



(19) **KG** (11) **1559** (13) **C1** (46) **31.07.2013**
(51) **F04F 7/02** (2013.01)

(19) **KG** (11) **1559** (13) **C1** (46) **31.07.2013**

(21) 20120042.1

(22) 19.04.2012

(46) 31.07.2013. Бюл. №7

(76) Бекбоев Э.Б., Бекбоева Р.С. (KG)

(56) (Френкель Н.З. Гидравлика. - Москва, Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1956. - С. 328-329

(54) **Модулятор гидравлических ударов**

(57) Изобретение относится к области гидротехники и может быть использовано в качестве

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
И ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
устройства, обеспечивающего совместную работу двух гидротаранов.

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя

Задача изобретения - расширение функциональных возможностей и производительности работы модулятора гидравлических ударов.

Поставленная задача решается тем, что модулятор гидравлических ударов установленный в сооружении и содержащий корпус, ударный трубопровод, подключенный одним концом к корпусу, а другим - к верхнему бьефу сооружения, при этом корпус имеет сбросное отверстие, сбросной клапан, установленный в этом отверстии, дополнительно содержит второй корпус и второй ударный трубопровод, подключенный одним концом ко второму корпусу, а другим - к верхнему бьефу сооружения, при этом второй корпус имеет сбросное отверстие, сбросной клапан, установленный в этом отверстии, промежуточную камеру, промежуточный клапан, установленный во внутренней полости камеры, при этом промежуточная камера подключена одним концом к первому корпусу, а вторым концом - ко второму корпусу. 1 н.п. ф., 8 фиг.

(21) 20120042.1

(22) 19.04.2012

(46) 31.07.2013, Bull. number 7

(76) Bekboev E.B., Bekboeva R.S. (KG)

(56) (Frenkel N.Z. Hydraulics . - Moscow, Leningrad : State Energy Publishing , 1956 . - P. 328-329

(54) **Hydraulic shocks modulator**

(57) The invention relates to the field of hydraulic engineering and can be used as a device that provides the combined work of two hydraulic rams together.

Problem of the invention is expanding the functionality and performance of the hydraulic shocks modulator.

The stated problem is solved in that the hydraulic shocks modulator, installed in the construction and comprising housing, shock piping, connected to the housing with its one end and another end is switched to the upper pool of the structure; and the housing, at that, has a drawdown outlet, relief valve installed in the outlet; (modulator) additionally contains second housing and second shock piping, switched with its one end the housing and with another end to the upper pool of the facility; wherein the second housing has a drawdown outlet, relief valve installed in this outlet, intermediate chamber, intermediate valve, installed in the internal cavity of the chamber; intermediate chamber, at that, is connected with its one end to the first housing and with its another end - to the second housing. 1 independ.claim, 8 figures.

Изобретение относится к области гидротехники и может быть использовано в качестве устройства, обеспечивающего совместную работу двух гидротаранов.

Известен установленный в сооружении гидротаран, содержащий ударный трубопровод и подключенный к нему корпус гидротарана, имеющий сбросное и напорное отверстия и установленные на них соответственно сбросной и напорный клапаны, при этом сбросной клапан установлен во внутренней полости, а напорный - во внешней части корпуса, воздушную напорную емкость, установленную на корпусе над напорным клапаном, напорную трубу, подключенную к воз-

душной напорной емкости (Френкель Н. З. Гидравлика. - Москва, Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1956. - С. 328-329).

Недостатками данного устройства являются ограниченные функциональные возможности и низкая производительность.

Задача изобретения - расширение функциональных возможностей и производительности работы модулятора гидравлических ударов.

Поставленная задача решается тем, что модулятор гидравлических ударов содержащий корпус, ударный трубопровод, подключенный одним концом к корпусу, а другим - к верхнему бьефу сооружения, при этом корпус имеет сбросное отверстие, сбросной клапан, установленный в этом отверстии дополнительно содержит второй ударный трубопровод, второй корпус и промежуточную камеру, при этом второй корпус имеет сбросное отверстие и сбросной клапан, установленный в этом отверстии, а промежуточная камера содержит во внутренней полости промежуточный клапан и подключена одним концом к первому корпусу, а другим - ко второму корпусу устройства.

На фиг. 1 - показан модулятор гидравлических ударов в плане, а также его подключение к сооружению; на фиг. 2-8 - показаны схемы, поясняющие порядок работы модулятора гидравлических ударов.

Модулятор гидравлических ударов установлен в сооружении (фиг. 1) и содержит подключенные к верхнему бьефу ударные трубопроводы 1 и 2, имеющие задвижки, установленные в средней части этих трубопроводов, сбросные корпуса 3 и 4, подключенные к концам ударных трубопроводов 1 и 2, промежуточную камеру 5, подключенную одним концом к сбросному корпусу 3, а другим - к сбросному корпусу 4 модулятора, отверстия 6 и 7, выполненные в сбросных корпусах 3 и 4 и сообщающие полости корпусов с полостью промежуточной камеры 5. Кроме того, модулятор гидравлических ударов содержит сбросные клапаны 8 и 9, установленные на сбросных отверстиях корпусов 3 и 4, промежуточный клапан 10, установленный во внутренней полости промежуточной камеры 5.

Модулятор работает следующим образом.

Предположим, что задвижки на ударных трубопроводах 1 и 2 открыты, система модулятора гидравлических ударов заполнена водой и находится под расчетным напором со стороны верхнего бьефа сооружения. Устройство не работает и находится в исходном начальном положении. При этом сбросные клапаны 8 и 9 в корпусах 3 и 4 закрыты, клапан 10 промежуточной камеры 5 перекрывает отверстие 7 (фиг. 2).

Для включения модулятора гидравлических ударов необходимо приложить некоторое усилие на клапан 8, открыть сбросное отверстие в корпусе 3 модулятора (фиг. 3). Через открывшееся отверстие начинается сброс воды под напором верхнего бьефа сооружения. В ударном трубопроводе 1 и в корпусе 3 поток жидкости начинает двигаться по направлению к сбросному отверстию. Давление воды в ударном трубопроводе 1, в корпусе 3 и в промежуточной камере 5 понизится. Вследствие этого промежуточный клапан 10, под напором воды в сбросной камере 4, быстро переместится от отверстия 7 (фиг. 3) к отверстию 6 (фиг. 4).

Вследствие быстрого прекращения внешнего воздействия на сбросной клапан 8, под действием давления воды клапан закрывается и происходит резкая остановка жидкости у клапана 8 и приводит к возникновению гидравлического удара, что в дальнейшем приводит к скачкообразному увеличению давления в полости сбросного корпуса 3. Под действием этого давления промежуточный клапан 10 будет отброшен от отверстия 6 к отверстию 7 в камере 5, выполняя функцию амортизатора и существенно погашая силу гидравлического удара. При этом в полость сбросного корпуса 4 вытесняется объем воды W , заключенный в промежуточной камере 5. Вследствие этого происходит движение всей массы воды, заключенной в полостях сбросного корпуса 4 и в ударном трубопроводе 2, в направлении верхнего бьефа сооружения со скоростью V . Объем воды, вытекающий в верхний бьеф сооружения из ударного трубопровода 2 будет равен объему W , вытесняемому промежуточным клапаном 10 из камеры 5.

С достижением промежуточного клапана 10 сообщающего отверстия 7 и с касанием его жестких кромок, клапан 10 мгновенно останавливается, что также приводит к остановке движущихся потоков воды у плоскостей клапана 10 с возникновением гидравлических ударов (фиг. 5).

Положительный гидравлический удар (+, +) в камере 5 будет у плоскости клапана 10 со стороны корпуса 3, а отрицательный гидравлический удар (-, -) будет у плоскости клапана 10 со стороны корпуса 4.

Возникновение отрицательного гидравлического удара обусловлено тем, что вся масса воды в сбросном корпусе 4 и в ударном трубопроводе 2, при мгновенной остановке промежуточного клапана 10, продолжает двигаться со скоростью V в направлении верхнего бьефа сооружения. Вследствие этого жидкость будет стремиться оторваться от плоскости клапана 10, что приведет к резкому снижению давления у плоскости. Образовавшаяся зона вакуума начнет перемещаться к верхнему бьефу в виде волны низкого давления $(-, -)$. При этом сбросной клапан 9 сбросного корпуса 4, под действием атмосферного давления и силы тяжести, опустится, открыв сбросное отверстие (фиг. 6).

Положительный же гидравлический удар возникает вследствие того, что объем воды, находящийся в ударном трубопроводе 1, сбросном корпусе 3 и в промежуточной камере 5, при мгновенной остановке промежуточного клапана 10, под действием сил инерции продолжает движение со скоростью V , мгновенно останавливаясь слой за слоем у плоскости клапана. Происходит скачкообразное увеличение давления, которое в виде волны повышенного давления $(+, +)$ начнет также перемещаться к верхнему бьефу сооружения (фиг. 5, 6).

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно заключить, что вследствие возникшего гидроудара при закрытии сбросного клапана 8, производится ударное воздействие на промежуточный клапан 10, который силой этого гидравлического удара отбрасывается от отверстия 6 камеры 3 к отверстию 7 камеры 4. При этом, при касании жестких кромок отверстия 7, промежуточный клапан 10, мгновенно остановившись, создает два гидравлических удара $(+, +)$ и $(-, -)$ (фиг. 5), которые мгновенно устремятся к верхнему бьефу сооружения (фиг. 6). Причем, чем выше будет ускорение клапана 10 к моменту его остановки и фиксации на отверстии 7 сбросного корпуса 4, тем значительнее будут величины гидравлических ударов $(+, +)$ и $(-, -)$. По своей абсолютной величине эти гидроудары будут существенно превышать первый гидравлический удар.

Как видно из приведенных схем (фиг. 1-5), образовавшиеся ударные волны $(+, +)$ и $(-, -)$, при своем движении к верхнему бьефу сооружения, будут проходить разные расстояния (длины). Ударная волна $(+, +)$ должна пройти расстояние длиной $L+1$, а ударная волна $(-, -)$ - расстояние L . То есть ударная волна $(+, +)$ проходит большее расстояние на величину длины 1 промежуточной камеры 5. Но при этом длина промежуточной камеры 1 составляет менее 2 % от длины одного ударного трубопровода 1 или 2, что можно выразить следующим неравенством:

$$1 \ll L; \quad 1 \leq 0,02L$$

С учетом приведенных неравенств, с целью упрощения изложения работы модулятора, длину 1 промежуточной камеры 5, ввиду ее малости в сравнении с длиной ударных трубопроводов L , мы учитывать не будем, и в своих рассуждениях будем считать, что с момента своего возникновения ударные волны всегда проходят одинаковое расстояние длиной L .

С одновременным достижением ударных волн $(+, +)$ и $(-, -)$ верхнего бьефа сооружения жидкость в обоих ударных трубопроводах 1 и 2 остановится. Данный момент для трубопроводов можно описать равенством $V=0$. Поскольку гидравлический удар не может распространяться на верхний бьеф сооружения, то будем иметь три разных состояния жидкости:

- 1) жидкость верхнего бьефа сооружения, находящаяся в нормальном (естественном) состоянии,
- 2) жидкость в ударном трубопроводе 1, сжатая положительным гидравлическим ударом,
- 3) жидкость в ударном трубопроводе 2, имеющая пониженное давление от воздействия отрицательного гидравлического удара.

Ввиду того, что вода в ударных трубопроводах 1 и 2 не может оставаться при повышенном и пониженном давлениях, в трубопроводах начнется процесс восстановления нормального давления.

В ударном трубопроводе 1 сжатая жидкость, возвращаясь к своей естественной плотности, разжимаясь, начнет перемещаться к верхнему бьефу сооружения. Вследствие этого начнется снижение давления, которое будет происходить в виде волны пониженного давления (П-П), перемещающейся от верхнего бьефа к сбросному корпусу 3. Эта волна, двигаясь в направлении корпуса 3, будет гасить давление, созданное предыдущей волной положительного гидравлического удара, способствуя этим восстановлению нормального (начального) давления и скорости V .

В ударном же трубопроводе 2, имеющем пониженное давление в сравнении с давлением воды в верхнем бьефе сооружения, под напором верхнего бьефа начнется перемещение воды от открытого конца трубопровода 2 к сбросному корпусу 4 в виде волны восстанавливающего давления (В-В). При этом в системе ударного трубопровода 2 и сбросного корпуса 4 начнется процесс восстановления нормального (начального) давления и скорости V (фиг. 7).

Из вышеописанного следует, что в модуляторе гидравлических ударов начинается процесс восстановления нормального давления и скорости, несмотря на то, что по ударным трубопроводам 1 и 2 к верхнему бьефу подошли ударные волны разных знаков (+, +) и (-, -).

Рассмотрим дальнейшую работу устройства. Поскольку ударные трубопроводы 1 и 2 имеют одинаковую длину L (фиг. 1) и одинаковое поперечное сечение, сбросные корпуса 3 и 4 имеют одинаковые длины и диаметры, а сбросные клапаны 8 и 9 имеют одинаковые геометрические размеры и вес, то и обе волны восстанавливающего давления П-П и В-В одновременно пройдут ударные трубопроводы 1 и 2 и войдут в сбросные корпуса 3 и 4 (фиг. 7).

Вхождение волны В-В в сбросной корпус 4 приведет к скачкообразному увеличению давления внутри корпуса. Вследствие этого сбросной клапан 9, подвергаясь ударному воздействию волны В-В, начнет быстро закрываться. При этом через закрывающееся сбросное отверстие будет производиться выброс воды. С закрытием (захлопыванием) сбросного клапана 9 произойдет резкая остановка воды у клапана 9, в то время как в ударном трубопроводе 2 и в сбросном корпусе 4 жидкость будет двигаться со скоростью V (фиг. 7). Вследствие этого возникнет положительный гидравлический удар.

Вошедшая в сбросной корпус 3 волна П-П, с прохождением всей полости корпуса 3, установит в системе ударного трубопровода 1 и сбросного корпуса 3 нормальное давление и скорость V в направлении верхнего бьефа сооружения (фиг. 7). Поскольку корпус 3 имеет ограниченные размеры и закрытый сбросной клапан 8, то движение волны П-П прекратится, при этом весь объем воды в системе будет двигаться со скоростью V , что приведет к возникновению отрицательного гидравлического удара.

Положительный гидроудар в корпусе 4 и отрицательный гидроудар в корпусе 3 создадут в короткий промежуток времени большую разницу давления на противоположных плоскостях промежуточного клапана 10. А именно, плоскость клапана со стороны сбросного корпуса 4 будет находиться под давлением положительного гидроудара, а плоскость со стороны сбросного корпуса 3 будет находиться в области отрицательного гидравлического удара. Возникшая вследствие этого разница давлений образует импульс силы, под действием которой клапан 10 будет отброшен от отверстия 7 и начнет быстро перемещаться к отверстию 6 камеры 3. При этом перемещение клапана 10 будет происходить при интенсивном нагнетании воды объемом W в полость промежуточной камеры 5 через отверстие 7 давлением гидравлического удара в сбросном корпусе 4. Такой же объем воды W будет вытесняться из камеры 5 через отверстие 6 в полость сбросного корпуса 3. Вследствие этого в системе модулятора не произойдет полной остановки жидкости, поскольку возникшие гидравлические удары будут воздействовать на подвижный промежуточный клапан 10 и, перемещая его, будут терять большую часть своей энергии. Клапан 10 в этом случае выполняет функции амортизатора.

Как только промежуточный клапан 10 достигнет отверстия 6 сбросного корпуса 3, он, коснувшись жестких кромок отверстия 6, мгновенно остановится, что приведет к быстрой остановке слоев воды у обеих плоскостей клапана. Возникнут два гидравлических удара (фиг. 8) - положительный гидравлический удар (+, +) у плоскости клапана 10, расположенной в промежуточной камере 5, и отрицательный гидравлический удар (-, -) у плоскости клапана со стороны сбросного корпуса 3.

Образовавшиеся волны гидравлических ударов (+, +) и (-, -) устремятся к верхнему бьефу сооружения. Прохождение волны отрицательного гидравлического удара (-, -) через сбросной корпус 3 приведет к понижению давления жидкости в нем до значений ниже атмосферного, вследствие чего сбросной клапан 8, под действием сил атмосферного давления и силы тяжести, опустится, открыв сбросное отверстие в корпусе 3. В то же время волны гидравлических ударов (+, +) и (-, -), достигнув верхнего бьефа, создадут обратные волны, а именно волну восстанавливающего давления В-В и волну понижающего давления П-П, которые, пройдя ударные трубопроводы 1 и 2 и войдя в сбросные корпуса 3 и 4, начнут новый цикл работы модулятора гидравлических ударов.

При этом волна В-В, входя в сбросной корпус 3, окажет ударное воздействие на сбросной клапан 8 и одновременно совершит выброс воды в нижний бьеф сооружения (фиг. 9). Под действием этой волны сбросной клапан 8 закроется (захлопнется), что приведет к остановке жидкости у плоскости клапана 8. При этом в ударном трубопроводе 1 и в сбросном корпусе 3 жидкость будет продолжать движение в направлении сбросного клапана 8, что вновь приведет к положительному гидравлическому удару. Вошедшая же в сбросной корпус 3 волна понижающего давле-

ния П-П, ввиду того, что сбросной клапан 9 закрыт, вновь произведет отрицательный гидравлический удар.

Положительный гидравлический удар в сбросном корпусе 3 и отрицательный гидравлический удар в сбросном корпусе 4 вновь создадут перепад давления на противоположных плоскостях промежуточного клапана 10. Под воздействием возникшего импульса силы клапан 10 будет быстро перемещаться от отверстия 6 сбросного корпуса 3 к отверстию 7 сбросного корпуса 4. При мгновенной остановке клапана 10, в плоскости отверстия 7 вновь возникнут два гидравлических удара (фиг. 5): положительный гидравлический удар (+, +) у плоскости клапана 10, расположенной в промежуточной камере 5, и отрицательный гидравлический удар (-, -) у плоскости клапана со стороны сбросного корпуса 4. При этом, при прохождении волны (-, -) полости корпуса 4, давление в корпусе понизится, став ниже атмосферного, и сбросной клапан 9, под действием силы давления атмосферы и силы тяжести, опустится, открыв сбросное отверстие в корпусе 4 (фиг. 6, 7).

С достижением волн (+, +) и (-, -) верхнего бьефа сооружения, тут же образуются две новые волны (отраженные волны) П-П и В-В, которые будут перемещаться к сбросным корпусам 3 и 4. С вхождением в сбросные корпуса 3 и 4, волны П-П и В-В произведут два гидравлических удара, а именно положительный гидравлический удар в корпусе 4 и отрицательный гидравлический удар в корпусе 3. Вследствие этого промежуточный клапан 10 вновь будет отброшен от отверстия 7 к отверстию 6, и при его жесткой и мгновенной остановке на отверстии 6, возникнут два более сильных гидравлических удара (+, +) и (-, -) (фиг. 8) и т. д. Аналогично работа модулятора гидравлических ударов будет повторяться вновь и вновь.

Предлагаемая конструкция модулятора гидравлических ударов вполне реализуема и позволяет обеспечить совместную работу двух гидротаранов по заранее заданному алгоритму, что расширяет функциональные возможности устройств, использующих в своей работе явление гидравлического удара, и повышает этим их производительность. Следует отметить, что гидравлический удар используется человечеством уже более 100 лет.

Принятые условные обозначения:

L - длина ударных трубопроводов 1 и 2;

l - длина хода промежуточного клапана 10 или, то же самое, длина (высота) промежуточной камеры 5;

W - объем промежуточной камеры 5 или, то же самое, объем воды, вмещаемой в промежуточную камеру 5;

V - скорость движения воды;

(+, +) - положительный гидравлический удар, то есть волна повышенного давления,

12

образующаяся от положительного гидравлического удара;

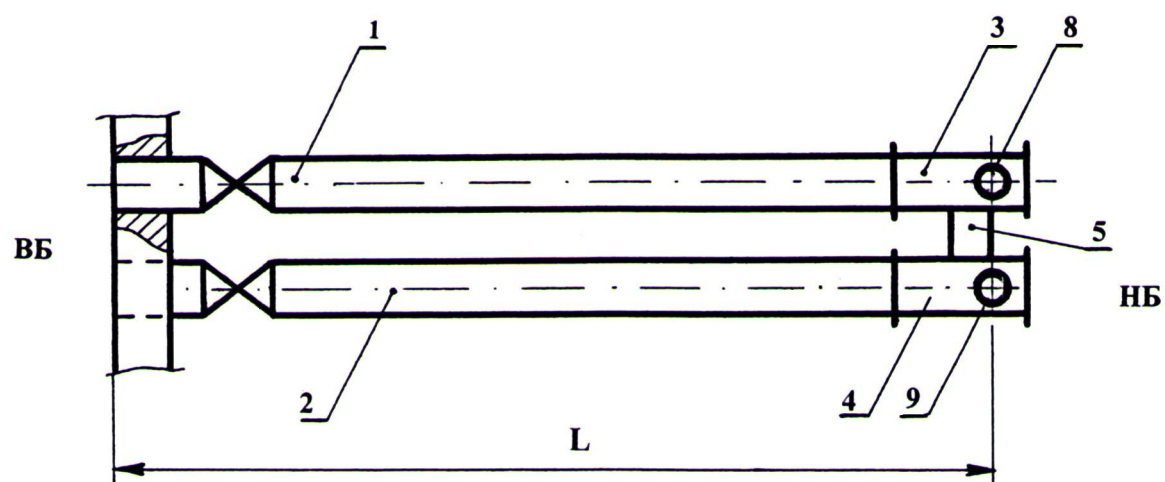
(-, -) - отрицательный гидравлический удар, то есть волна низкого давления, образующаяся от отрицательного гидравлического удара;

(П-П) - волна понижающего давления;

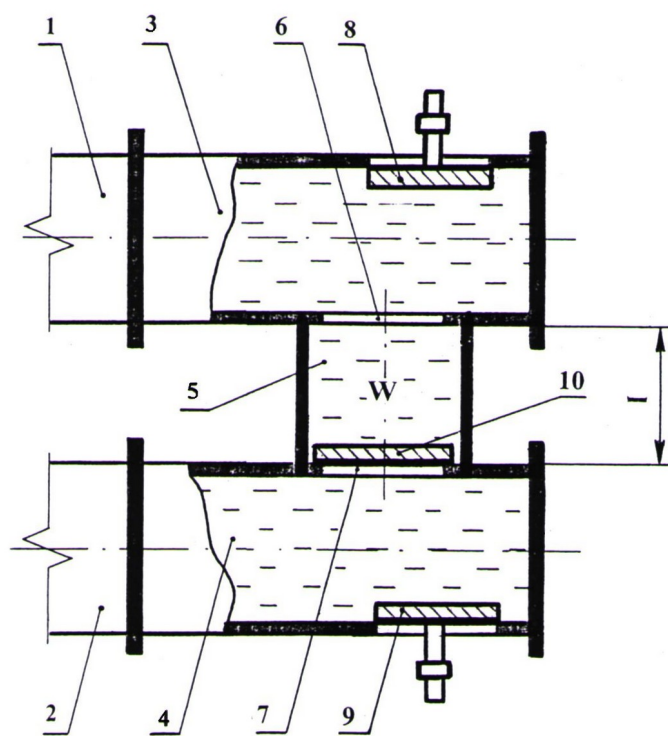
(В-В) - волна восстанавливающего давления.

Формула изобретения

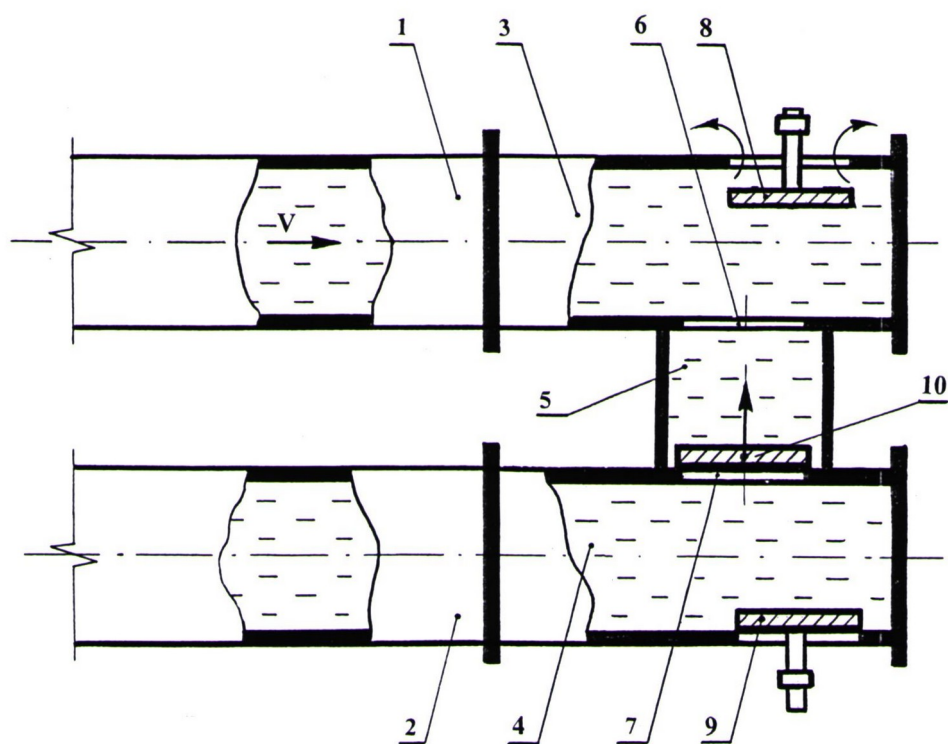
Модулятор гидравлических ударов, содержащий корпус, ударный трубопровод, подключенный одним концом к корпусу, а другим - к верхнему бьефу сооружения, при этом корпус имеет сбросное отверстие, сбросной клапан, установленный в этом отверстии, отличающийся тем, что устройство дополнительно содержит второй корпус и второй ударный трубопровод, подключенный одним концом ко второму корпусу, а другим - к верхнему бьефу сооружения, при этом второй корпус имеет сбросное отверстие, сбросной клапан, установленный в этом отверстии, устройство также содержит промежуточную камеру, промежуточный клапан, установленный во внутренней полости камеры, при этом промежуточная камера подключена одним концом к первому корпусу, а вторым концом - ко второму корпусу.



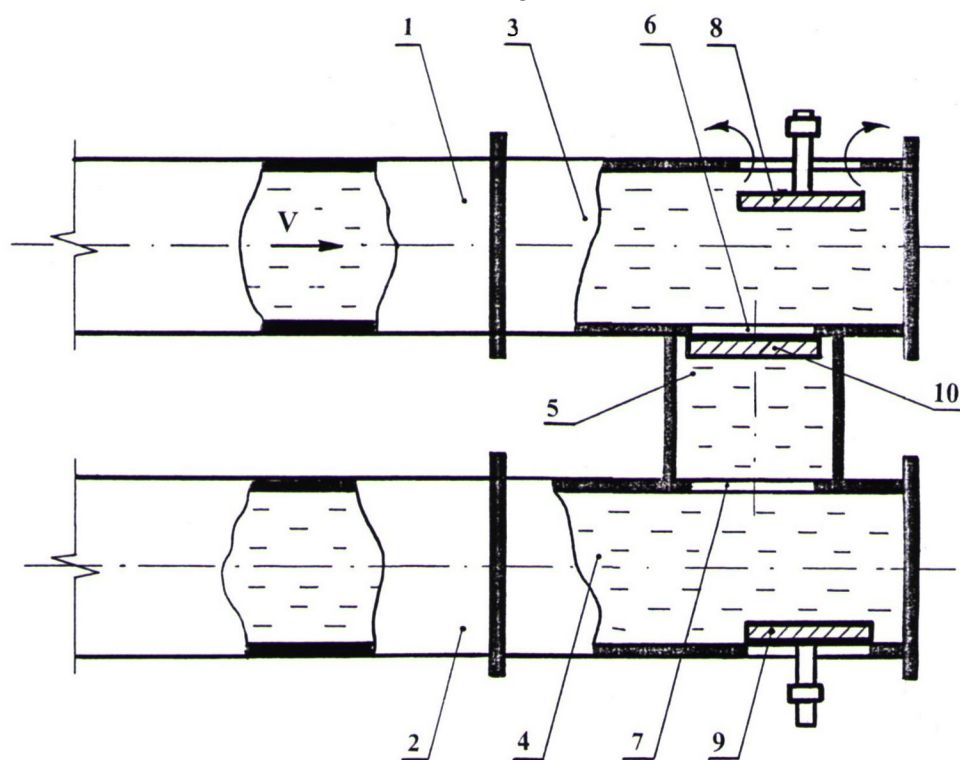
Фиг. 1



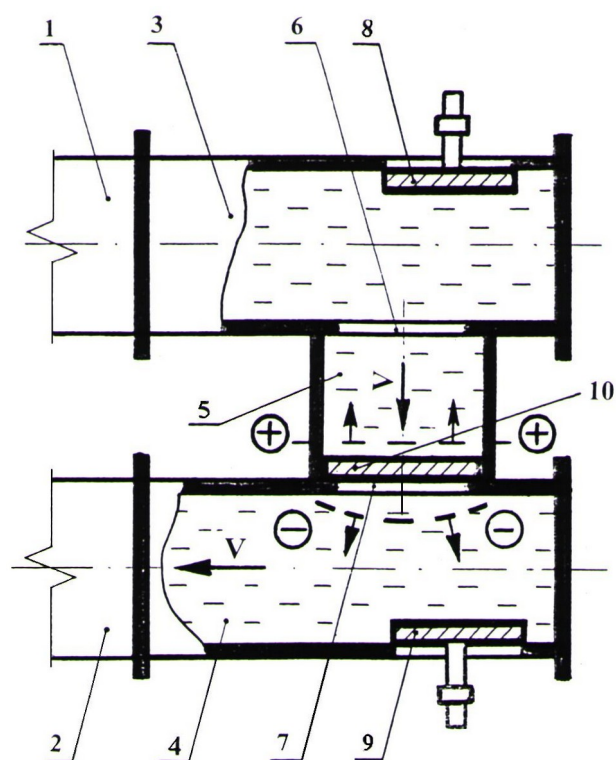
Фиг. 2



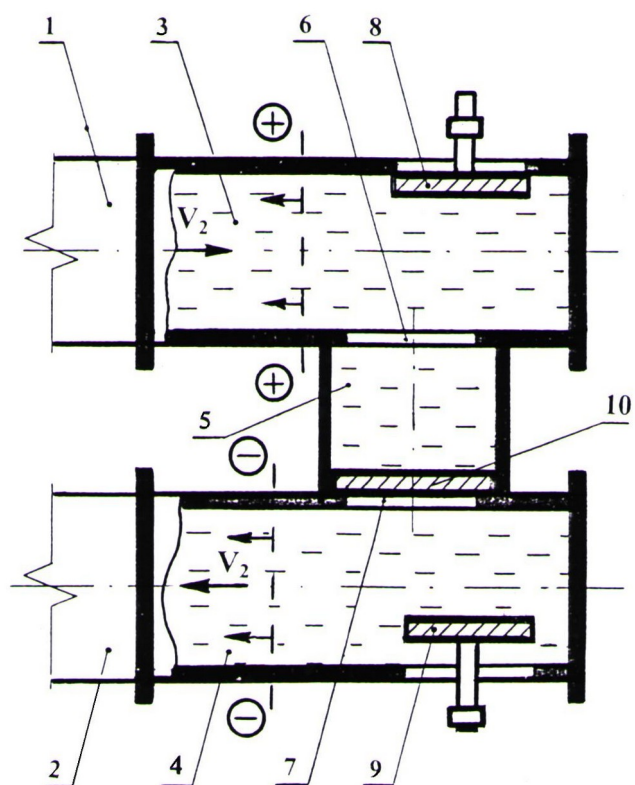
Фиг. 3



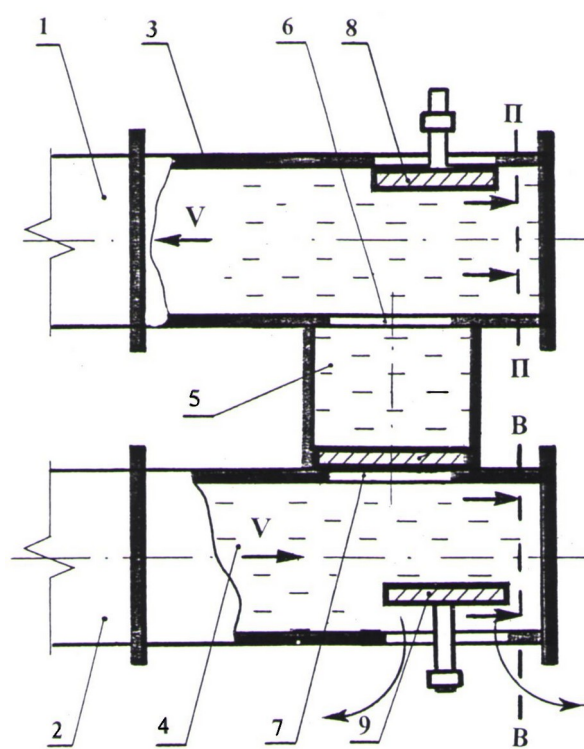
Фиг. 4



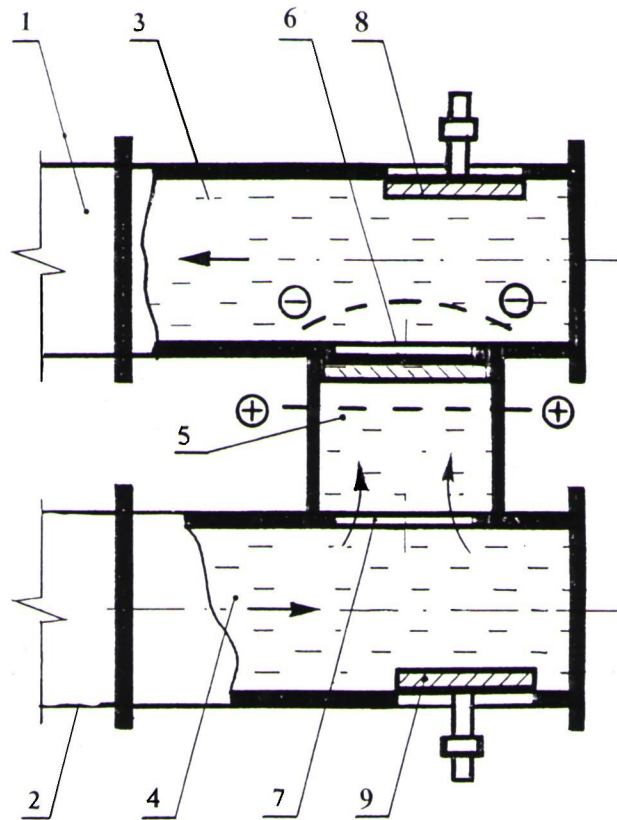
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03