22 при этом закрыт.

Тогда соотношение сил примет вид:

$$F_{12} \ll F_{16}; \quad (1)$$

$$F_{12} = P_{11} \cdot S_{12}; \quad (2)$$

$$F_{16} = P_{17} \cdot S_{16}; \quad (3)$$

$$P_{17} = P_8; \quad P_{11} = P_3. \quad (4)$$

где  $P_{11}$  - давление в камере 11,  $S_{12}$  - площадь малого поршня камеры 12,  $P_{17}$  - давление в камере 17,  $S_{16}$  - площадь большого поршня 16,  $P_8$  - давление в напорной магистрали 8,  $P_3$  - давление в полости 3 гидростойки 1.

Вторая операция - это распор гидростойки 1 гидрофицированной крепи. Для распора гидростойки 1 гидроблок 4 переключается в позицию 1 (рабочее положение), жидкость из напорной магистрали 8 по гидрوليнии 5 поступает через гидрозамок одностороннего действия 24 в поршневую полость 3 гидростойки 1 и по линии 10 - в

камеру 11, в камере 17 поддерживается давление напорной магистрали, давление в поршневой полости 3 достигает величины соответствующей начальному распору. Давление в камере 11 увеличивается, при этом сила  $F_{12}$  меньше силы  $F_{16}$ , соотношение (1) примет вид (5). Дроссель по прежнему закрыт:

$$F_{12} < F_{16} \quad (5)$$

Раздвижка гидростойки 1 заканчивается ее распором через основание и перекрытие в почву и кровлю. По окончании процесса распора гидрораспределитель 4 переводится в позицию 0 (нейтраль). Поршневая полость 3 отключается от напорной магистрали 8. При оседании кровли давление в полости 3 гидростойки 1 растет, а соответственно, растет давление в камере 11 и достигает нижнего диапазона регулирования (7), соотношение (5) примет вид (6):

$$F_{12} = F_{16} \quad (6)$$

$$P_{11} = P_8 \frac{S_{16}}{S_{17}} \quad (7)$$

Регулируемый дроссель 22 приоткрывается.

Третья операция - это управление горным давлением. В режиме управления горным давлением поршни 12 и 16 находятся в нижнем положении. При опускании кровли давление в полости 3 гидростойки 1 растет и условие равновесия сил (6), при котором поршни 12 и 16 остаются неподвижными, принимает вид:

$$F_{12} > F_{16} \quad (8)$$

Шток 13 начинает перемещаться вверх, поднимая поршни 12 и 16, вытесняя жидкость из камеры 17 через обратный клапан 20 и регулируемый дроссель 22 в напорную магистраль 8. Чем больше давление  $P_{11}$ , тем больше сила  $F_{12}$ , тем больше открывается регулируемый дроссель 22 и тем быстрее перемещается поршень 12, шток 13 и поршень 16. Это ограничивает рост давления в поршневой полости 3.

Регулируемый дроссель 22 и обратный клапан 20 обеспечивают переток жидкости под давлением из большой камеры 17 мультипликатора 18 в напорную магистраль 8 при нагрузке на гидростойку 1, больше нижней границы зоны регулирования, увеличивая податливость или уменьшая жесткость гидростойки 1. Так как в режиме опускания кровли регулируемый дроссель 22 не перекрывается, а его открытие регулируется пропорционально давлению в поршневой полости 3 гидростойки 1, то давление в полости 3 может изменяться при плавном опускании кровли, от верхней границы до нижней границы диапазона регулирования, не вызывая срабатывания предохранительного клапана 23. Становится возможен переход от динамического импульсного регулирования на непрерывное статическое регулирование, что повышает надежность работы и точность поддержания режима работы гидростойки 1. Также исключается топтание кровли, которое возникает при периодическом срабатывании предохранительного клапана.

Объем камеры 17 уменьшается, а камеры 11 увеличивается. При этом происходит циклическая передача вытесняемой жидкости объемом  $V$  под давлением  $P$  из большой камеры 17 мультипликатора 18 через регулируемый дроссель 22 с расходом  $Q$  (9) или гидравлической энергии  $E$  (10), в напорную магистраль 8:

$$Q = \beta \cdot \varepsilon \cdot S \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_{17} - P_8)} \quad (9)$$

где  $\beta$  - коэффициент расхода,  $S$  - площадь сечения отверстия дросселя;  $\varepsilon$  - степень открытия дросселя;  $\rho$  - плотность жидкости;  $P_{17}$  - давление в камере 17 большого



поршня 16;  $P_8$  - давление в напорной магистрали 8.

Величина рекуперированной энергии:

$$E = V_{17} \cdot (P_{16} - P_8) \quad (10)$$

где  $V_{17}$  - объем камеры 17,  $P_{17}$  - давление в камере 17 большого поршня 16,  $P_8$  - давление в напорной магистрали 8.

При резком блоковом опускании кровли и недостаточной пропускной способности регулируемого дросселя 22 возможен упор поршня 16 в верхнюю часть мультипликатора 18, значение давления  $P_3$ , а соответственно и  $P_{11}$ , может выйти за верхнюю границу диапазона регулирования. Это аварийный режим работы и в данном случае сработает предохранительный клапан 23. Гидрофицированная крепь начнет работать в режиме равного сопротивления с импульсной рабочей характеристикой. Однако быстрый переток жидкости при максимально открытом дросселе 22 в напорную магистраль 8 снизит давление в поршневой полости 3, по сравнению со схемой без мультипликатора и регулируемого дросселя 22. При этом снизятся предельные динамические нагрузки испытываемые гидростойкой 1.

При окончании цикла выемки гидрофицированная секция разгружается, соотношение (8) принимает вид (1), а поршни 12 и 16 занимают исходное положение. Мультипликатор готов для нового цикла.

#### Формула изобретения

Гидрофицированная крепь с регулируемым сопротивлением и рекуперацией энергии, включающая гидростойку с подключенными к ее поршневой полости предохранительным клапаном и гидрозамком, гидроблок управления, подключенный к напорной и сливной магистралям и связанный линиями управления с поршневой и штоковой полостями гидростойки, отличающаяся тем, что она снабжена мультипликатором, установленным между поршневой полостью гидростойки и напорной магистралью и состоящим из корпуса, большого и малого поршней, жестко соединенных между собой штоком, камер большого и малого поршней и промежуточной камеры, расположенной между ними, а также регулируемым дросселем и двумя обратными клапанами, которые установлены между мультипликатором и напорной магистралью, при этом камера большого поршня мультипликатора соединена с напорной магистралью через две параллельные линии, в одной из которых установлены последовательно расположенные регулируемый дроссель и обратный клапан, а в другой линии - обратный клапан, камера малого поршня мультипликатора соединена с поршневой полостью гидростойки, а промежуточная камера мультипликатора соединена с атмосферой через компенсационное отверстие.