



(19) **KG** (11) **1949** (13) **C1**  
(51) **F04F 7/02** (2016.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И  
ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)**

(21) 20160006.1

(22) 16.01.2016

(46) 31.03.2017, Бюл. № 3

(76) Бекбоев Э. Б.; Бекбоева Р. С. (KG)

(56) Патент под ответственность заявителя KG № 1749, C1, кл. F04F 7/02, 2015

**(54) Модулятор гидравлических ударов**

(57) Устройство относится к области гидротехники и может быть использовано в качестве модулятора гидравлических ударов в гидротаранах и прочих устройствах, использующих явление гидроудара.

Задачей изобретения является повышение эффективности работы устройства.

Поставленная задача решается тем, что модулятор гидравлических ударов, содержащий установленный в сооружении ударный трубопровод с задвижкой, один конец которого подключен к верхнему бьефу, а второй конец установлен в нижнем бьефе и соединен с корпусом, имеющим сбросное отверстие, ударный клапан, установленный на сбросном отверстии в полости корпуса, камеру, подключенную к корпусу на сбросном отверстии, сбросную трубу с задвижкой, один конец которой подключен к камере, а другой установлен в нижнем бьефе сооружения, сообщающую трубу с задвижкой, подключенную одним концом к корпусу, а другим - к камере и воздушный клапан, также содержит имитационную камеру, подключенную к корпусу и имеющую жесткий центр с эластичной оболочкой, установленный в полости имитационной камеры, причем в верхней и нижней частях имитационной камеры установлены ограничители, при этом воздушный клапан подключен к верхней части имитационной камеры, а к полости корпуса подключен сливной трубопровод с задвижкой.

Модулятор гидравлических ударов также может содержать вакуумный клапан, установленный в полости камеры на сбросном отверстии.

Модулятор гидравлических ударов также может содержать два и более имитационных камер, установленных по продольной или поперечной схеме.

1 н. п. ф., 3 з. п. ф., 18 фиг.

Изобретение относится к области гидротехники и может быть использовано в качестве модулятора гидравлических ударов в гидротаранах и прочих устройствах, использующих в своей работе явление гидравлического удара.

Известен модулятор гидравлических ударов, содержащий установленный в сооружении ударный трубопровод, один конец которого подключен к верхнему бьефу сооружения, а второй конец установлен в нижнем бьефе, корпус, подключенный ко второму концу ударного трубопровода и содержащий сбросное отверстие, ударный клапан, установленный в полости корпуса на сбросном отверстии, камеру, установленную на корпусе над сбросным отверстием, сбросную трубу, один конец которой подключен к камере, а другой установлен в нижнем бьефе сооружения. Кроме того, устройство содержит задвижку, установленную на сбросной трубе, сообщающую трубу, подключенную одним концом к корпусу, а другим - к камере, задвижку, установленную на сообщаемой трубе (Патент под ответственность заявителя KG № 1749, C1, кл. F04F 7/02, 2015).

Недостатком устройства является низкая эффективность работы.

Задачей изобретения является повышение эффективности работы устройства.

Поставленная задача решается тем, что модулятор гидравлических ударов, содержащий установленный в сооружении ударный трубопровод с задвижкой, один конец которого подклю-

чен к верхнему бьефу, а второй конец установлен в нижнем бьефе и соединен с корпусом, имеющим сбросное отверстие, ударный клапан, установленный на сбросном отверстии в полости корпуса, камеру, подключенную к корпусу на сбросном отверстии, сбросную трубу с задвижкой, один конец которой подключен к камере, а другой установлен в нижнем бьефе сооружения, сообщающую трубу с задвижкой, подключенную одним концом к корпусу, а другим - к камере и воздушный клапан, также содержит имитационную камеру, подключенную к корпусу и имеющую жесткий центр с эластичной оболочкой, установленный в полости имитационной камеры, причем в верхней и нижней частях имитационной камеры установлены ограничители, при этом воздушный клапан подключен к верхней части имитационной камеры, а к полости корпуса подключен сливной трубопровод с задвижкой.

Модулятор гидравлических ударов также может содержать вакуумный клапан, установленный в полости камеры на сбросном отверстии.

Модулятор гидравлических ударов также может содержать два и более имитационных камер, установленных по продольной или поперечной схеме.

Принятые условные обозначения:

(+, +) - волна высокого давления (фиг. 6, 11, 12);

(-, -) - волна низкого давления (фиг. 8);

(В-В) - волна восстанавливающего давления (фиг. 7, 10);

$W_k$  - объем воды в имитационной камере 11 (фиг. 9, 11);

$W_c$  - объем сброса воды, необходимый для формирования гидроудара;

$V$  - скорость движения потока воды в ударном трубопроводе 2 (фиг. 5-8, 10, 12).

Устройство и схемы, поясняющие его работу, показаны на фиг. 1-18, где на фиг. 1 приведено устройство в плане; фиг. 2 - вид устройства сбоку; фиг. 3 - устройство в продольном разрезе (устройство отключено); фиг. 4 - устройство в исходном положении перед его включением; фиг. 5 - момент включения устройства; фиг. 6 - устройство в момент образования гидравлического удара; фиг. 7 - устройство в момент вхождения волны восстанавливающего давления (В-В) в корпус 3; фиг. 8 - работа устройства при образовании волны низкого давления (-, -); фиг. 9 - положение жесткого центра 12 с эластичной оболочкой 13 при возникновении волны низкого давления (-, -) в корпусе 3 (заштрихованная область характеризует (поясняет) имитационный объем воды  $W_k$ ; фиг. 10 - момент вхождения волны восстанавливающего давления (В-В) в корпус 3 устройства; фиг. 11 - момент образования волны высокого давления (+, +) при мгновенной остановке жесткого центра 12; фиг. 12 - момент вхождения в ударный трубопровод 2 суммарной волны высокого давления (+, +); фиг. 13 - устройство с двумя имитационными камерами 12, установленными по продольной схеме; фиг. 14 - устройство с двумя имитационными камерами 12, установленными по поперечной схеме; фиг. 15-18 - варианты исполнения устройства, содержащего вакуумные клапаны 19.

Модулятор гидравлических ударов (фиг. 1-18) установлен в сооружении 1 и содержит ударный трубопровод 2 с задвижкой, один конец которого подключен к верхнему бьефу сооружения 1, а другой - установлен в нижнем бьефе и соединен с корпусом 3, который имеет сбросное отверстие 4 и ударный клапан 5, установленный на сбросном отверстии 4 в полости корпуса 3, камеру 6, подключенную к корпусу 3 на сбросном отверстии 4, сообщающую трубу 7, имеющую задвижку (кран) 8 и подключенную одним концом к корпусу 3, а вторым концом - к камере 6, сбросную трубу 9, имеющую задвижку (кран) 10, подключенную одним концом к камере 6, а второй конец сбросной трубы 9 установлен в нижнем бьефе сооружения 1, имитационную камеру 11, подключенную к корпусу 3 и имеющую жесткий центр 12 с эластичной оболочкой 13, ограничители верхний 14 и нижний 15, сливной трубопровод 16 с задвижкой (краном) 17 и воздушный клапан (кран) 18, подключенный к верхней части имитационной камеры 11. Модулятор гидравлических ударов также может содержать вакуумный клапан 19, а также два и более имитационных камер 11, установленных по продольной или поперечной схеме.

Устройство работает следующим образом (фиг. 1-14).

Предположим, что модулятор гидравлических ударов отключен (не работает) (фиг. 3). При этом полости корпуса 3 и имитационной камеры 11 заполнены водой, воздух из системы удален через воздушный клапан 18, задвижка на ударном трубопроводе 2, задвижка 10 на сбросной трубе 9 открыты, задвижка 8 на сообщающей трубе 7 и задвижка 17 на сливной трубе 16 закрыты.

Кроме того, под действием давления воды верхнего бьефа сооружения 1, ударный клапан 5 закрыт и перекрывает сбросное отверстие 4, а жесткий центр 12 с эластичной оболочкой 13 расположен в верхнем крайнем положении, прижатый давлением воды к верхнему ограничителю 14.

Включение устройства производится в следующем порядке. Закроем задвижку 10 на сбросной трубе 9 и откроем задвижку 8 на сообщающей трубе 7. Вследствие этого давление в полости корпуса 3 и давление в камере 6 выровняются и под воздействием силы тяжести ударный клапан 5 опустится, открыв сбросное отверстие 4 (фиг. 4). Затем закроем задвижку 8, разобшив полость камеры 6 и полость корпуса 3, и откроем задвижку 10 на сбросной трубе 9. Это тут же приведет к сбросу воды из полости камеры 6 в нижний бьеф сооружения 1, в полости устройства возникнет направленное движение масс воды от верхнего бьефа к нижнему бьефу, что будет сопровождаться резким понижением давления в камере 6. Этот процесс будет сопровождаться возникновением и скачкообразным ростом силы давления воды на плоскость ударного клапана 5 из полости корпуса 3, что приведет к быстрому закрытию (захлопыванию) ударного клапана 5 и остановке слоев жидкости у плоскости этого клапана в полости корпуса 3 и возникновению гидравлического удара (фиг. 6). Причем, к моменту полного закрытия сбросного отверстия 4 ударным клапаном 5, из полости устройства в нижний бьеф сооружения будет сброшен объем воды  $W_c$ .

Образовавшаяся волна гидравлического удара в виде волны высокого давления (+, +), войдя в ударный трубопровод 2, начнет быстро перемещаться к верхнему бьефу сооружения 1. С достижением волны высокого давления (+, +) верхнего бьефа сооружения 1, волна погасится с одномоментным образованием волны восстанавливающего давления (В-В), которая, образовавшись в плоскости входного отверстия ударного трубопровода 2, начнет быстро перемещаться в полости ударного трубопровода 2 в направлении корпуса 3 устройства. Перемещение волны восстанавливающего давления (В-В) в ударном трубопроводе 2 будет сопровождаться изменением направления движения потока воды в обратную сторону, а с вхождением волны в корпус 3 вся масса воды, заключенная в ударном трубопроводе 2, будет находиться в движении в направлении верхнего бьефа сооружения 1 (фиг. 7). С касанием волны восстанавливающего давления (В-В) конечных плоскостей корпуса 3, волна погасится с одномоментным образованием волны низкого давления (-, -), которая начнет быстро перемещаться к верхнему бьефу сооружения 1 (фиг. 8). При этом давление в полости устройства, после прохождения этой волны, будет резко понижаться, становясь вакуумметрическим и ударный клапан 5, под действием атмосферного давления и силы тяжести, опустится, открыв сбросное отверстие 4, а жесткий центр 12 с эластичной оболочкой 13 опустится в крайнее нижнее положение, определяемое моментом касания нижнего ограничителя 15. При этом объем имитационной камеры 11 уменьшится на величину имитационного объема воды  $W_k$ , равной разнице объемов имитационной камеры 11 при положении жесткого центра 12 с эластичной оболочкой 13 в крайнем верхнем положении и его объемов в крайнем нижнем положении. Область, заштрихованная на фиг. 9, поясняет физическую сущность имитационного объема  $W_k$ . С достижением волны низкого давления (-, -) верхнего бьефа сооружения 1, волна погасится с одномоментным образованием волны восстанавливающего давления (В-В), которая, образовавшись в плоскости входного отверстия ударного трубопровода 2, начнет быстро перемещаться в полости трубопровода к корпусу 3 устройства. Перемещение волны восстанавливающего давления (В-В) будет сопровождаться изменением направления движения потока воды в сторону нижнего бьефа, т. е. в направлении движения самой волны. При этом прохождение волны будет сопровождаться скачкообразным увеличением давления. С вхождением волны восстанавливающего давления (В-В) в корпус 3, произойдет скачкообразное увеличение давления в корпусе 3 и быстрое перемещение вверх жесткого центра 12 с эластичной оболочкой 13, что будет сопровождаться увеличением объема имитационной камеры 11 (фиг. 10). С достижением жесткого центра 12 с эластичной оболочкой 13 верхнего ограничителя 14 произойдет мгновенная его остановка с образованием гидравлического удара. При этом объем имитационной камеры 11 достигнет величины  $W_k$  (фиг. 11, см. заштрихованную область). В то же время, под воздействием скачкообразного увеличения давления, произойдет быстрое закрытие ударным клапаном 5 сбросного отверстия 4 и образование еще одного гидравлического удара (второго гидравлического удара), при этом произойдет выброс объема воды  $W_c$  в камеру 6.

Как следует из вышеизложенного, в полости корпуса 3 возникнет два гидравлических удара, что приведет к их сложению и возникновению одного более мощного гидравлического удара (фиг. 12). Образовавшаяся вследствие этого волна высокого давления (+, +), войдя в ударный трубопровод 2, начнет быстро перемещаться к верхнему бьефу сооружения 1, и все последующие преобразования волн гидравлического удара будут происходить вновь и вновь.

Проведем сравнительный анализ предложенного устройства с известным. Предположим, что имеем два равновеликих устройства, одно из них - известный модулятор гидравлических ударов (прототип), а второе - предложенный, при этом оба устройства находятся в одних и тех же условиях внешнего воздействия. При этом формирование равных по силе гидравлических ударов происходит за счет выброса в нижний бьеф равных объемов воды. Следовательно, можно заключить, что объем выброса воды в известном устройстве  $W_1$  равен объему выброса воды предложенного устройства  $W_2$ , т. е.  $W_1 = W_2$ , но объем выброса  $W_1$  известного устройства полностью сбрасывается в нижний бьеф сооружения 1, в то время как объем выброса  $W_2$  предложенного устройства состоит из двух частей  $W_K$  и  $W_C$  (см. выше), следовательно, имеем

$$W_2 = W_K + W_C$$

При этом в приведенном уравнении только объем  $W_C$  сбрасывается в нижний бьеф сооружения 1, а объем воды  $W_K$  периодически втекает в полость имитационной камеры 11 при вхождении волны восстанавливающего давления (В-В) (фиг. 10) и вытекает из полости камеры 11 обратно в полость устройства при образовании волны низкого давления (-, -) (фиг. 8).

В случае равенства объемов  $W_C$  и  $W_K$  имеем

$$W_1 = W_2 = 2 W_C$$

Приведем полученное равенство к виду

$$W_C = W_1/2,$$

из которого можно заключить, что при принятых условиях объем сброса воды  $W_C$  в предложенном устройстве меньше в два раза, чем в известном устройстве.

В случае больших напоров воды со стороны верхнего бьефа сооружения 1 или больших размеров устройства и при суммарном воздействии этих факторов с целью исключения возможного разрушения устройства, а также обеспечения безопасной эксплуатации, необходимо распределить воздействующую общую силу давления воды на две и более имитационные камеры 11 по продольной (фиг. 13) или поперечной (фиг. 14) схемам, или же имитационные камеры 11 могут быть установлены по смешанной схеме, сочетающей как продольную, так и поперечную схемы.

При больших величинах гидравлического удара прочностные характеристики эластичной оболочки 13 могут быть недостаточными для обеспечения надежной работы устройства. Поэтому необходимо исполнение варианта конструкции модулятора гидравлических ударов, в которой жесткий центр 12 с эластичной оболочкой 13 работает в режиме скольжения (фиг. 15-18). В предложенных устройствах все ударные воздействия гидравлического удара воспринимаются жестким центром 12, а эластичная оболочка 13 выполняет функции бокового уплотнения. Кроме того, в устройствах дополнительно введен вакуумный клапан 19, который, при образовании волны низкого давления, быстро опустившись на сбросное отверстие 4, изолирует полость корпуса 3 от воздействия атмосферного давления, обеспечивая этим более глубокий вакуум в полостях устройства.

В некоторых случаях имитационная камера 11 может быть установлена и на ударном трубопроводе 2 и подключена к его полости. Это может произойти в случае реконструкции уже изготовленного модулятора гидравлических ударов или гидротарана. В этом случае имитационная камера 11 устанавливается перед существующим устройством.

Все предложенные устройства имеют сливной трубопровод 16 с задвижкой 17. При открытии задвижки 17, в полости модуляторов гидравлических ударов возникнет движение масс воды к открытому сливному трубопроводу 16 с дальнейшим сбросом в нижний бьеф сооружения.

При этом с потоком воды будет производиться сброс отложившихся наносов. По окончании промывки необходимо медленно закрыть задвижку 17. Кроме того, сливной трубопровод 16 с задвижкой 17 можно использовать для создания первичного гидравлического удара с последующим включением устройства в рабочий режим.

Модуляторы гидравлических ударов широко применяются в различных устройствах в строительстве, промышленности и в гидротехнике, и дальнейшее усовершенствование этих устройств является актуальным и востребованным.

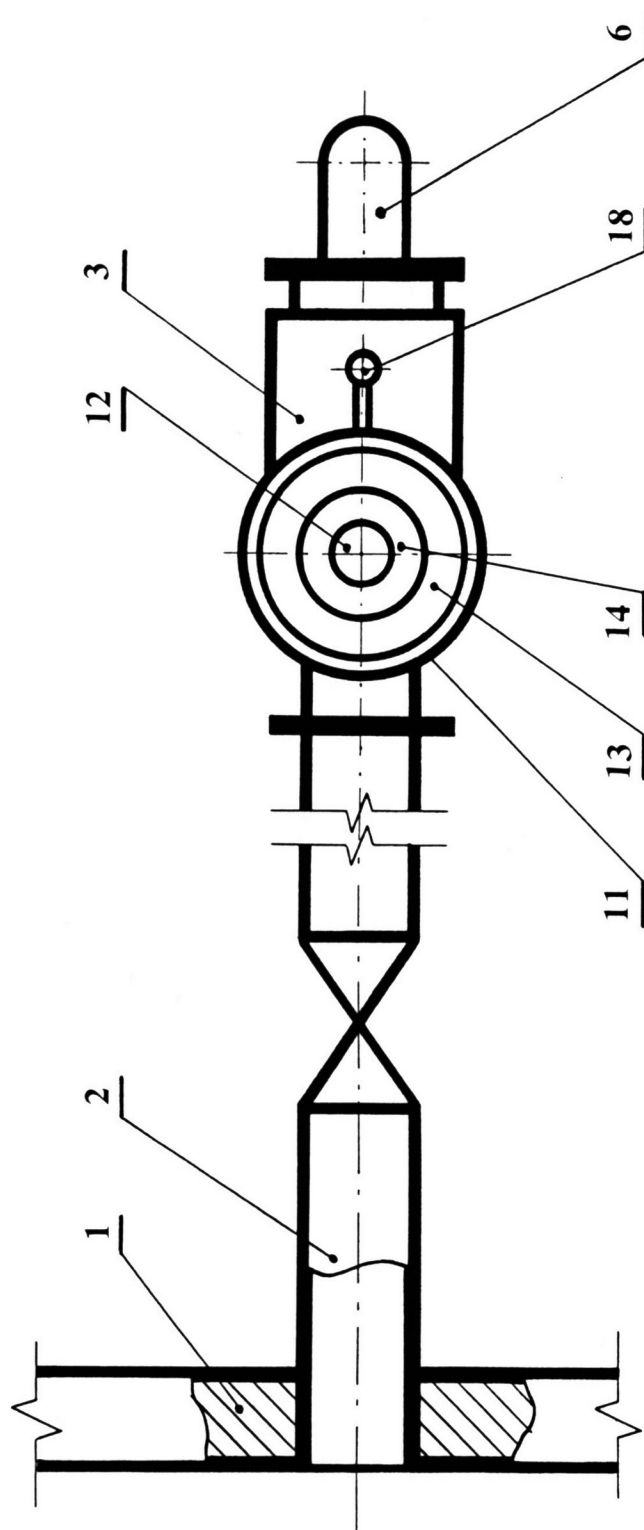
### **Формула изобретения**

1. Модулятор гидравлических ударов, содержащий установленный в сооружении ударный трубопровод с задвижкой, один конец которого подключен к верхнему бьефу, а второй конец установлен в нижнем бьефе и соединен с корпусом, имеющим сбросное отверстие, ударный клапан, установленный на сбросном отверстии в полости корпуса, камеру, подключенную к корпусу на сбросном отверстии, сбросную трубу с задвижкой, один конец которой подключен к камере, а другой установлен в нижнем бьефе сооружения, сообщающую трубу с задвижкой, подключенную одним концом к корпусу, а другим - к камере и воздушный клапан, отличающийся тем, что устройство содержит имитационную камеру, подключенную к корпусу и имеющую жесткий центр с эластичной оболочкой, установленный в полости имитационной камеры, причем в верхней и нижней частях имитационной камеры установлены ограничители, при этом воздушный клапан подключен к верхней части имитационной камеры, а к полости корпуса подключен сливной трубопровод с задвижкой.

2. Модулятор гидравлических ударов по п. 1, отличающийся тем, что устройство содержит вакуумный клапан, установленный в полости камеры на сбросном отверстии.

3. Модулятор гидравлических ударов по п. 1, отличающийся тем, что устройство содержит два и более имитационных камер, установленных по продольной или поперечной схеме.

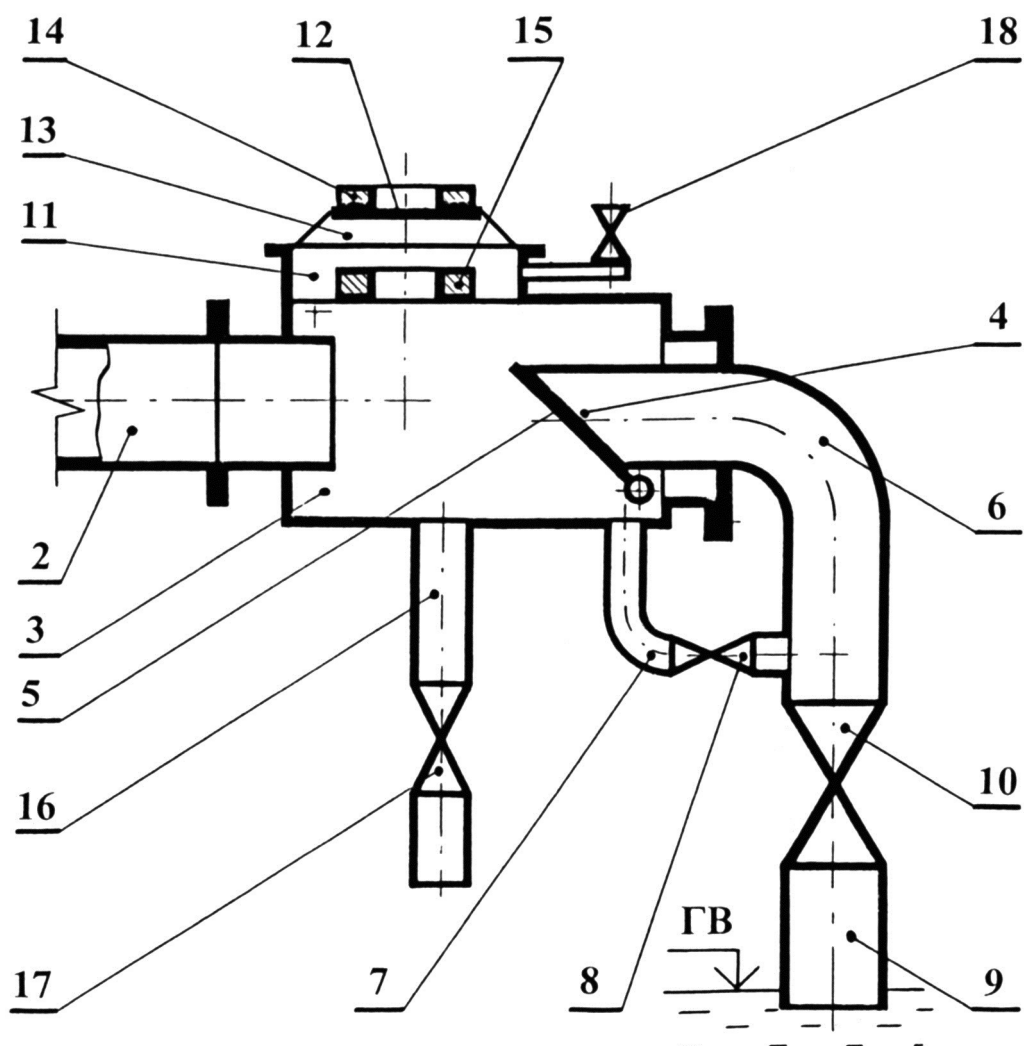
Модулятор гидравлических ударов



Фиг. 1

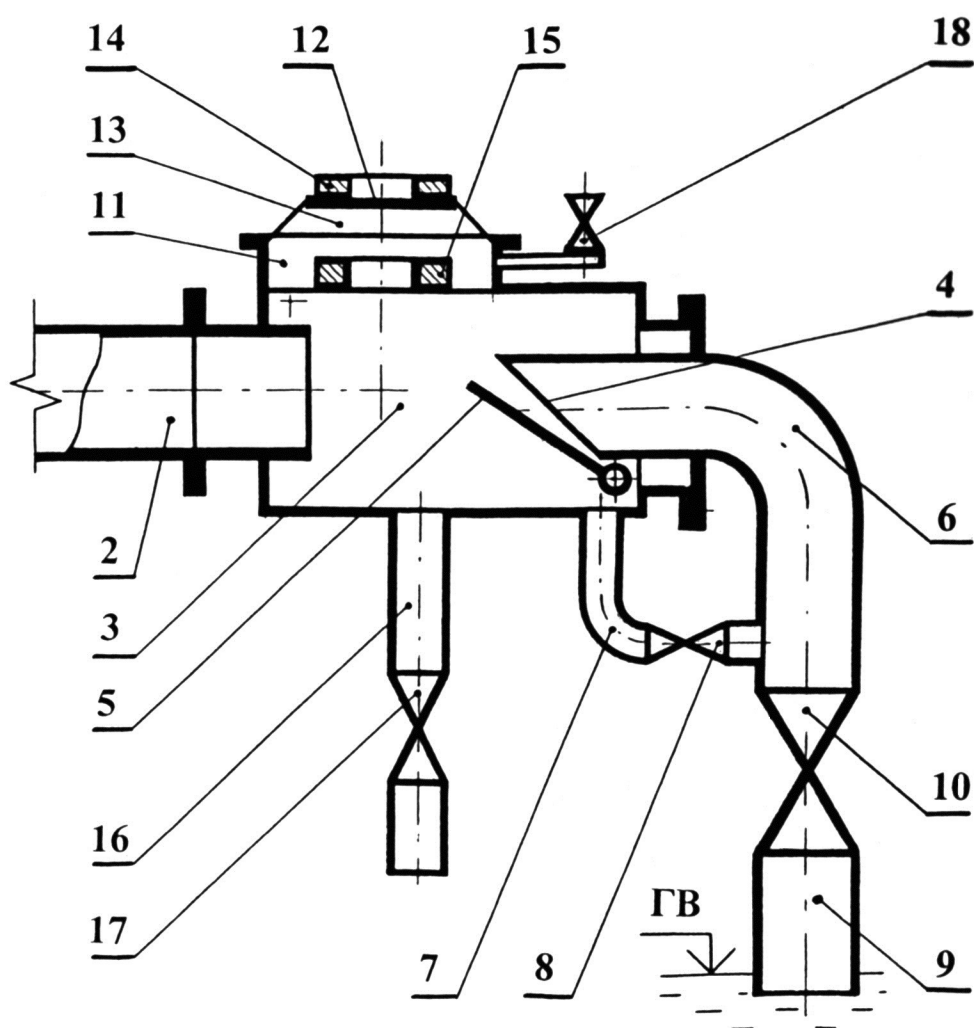
Модулятор гидравлических ударов





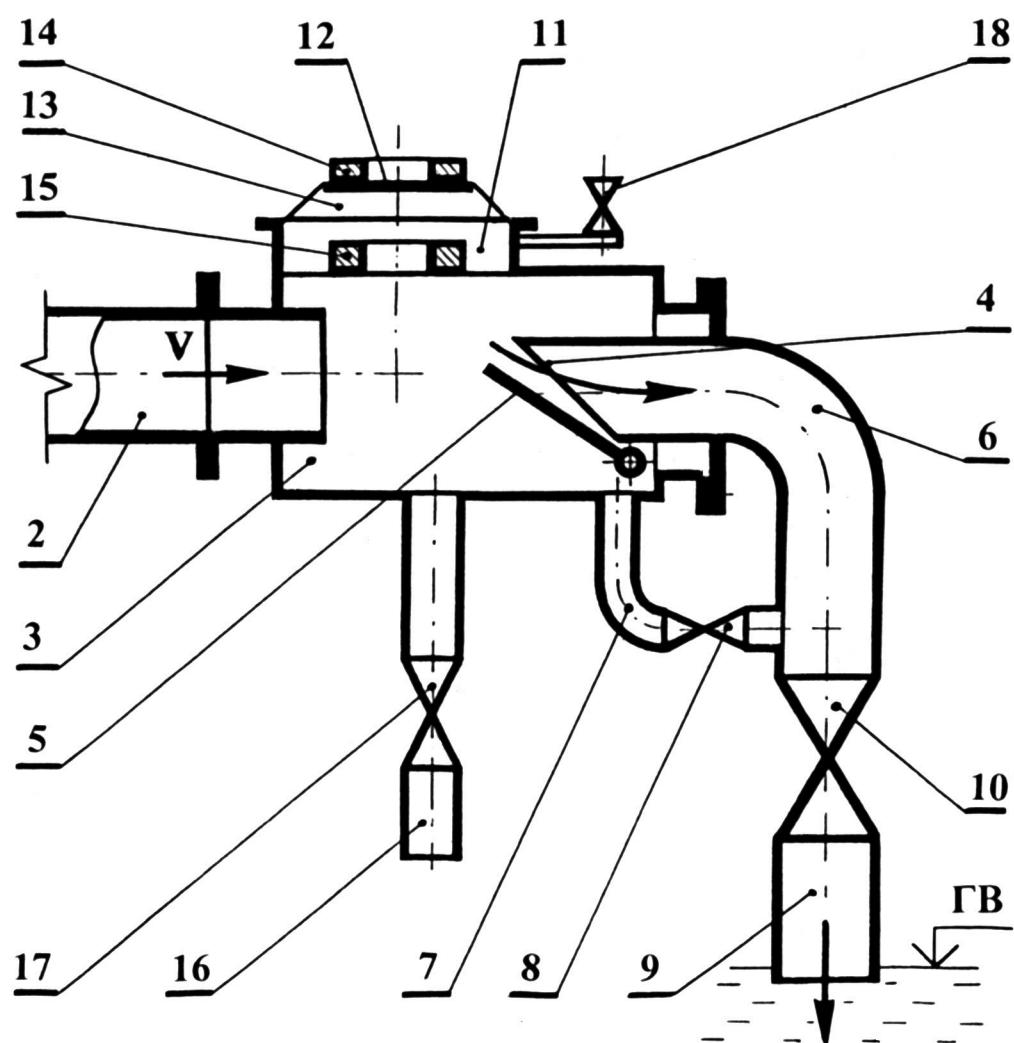
ФИГ. 3

## Модулятор гидравлических ударов



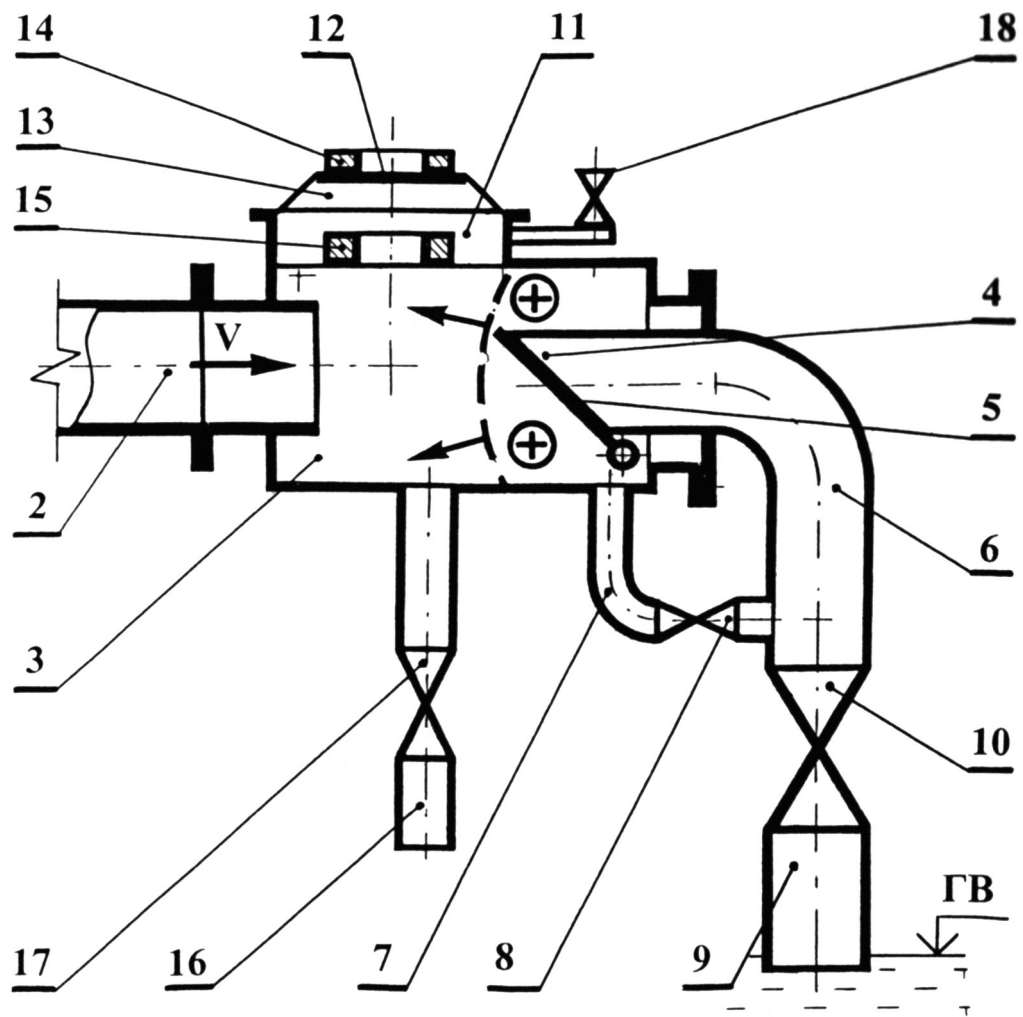
Фиг. 4

Модулятор гидравлических ударов



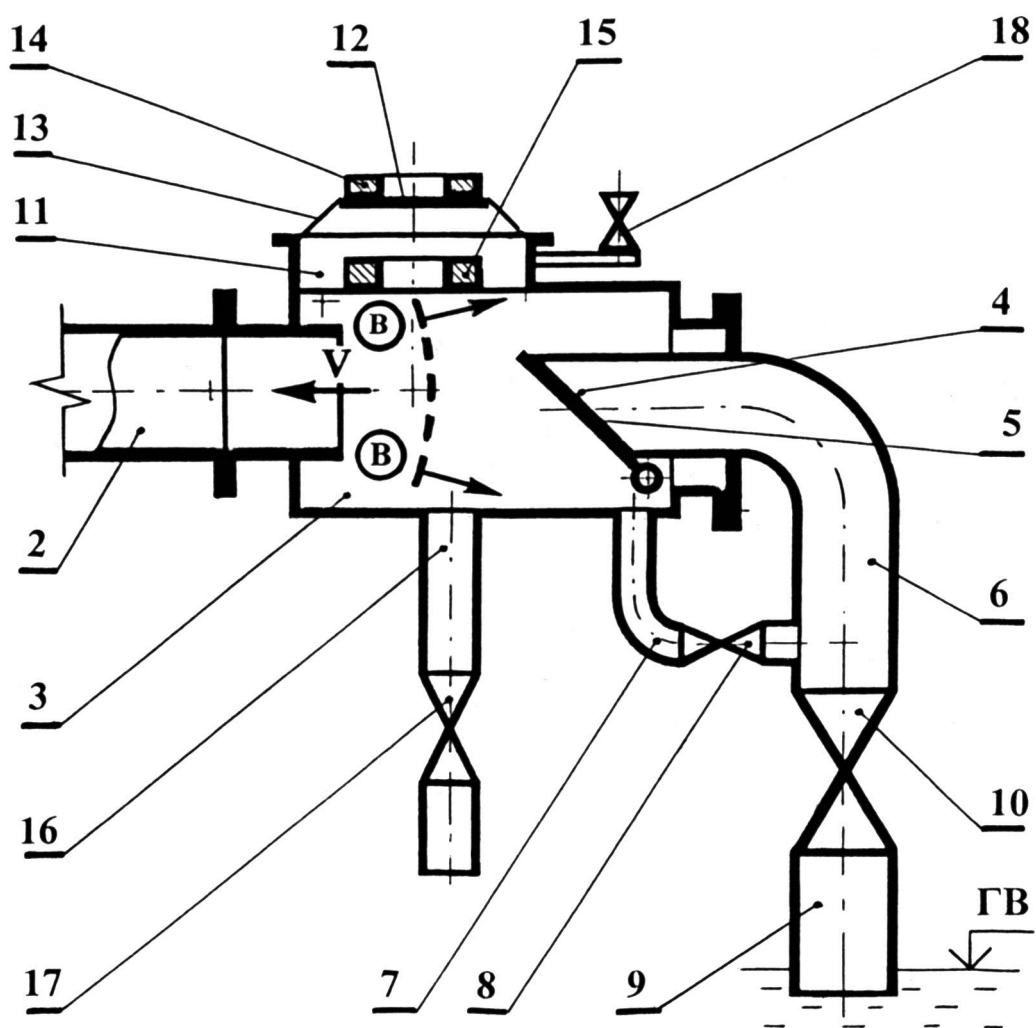
Фиг. 5

Модулятор гидравлических ударов



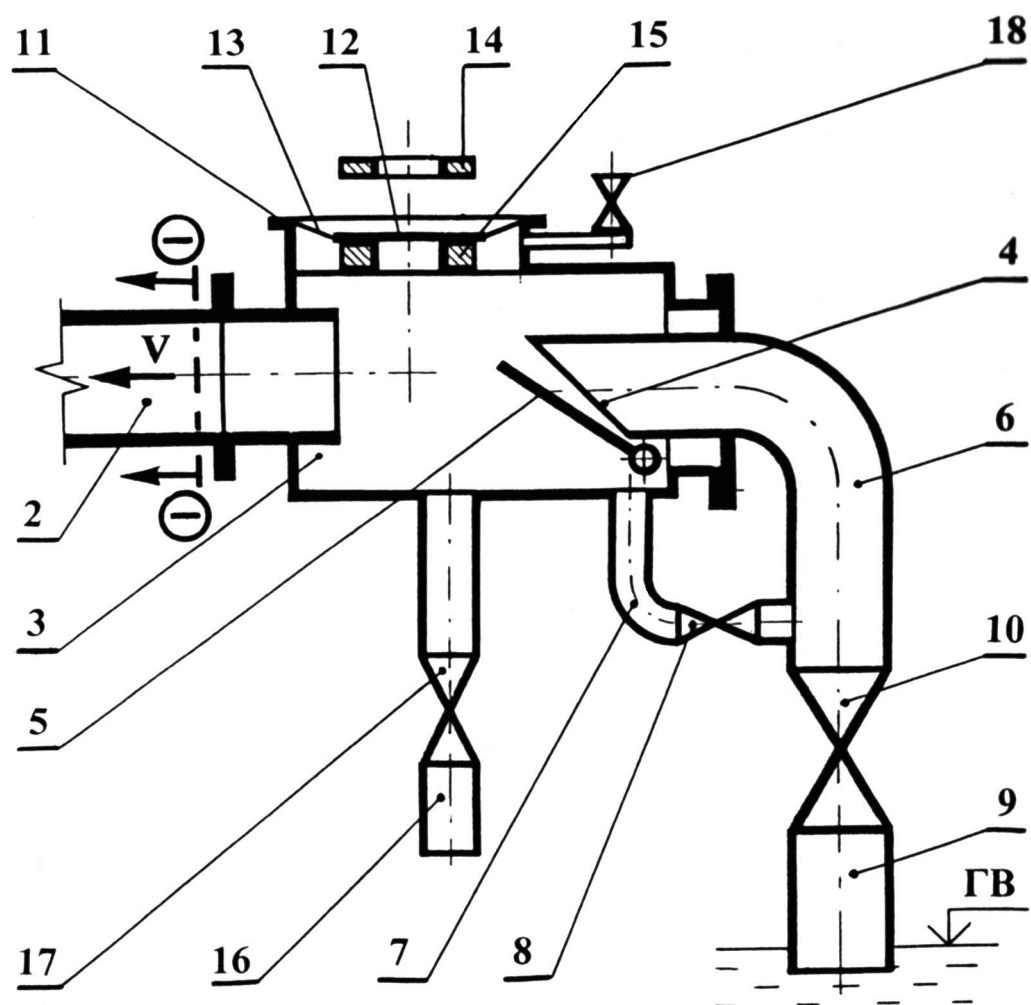
ФИГ. 6

## Модулятор гидравлических ударов



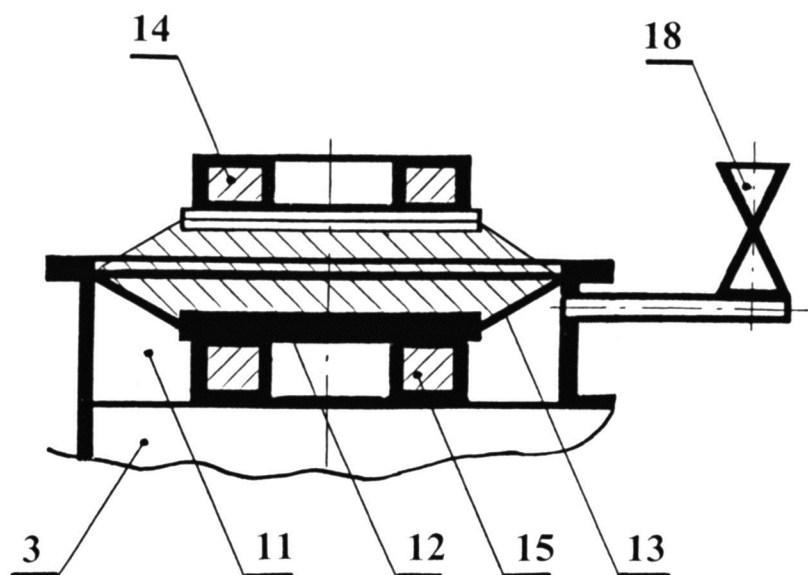
Фиг. 7

Модулятор гидравлических ударов



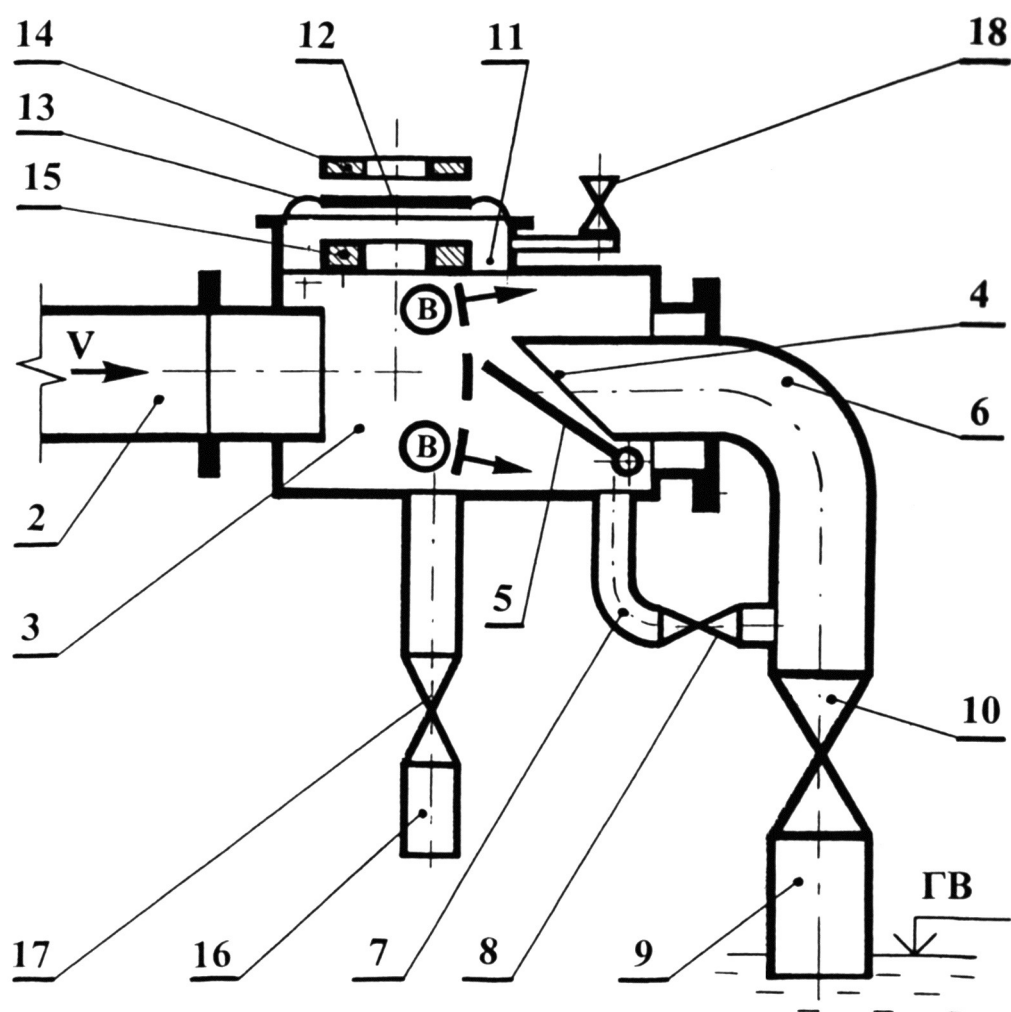
Фиг. 8

Модулятор гидравлических ударов



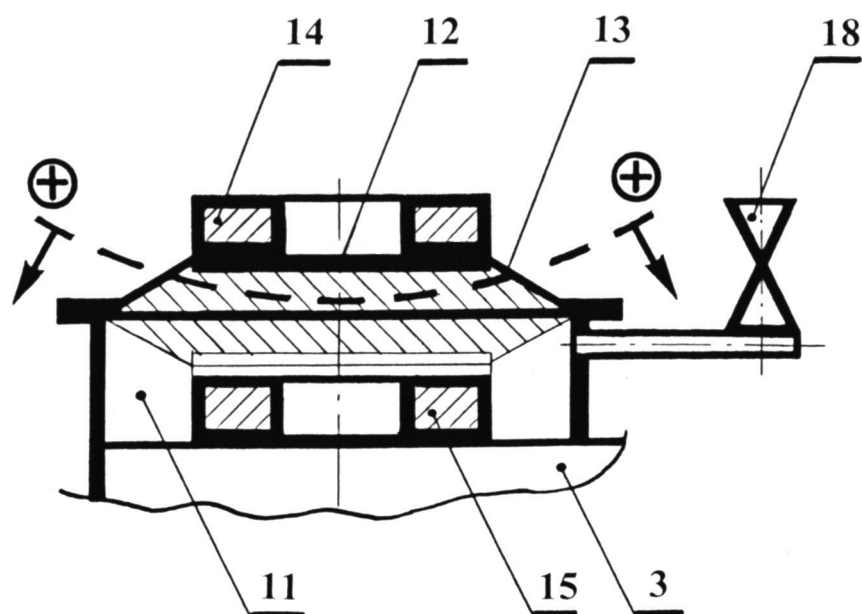
Фиг. 9

Модулятор гидравлических ударов



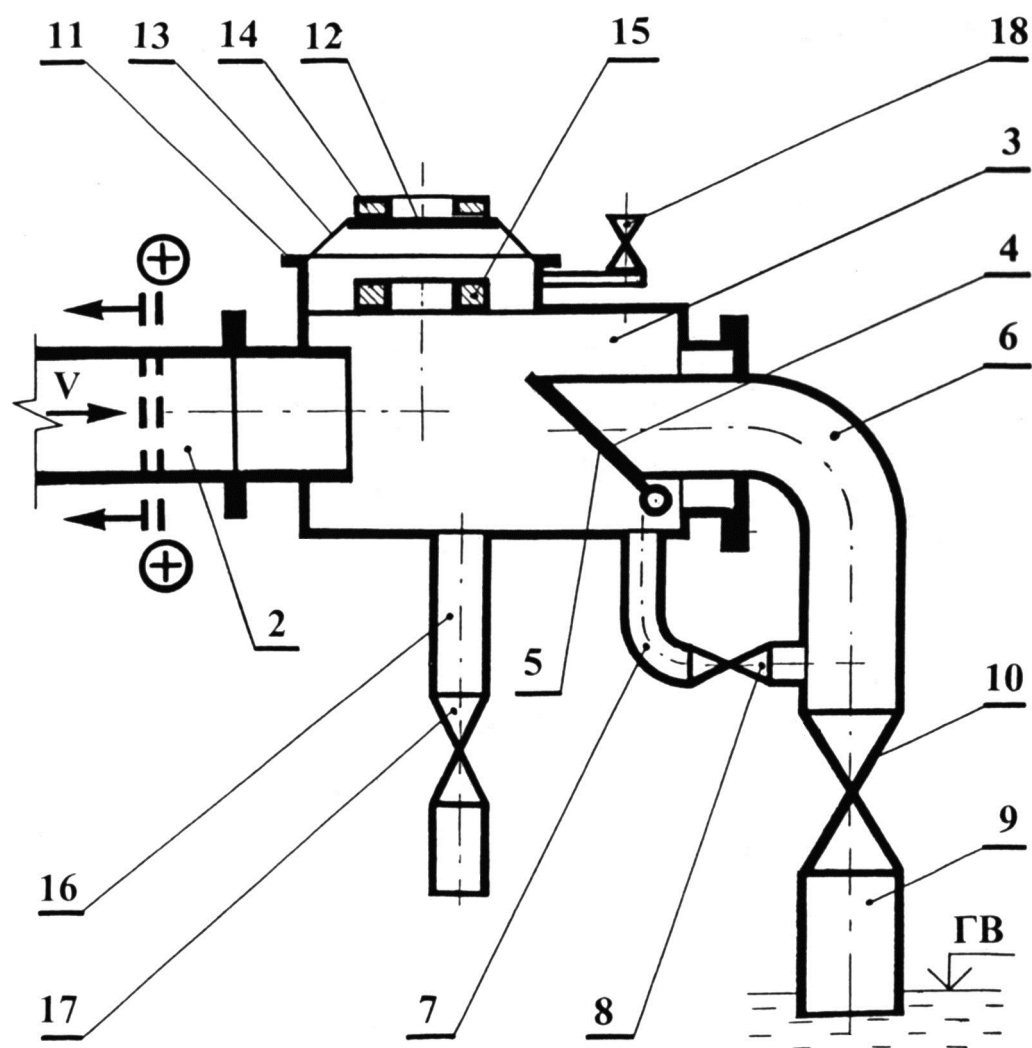
Фиг. 10

Модулятор гидравлических ударов



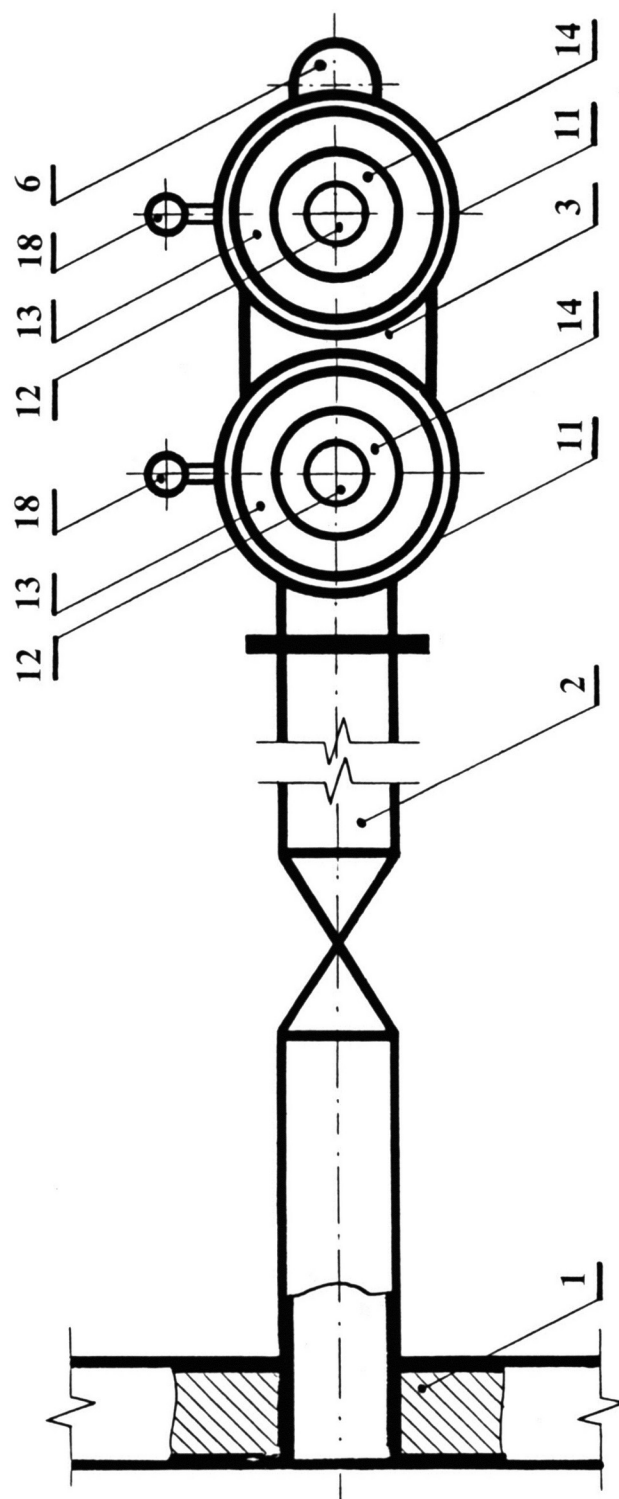
Фиг. 11

Модулятор гидравлических ударов



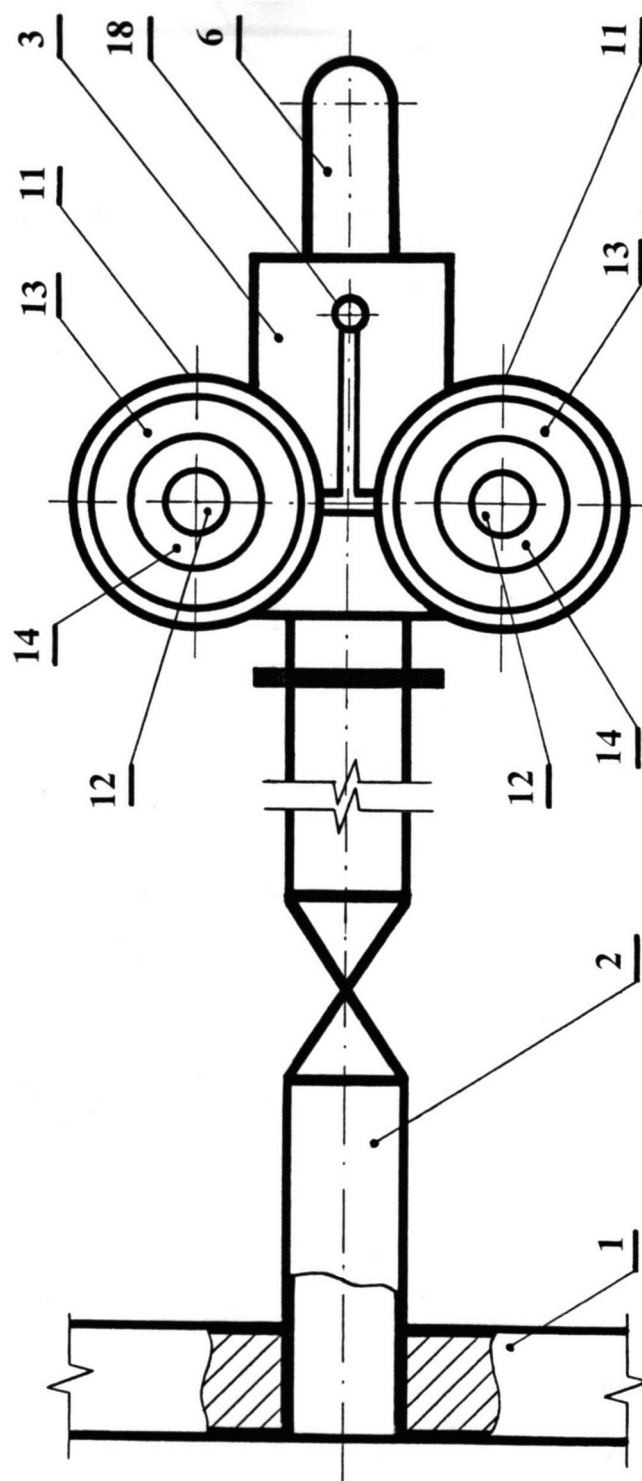
Фиг. 12

Модулятор гидравлических ударов



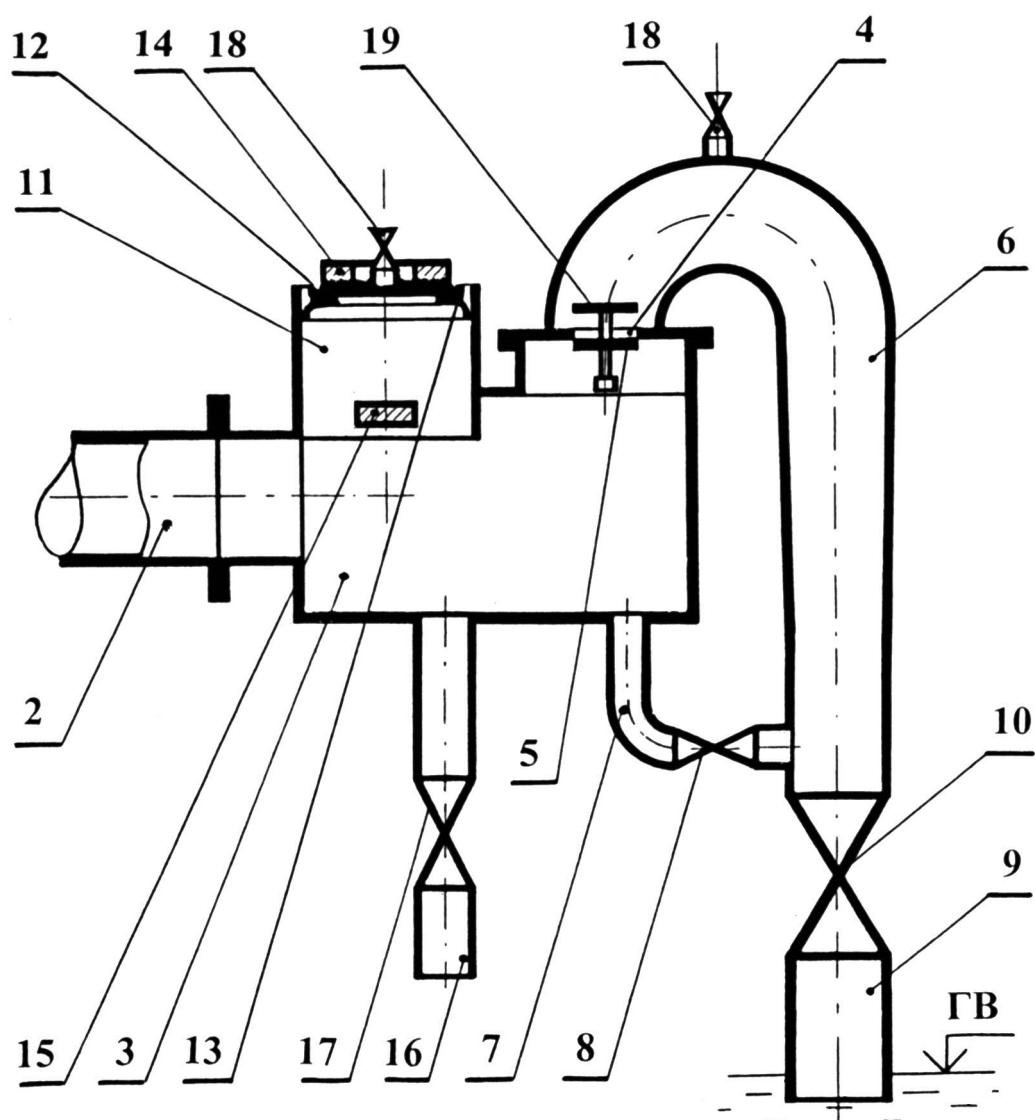
Фиг. 13

Модулятор гидравлических ударов



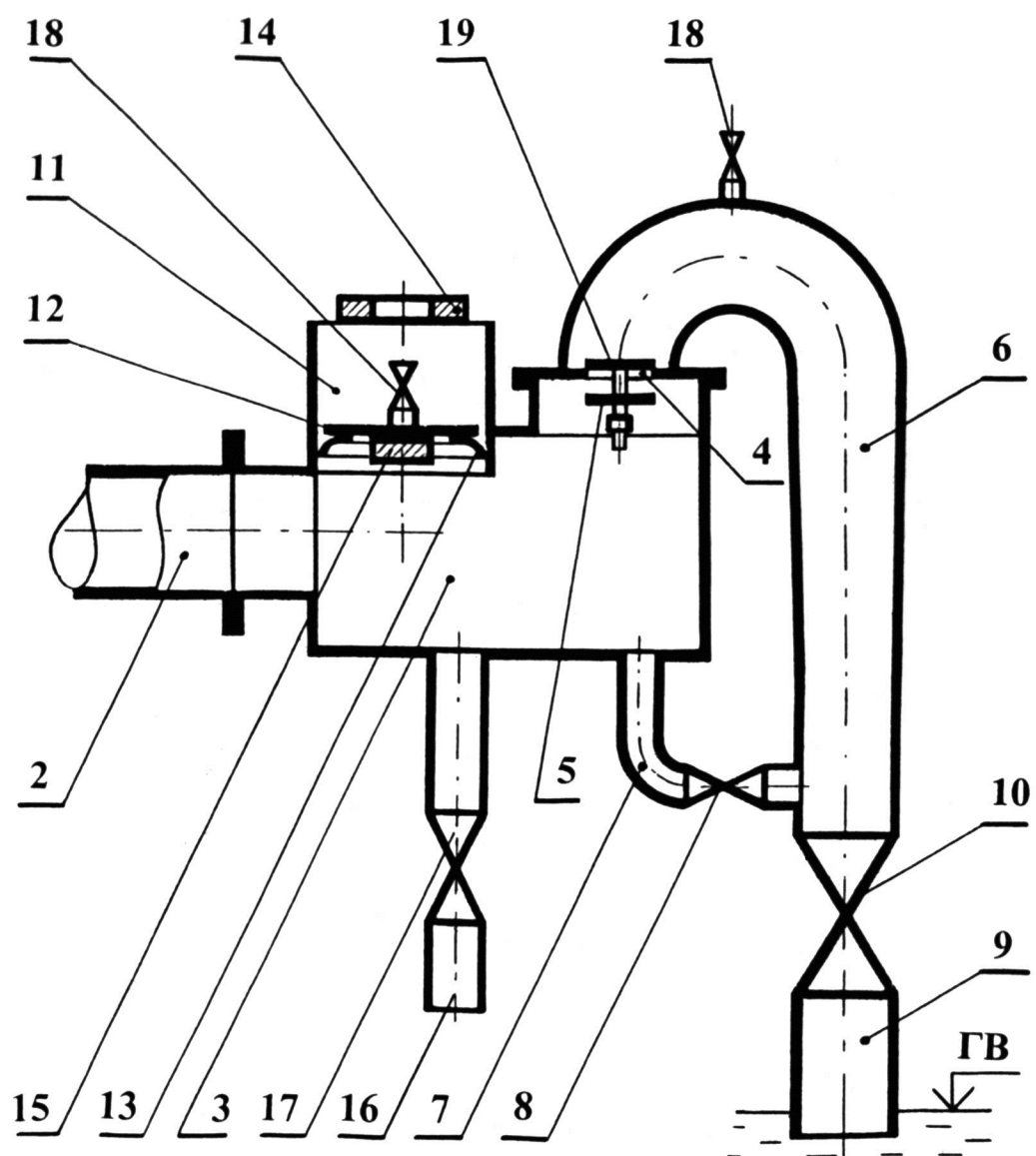
Фиг. 14

Модулятор гидравлических ударов



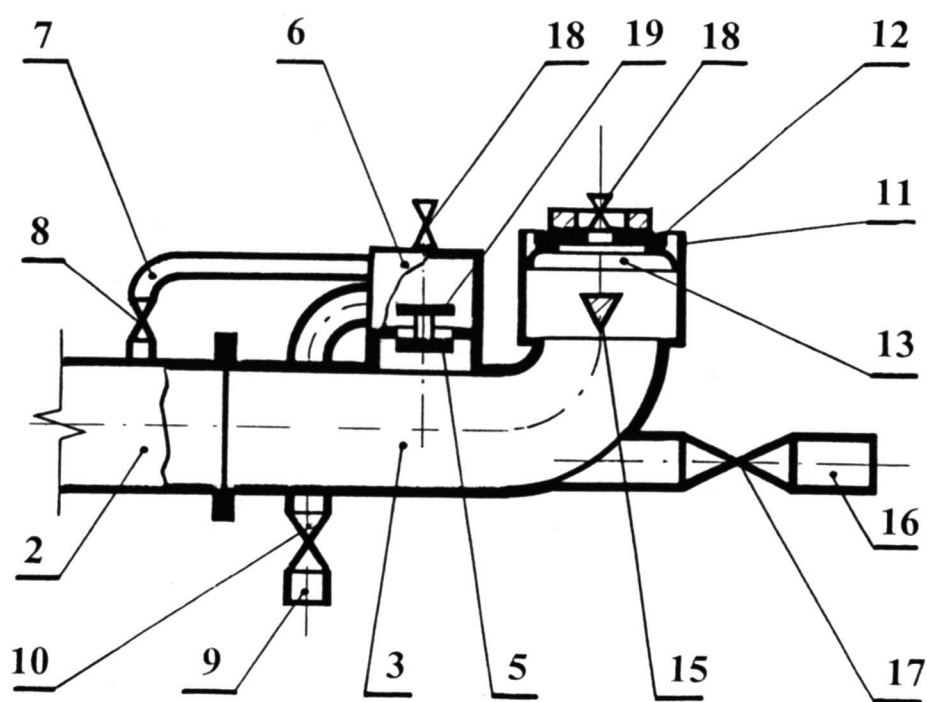
Фиг. 15

Модулятор гидравлических ударов



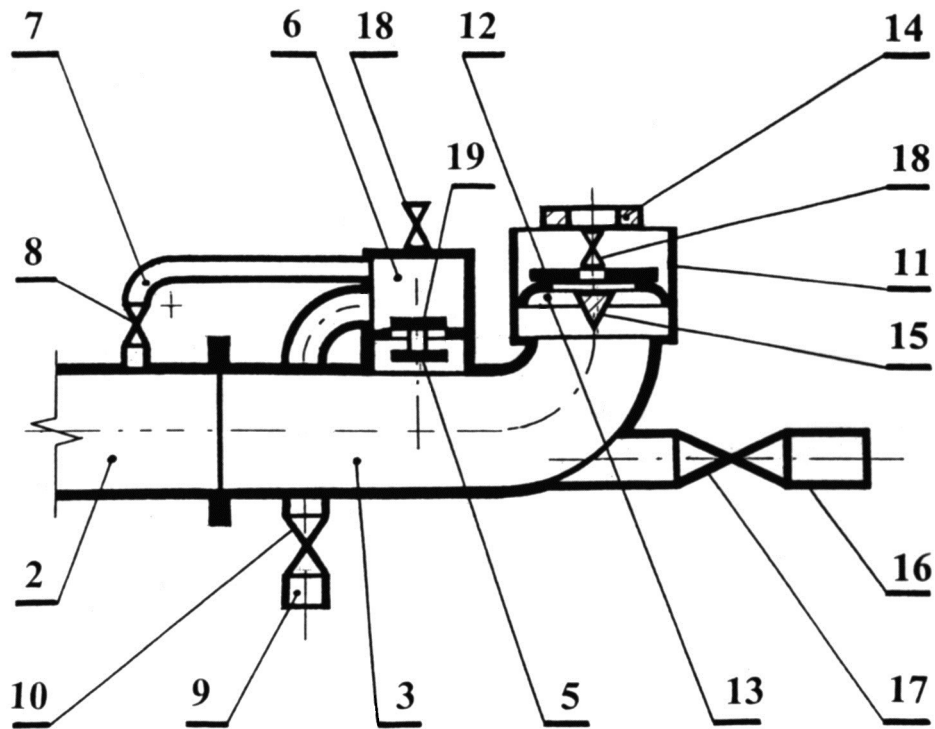
Фиг. 16

Модулятор гидравлических ударов



Фиг. 17

Модулятор гидравлических ударов



Фиг. 18

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