



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 015 749<sup>(13)</sup> C1  
(51) МПК<sup>5</sup> В 06 В 1/20, F 15 В 21/12

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5003508/29, 04.10.1991

(46) Дата публикации: 15.07.1994

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N 769131, кл. F 15B 21/12, 1978.

(71) Заявитель:  
Авдеевский В.С.,  
Ганиев Р.Ф.,  
Калашников Г.А.,  
Костров С.А.,  
Муфазалов Р.Ш.

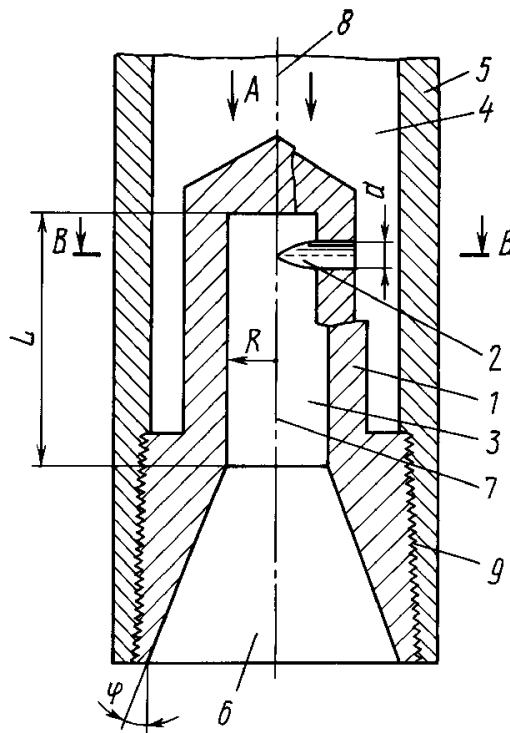
(72) Изобретатель: Авдеевский В.С.,  
Ганиев Р.Ф., Калашников Г.А., Костров  
С.А., Муфазалов Р.Ш.

(73) Патентообладатель:  
Научно-производственная фирма "Волонтех"

(54) ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР КОЛЕБАНИЙ

(57) Реферат:

Сущность изобретения: гидродинамический генератор колебаний содержит корпус 1 с входными тангенциальными каналами 2, вихревой камерой 3 и диффузором 6 с углом  $\varphi$  раскрытия. Требуемые частота и амплитуда генерируемых колебаний обеспечивается заданием соотношений между геометрическими размерами гидродинамического генератора колебаний, а также гидродинамическими параметрами прокачиваемой жидкой среды. Совпадение генерируемой частоты колебаний с собственной частотой обрабатываемой среды обеспечивает осуществление резонансного режима работы. 10 ил.



Фиг. 1

RU 2 015 749 C1

RU 2 015 749 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 015 749** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>5</sup> **B 06 B 1/20, F 15 B 21/12**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5003508/29, 04.10.1991

(46) Date of publication: 15.07.1994

(71) Applicant:  
AVDUEVSKIY V.S.,  
GANIEV R.F.,  
KALASHNIKOV G.A.,  
KOSTROV S.A.,  
MUFAZALOV R.SH.

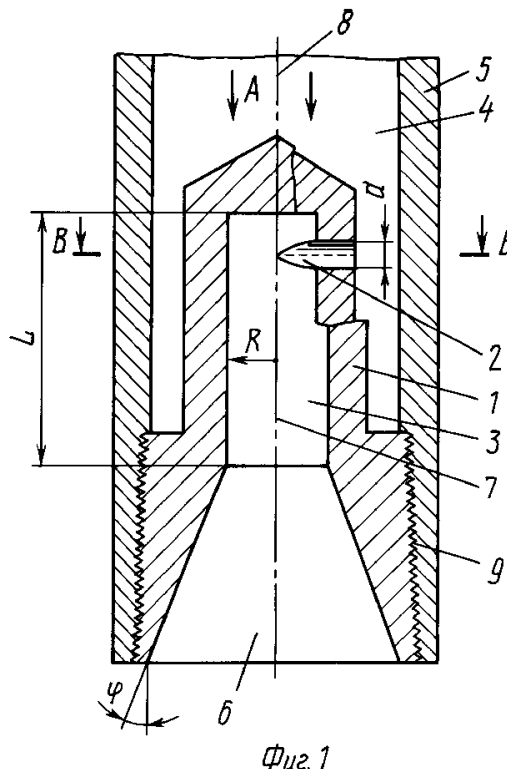
(72) Inventor: AVDUEVSKIY V.S.,  
GANIEV R.F., KALASHNIKOV G.A., KOSTROV  
S.A., MUFAZALOV R.SH.

(73) Proprietor:  
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNAJA FIRMA  
"VOLONTEKH"

(54) **HYDRODYNAMIC VIBRATION GENERATOR**

(57) Abstract:

FIELD: vibration generators. SUBSTANCE: hydrodynamic vibration generator has housing 1 with tangential inlet channels 2, swirl chamber 3 and diffuser 6 with angle of opening  $\varphi$ . Required frequency and amplitude of generated vibrations are provided by preset relationship between geometrical dimensions of hydrodynamic vibration generator and hydrodynamic parameters of handled liquid medium. Coincidence of generated vibration frequency and natural frequency of treated medium provides resonant mode of operation. EFFECT: enlarged operating capabilities. 10 dwg



RU 2 0 1 5 7 4 9 C 1

RU 2 0 1 5 7 4 9 C 1

Изобретение относится к получению или передаче механических колебаний с использованием протекающей среды, а более конкретно, касается гидродинамических генераторов колебаний.

Известен ступенчатый генератор кавитации, содержащий статор и помещенный внутри него ротор изменяющегося поперечного сечения, рабочие поверхности статора и ротора выполнены в виде двух цилиндрических участков разного диаметра с продольными выступами. Смешивание подаваемых жидких сред происходит в узком зазоре между ротором и статором под воздействием создаваемой кавитации жидких сред.

Однако известный генератор обладает малой мощностью колебаний вследствие их затухания в узком зазоре между ротором и статором, что не позволяет существенно интенсифицировать процесс смешения характерный для резонансного режима. Кроме того, необходимость подвода электроэнергии не позволяет использовать генератор в труднодоступных местах, например, в скважинах.

Известен также вихревой генератор, содержащий корпус с выполненным в нем центральным каналом, вихревыми камерами, симметрично размещенными относительно продольной оси, и каналом для подвода пассивной среды. Смешивание основного потока жидкости и пассивной среды в известном генераторе происходит в вихревых камерах, где возбуждаются ультразвуковые колебания, при этом пассивная среда эжектируется основным потоком жидкости в вихревые камеры.

Однако в известном генераторе колебания давления в жидкости возникают в ограниченном пространстве (непосредственно в вихревых камерах) и вследствие затухания обладают малой мощностью на выходе из вихревого генератора.

Кроме того, с помощью известного генератора невозможно осуществлять изменение возбуждаемой частоты колебаний в широком диапазоне и поэтому резонансный режим работы генератора не достигается. Необходимость подвода пассивной среды в вихревые камеры, а также большие геометрические размеры генераторов делают непригодным работу генератора в скважинах. Сложная конфигурация внутренних полостей ведет к большой себестоимости генератора.

Известен гидродинамический генератор колебаний, содержащий корпус с входными тангенциальными каналами, с вихревой камерой, связанной тангенциальными каналами с полостью подводящего трубопровода, с осевым выходным каналом, соосно расположенным и гидравлически связанным с вихревой камерой. Известный гидродинамический генератор колебаний содержит также воронку для подачи эмульгируемой жидкости в вихревую камеру, при этом продольные оси воронки и вихревой камеры совпадают и расположены перпендикулярно продольной оси подводящего трубопровода. Известный гидродинамический генератор колебаний содержит также рефлектор в виде параболлоида вращения, соединенного с осевым выходным каналом. При протекании жидкости в вихревой камере генератора

образуется разряжение, приводящее к колебаниям давления в жидкости. Рефлектор вызывает дополнительное усиление колебаний.

Однако известный генератор не позволяет создавать колебания заданной частоты и амплитуды для осуществления резонансного режима работы.

В основу изобретения положена задача создания такого гидродинамического генератора колебаний, который позволил бы создавать колебания заданной частоты и амплитуды для осуществления резонансного режима работы, что обеспечивает интенсификацию тепло- массообменных процессов.

Поставленная задача решается тем, что в гидродинамическом генераторе колебаний, содержащем корпус с входными тангенциальными каналами, с вихревой камерой, связанной тангенциальными каналами с полостью подводящего трубопровода, с осевым выходным каналом, соосно расположенным и гидравлически связанным с вихревой камерой, согласно изобретения, выходной канал выполнен в виде диффузора с углом  $\varphi$  раскрытия, определяемым зависимостью

$$\varphi = \frac{2.5 \zeta_1}{z} - 1, \quad (1) \text{ а}$$

$$\left[ \frac{S_1}{S_2} \right]^{-1.05} \left[ \frac{S_1}{S_2} \right]^z$$

отношение площади поперечного сечения к площади боковой поверхности вихревой камеры подчиняется зависимости

$$\frac{S_3}{S_4} = 0.325 \frac{L^4 Q^3}{S_5^3 R^4}$$

$$\left[ \frac{N}{\left( M - \frac{1}{z} \zeta_2 \frac{Q^2}{S_5} \right) \left( M+N - \frac{1}{z} \frac{Q^2}{S_5} \right)} \right]^{1.5},$$

(2) где  $N = \frac{Q^2}{S_5} \cos z \left[ \arcsin \left( 1 - \frac{d}{zR} \right) \right];$

$$M = \frac{P}{\rho} + gH; R = \sqrt{\frac{S_3}{\pi}}; d = \sqrt{\frac{4S_5}{\pi}}$$

$\zeta_1$  - коэффициент гидравлических потерь в диффузоре;

$S_1$  - площадь входного поперечного сечения диффузора,  $m^2$ ;

$S_2$  - площадь выходного поперечного сечения диффузора,  $m^2$ ;

$S_3$  - площадь поперечного сечения вихревой камеры,  $m^2$ ;

$S_4$  - площадь боковой поверхности вихревой камеры,  $m^2$ ;

$S_5$  - площадь входных тангенциальных каналов,  $m^2$ ;

$L$  - длина вихревой камеры,  $m$ ;

$Q$  - расход жидкости через генератор,  $m^3/c$ ;

$R$  - приведенный радиус вихревой камеры,  $m$ ;

$\zeta_2$  - коэффициент гидравлических потерь во входных тангенциальных каналах;  $d$  - приведенный диаметр входных

тангенциальных каналов, м;

$P_0$  - давление нагнетания жидкости в подающем трубопроводе, Па;

$\rho$  - плотность жидкости, прокачиваемой через генератор, кг/м<sup>3</sup>;

$H$  - высота столба жидкости в полости подводящего трубопровода, м.

Возможно торцевую часть вихревой камеры выполнять в виде тела вращения с заострением, обращенным в сторону диффузора, причем площадь основания тела вращения равна площади поперечного сечения вихревой камеры, а высота тела вращения определяется соотношением

$$\sqrt[3]{\frac{S_3}{\Pi}} \geq h \geq \sqrt[3]{\frac{S_3}{\Pi}}, \quad (3) \text{ где } h - \text{высота}$$

тела вращения, м;

$S_3$  - площадь поперечного сечения вихревой камеры, м<sup>2</sup>;

Возможно между вихревой камерой и диффузором выполнить дополнительный диффузор, причем сопряжение диффузоров выполнить в виде части поверхности тела вращения.

Возможно отношение площади поперечного сечения к площади боковой поверхности вихревой камеры выполнять с соотношением

$$\frac{S_3}{S_4} = \frac{1}{\left( \frac{2R}{r} \right)^2 - 1}, \quad (4) \text{ где } S_3 - \text{площадь}$$

поперечного сечения вихревой камеры, м<sup>2</sup>;

$S_4$  - площадь боковой поверхности вихревой камеры, м<sup>2</sup>;

$R$  - приведенный радиус вихревой камеры, м;

$r$  - приведенный радиус входного поперечного сечения диффузора, м, а выходную часть диффузора выполнять в виде тела вращения.

Возможно гидродинамический генератор колебаний снабжать резонансной камерой с изменяемым объемом, размещенным с противоположной диффузору стороны, и гидравлически сообщенной с вихревой камерой.

Поставленная задача решается тем, что в гидродинамическом генераторе колебаний, содержащем корпус с входными тангенциальными каналами, с вихревой камерой, связанной тангенциальными каналами с полостью подводящего трубопровода, с осевым выходным каналом, соосно расположенным и гидравлически связанным с вихревой камерой, согласно изобретения, он содержит второй выходной канал в виде диффузора с углом  $\varphi$  раскрытия и размещенный соосно и с противоположной стороны вихревой камеры.

Возможно между вихревой камерой и одним из диффузоров выполнить дополнительную вихревую камеру, сообщенную с полостью подводящего трубопровода дополнительными тангенциальными каналами, с отношением площади поперечного сечения дополнительной вихревой камеры к площади поперечного сечения вихревой камеры, подчиняющемся следующей зависимости:

$$\frac{S_6}{S_3} = \sqrt[3]{\frac{\omega_1}{\omega_2}} \cdot \frac{L_1}{L_2}, \quad (5) \text{ где } \omega_1 - \text{частота}$$

колебаний давления жидкости в вихревой камере, Гц;

$\omega_2$  - частота колебаний давления жидкости в дополнительной вихревой камере, Гц;

$L_1$  - длина вихревой камеры, м;

$L_2$  - длина дополнительной вихревой камеры, м;

$S_3$  - площадь поперечного сечения вихревой камеры, м<sup>2</sup>;

$S_6$  - площадь поперечного сечения дополнительной вихревой камеры, м<sup>2</sup>.

Поставленная задача решается тем, что в гидродинамическом генераторе колебаний, содержащем корпус с входными тангенциальными каналами, с вихревой камерой, связанной тангенциальными

каналами с полостью подводящего трубопровода, с осевым выходным каналом, соосно расположенным и гидравлически

связанным с вихревой камерой, согласно изобретению, в полости подводящего

трубопровода выполнены два кольцевых выступа, между которыми размещен

подпружиненный кольцевой выступ корпуса, соприкасающийся с ближайшим к

тангенциальным каналам кольцевым выступом, при этом между кольцевыми

выступами в подводящем трубопроводе имеются выходные отверстия.

Изобретение позволяет существенно повысить тепло- массообменные процессы, приводящие к увеличению скорости

фильтрации жидкости в пористой среде, к увеличению степени дисперсности и

гомогенности эмульсий и суспензий.

На фиг. 1 изображен общий вид гидродинамического генератора колебаний, продольный разрез; на фиг. 2 - сечение Б-Б

на фиг. 1; на фиг. 3 - общий вид гидродинамического генератора колебаний, торцевая часть вихревой камеры которого

выполнена в виде тела вращения с заострением, продольный разрез; на фиг. 4 -

общий вид гидродинамического генератора колебаний с дополнительным диффузором, продольный разрез; на фиг. 5 - общий вид

гидродинамического генератора колебаний с двумя выходными каналами, продольный разрез; на фиг. 6 - вид гидродинамического

генератора колебаний с дополнительной вихревой камерой, продольный разрез; на фиг. 7 - общий вид гидродинамического

генератора колебаний с вихревой камерой в виде сферы и выходного диффузора в виде

тела вращения, продольный разрез; на фиг. 8 - общий вид гидродинамического генератора

колебаний с резонансной камерой, продольный разрез; на фиг. 9 - общий вид гидродинамического генератора колебаний с

подпружиненным корпусом, продольный разрез; на фиг. 10 - схема установки

массообменных процессов в многокомпонентных жидких средах.

Изобретение позволяет интенсифицировать тепло- и массообменные процессы в различных промышленных

производствах, например, позволяет повысить скорость проходки буровых скважин, нефтеотдачу пластов, улучшить

качество приготовляемых эмульсий и суспензий, позволяет проводить лечение функциональных расстройств сосудистой системы.

Гидродинамический генератор колебаний содержит корпус 1 (фиг. 1) с входными тангенциальными каналами 2, вихревой камерой 3, связанной тангенциальными каналами 2 с полостью 4 подводющего трубопровода 5, осевым выходным каналом, выполненным в виде диффузора 6 с углом  $\varphi$  раскрытия. Продольная ось 7 вихревой камеры 3 и продольная ось 8 подводющего трубопровода 5 совпадают. Выходной канал соосно расположен и гидравлически связан с вихревой камерой 3. Соединение корпуса 1 с подводющим трубопроводом 5 осуществлен с помощью резьбы 9. Угол  $\varphi$  раскрытия диффузора 6 определяется зависимостью (1).

Отношение площади поперечного сечения  $S_1$  к площади боковой поверхности  $S_2$  вихревой камеры 3 подчиняется зависимости (2).

В конкретном варианте выполнения в корпусе 1 (фиг. 2) имеются два тангенциальных входных канала 2.

Возможен вариант гидродинамического генератора колебаний, в котором торцевая часть вихревой камеры 3 выполнена в виде тела вращения 10 (фиг. 3) с заострением 11, обращенным в сторону диффузора 6. Площадь основания 12 тела вращения 10 равна площади поперечного сечения вихревой камеры 3, а высота  $h$  тела вращения определяется соотношением (3). Между вихревой камерой 3 и диффузором 6 возможно размещение дополнительного диффузора 13 (фиг. 4). Сопряжение диффузоров 6 и 13 выполнено в виде части 14 поверхности тела вращения.

Отношение площади поперечного сечения к площади боковой поверхности вихревой камеры 3 (фиг. 5) определяется зависимостью (4), а выходная часть диффузора 6 выполнена в виде тела вращения 15 (фиг. 5).

Гидродинамический генератор колебаний может быть снабжен резонансной камерой 16 (фиг. 6) с изменяемым объемом посредством поршня 17 со штоком 18. Резонансная камера 16 размещена с противоположной диффузору 6 стороны и гидравлически связана с вихревой камерой 3. Диффузор 6 выполнен в виде тела 19 вращения.

Возможно выполнение в корпусе второго выходного канала 20 (фиг. 7) в виде диффузора с углом  $\varphi$  раскрытия, размещенного соосно с противоположной стороны вихревой камеры 3, а продольная ось 7 вихревой камеры 3 расположена перпендикулярно продольной оси 8 подводющего трубопровода 5. На конце подводющего трубопровода 5 размещена заглушка 21.

Между вихревой камерой 3 (фиг. 8) и диффузором 20 размещена дополнительная вихревая камера 22, сообщенная с полостью подводющего трубопровода 5 дополнительными тангенциальными каналами 23. Отношение площади поперечного сечения дополнительной камеры 22 к площади поперечного сечения вихревой камеры 6 подчиняется зависимости (5).

Возможно в полости подводющего трубопровода 5 выполнить два кольцевых

выступа 24 и 25 (фиг. 9); между которыми размещен подпружиненный с помощью пружины 26 кольцевой выступ 27 корпуса 1, соприкасающийся с ближайшим к тангенциальным каналам кольцевым выступом 24, причем между кольцевыми выступами 24 и 25 в подводящем трубопроводе 5 имеются выходные отверстия 28.

Для интенсификации массообменных процессов в многокомпонентных жидких средах используется установка, схема которой представлена на фиг. 10. Установка содержит рабочую емкость 29 с многокомпонентной средой 30, например, смесью для смазочно-охлаждающей жидкости, в которой размещен гидродинамический генератор колебаний 31, соединенный посредством трубопровода 32 с выходом насоса 33, вход которого соединен с трубопроводом 32 с емкостью 29. Для управления процессом массообмена на трубопроводе 32 установлены вентили 34. Вентиль 35 служит для подачи приготовленного продукта потребителю.

Гидродинамический генератор колебаний работает следующим образом.

Из подводящего трубопровода (по стрелке А) через входные тангенциальные каналы 2 (фиг. 1) в вихревую камеру 3 втекает жидкость. В вихревой камере 3 образуется кавитационная каверна, совершающая автоколебания, от которой отрываются кавитационные пузырьки и сносятся в диффузор 6, где происходит их схлопывание, приводящее к созданию мощных волн давления, заданная частота следования которых определяется формулой

$$\Omega = \left\{ \frac{6\sqrt{\rho} Q^2}{S_5 S_3} + \left[ \rho M - \frac{1}{z} \zeta_2 \frac{Q^2}{S_5} \right] \right\}^{0.5} \quad (6) \text{ где } r_k - \text{ радиус}$$

кавитационной каверны,  $m$ ;  
 $\Omega$  - собственная частота обрабатываемой системы (например, 30, фиг. 10), Гц.

Максимальная амплитуда волн давления (для каждой из заданных частот  $\Omega$ ) будет определяться соотношениями (1) и (2).

Формула (1) дает интервал изменения угла  $\varphi$  диффузора 6 (фиг. 1), причем нижний предел (порядка 12-15 °) определяется необходимостью создания требуемого градиента давления в диффузоре 6, а верхний (30-35°) - повышенными гидрпотерями в диффузоре 6.

Формула (2) определяет пределы изменения размеров кавитационной каверны. Нижний предел определяет условие существования автоколебаний кавитационной каверны, а верхний - учитывает резкое падение амплитуды волн давления в результате выхода кавитационной каверны за пределы диффузора 6, что приводит к падению КПД.

В результате, воздействуя на систему (например, 30, фиг. 10), имеющую собственную частоту  $\Omega$ , мы создаем резонансный режим, при котором существенно увеличивается скорость массообменных процессов, например, повышается дисперсность приготовляемых эмульсий, увеличивается скорость

фильтрации жидкости в пористых средах.

Гидродинамический генератор колебаний, в котором для расширения диапазона изменения частоты автоколебаний кавитационной каверны верхняя торцевая часть вихревой камеры 3 (фиг. 3) выполнена в виде тела вращения 10 с заострением 11, что позволяет при втекании жидкости через тангенциальные каналы 2 увеличить неустойчивость течения жидкости ниже заострения 11, причем высота  $h$  тела вращения должны быть больше

$$\sqrt{\frac{s_3}{\pi}}$$

чтобы вызвать требуемую неустойчивость, но быть меньше  $3 \sqrt{\frac{s_3}{\pi}}$ , чтобы не привести к

$$\sqrt{\frac{s_3}{\pi}}$$

значительным гидропотерям, т.е. к снижению КПД.

Гидродинамический генератор с дополнительным диффузором 13 (фиг. 4) позволяет создать еще одну локальную зону повышенного давления и, следовательно, зону схлопывания кавитационных пузырьков (в области сопряжения 14 диффузоров), что повышает амплитуду давления в жидкости при схлопывании кавитационных пузырьков и, соответственно, КПД гидродинамического генератора колебаний.

Гидродинамический генератор колебаний, в котором вихревая камера 3 (фиг. 5) выполнена в виде тела вращения, которому соответствует следующее соотношение размеров:

$$\frac{s_3}{s_4} = \frac{1}{\left(z \frac{R}{r}\right)^2 - 1}$$

Данная вихревая камера позволяет создавать кавитационную каверну большего удельного объема (по сравнению с размерами корпуса) и тем самым понижать частоту колебаний по сравнению с цилиндрической каверной и осуществлять работу в системах с низкой собственной частотой.

Выполнение выходной части диффузора в виде тела вращения позволяет снизить давление на оси симметрии 7 и тем самым увеличить объем кавитационной каверны в вихревой камере 3.

Гидродинамический генератор колебаний со вторым выходным каналом 20 (фиг. 7) позволяет получать более высокие амплитуды колебаний за счет повышения расхода жидкости в результате перераспределения расхода жидкости, поступающей через входные тангенциальные каналы 2 между двумя выходными каналами 6 и 20.

Гидродинамический генератор колебаний со второй вихревой камерой 22 (фиг. 8) дает возможность образовывать вторую кавитационную каверну при втекании по стрелке А жидкости через тангенциальные каналы 23 во второй выходной канал 20. Взаимодействие двух кавитационных каверн приводит к возникновению биений частоты и, соответственно, возможности получения сверхнизких частот (до десятков герц).

Гидродинамический генератор колебаний с подпружиненным кольцевым выступом 27 (фиг. 9) позволяет получать колебания с

высокой амплитудой на низкой частоте за счет создания условий для гидроудара при сжатии пружины 26.

Через гидродинамический генератор 31 (фиг. 10), размещенный в рабочей емкости 29 с многокомпонентной жидкой средой 30, имеющей собственную частоту, прокачивается многокомпонентная жидкая среда. Подбирая размеры ( $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, \varphi, h, L_1, L_2, L$ ) гидродинамического генератора колебаний при фиксированных давлении и расходе жидкости (или, наоборот, при фиксированных геометрических размерах генератора колебаний, подбирая расход и давление), можно получить частоту (с амплитудой  $P_m$ ) излучения генератора, равную собственной частоте  $\Omega$  системы. Таким образом, создавая колебания с заданной частотой  $\Omega$  и амплитудой  $P_m$ , обеспечивается резонансный режим в системе, что позволяет интенсифицировать массообменные процессы.

Исходные компоненты эмульсии смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) для металлорежущих станков -эмульсол, нитрит натрия, кальцинированную соду и воду подают в рабочую емкость 29 (фиг. 10). Затем определяют собственную частоту  $\Omega$  многокомпонентной жидкой среды 30, например,  $\Omega = 1800$  Гц. Исходя из производительности насоса 33, например,  $Q = 2 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , плотность многокомпонентной жидкости 30, (например  $\rho = 1050 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) и других параметров, а также задавая значение площади каждого из двух входных тангенциальных каналов (например  $S_5 = 16 \times 10^{-6} \text{ м}^2$ ), по соотношению (6) для  $\Omega = 1800$  Гц определяется площадь поперечного сечения вихревой камеры  $S_3 = 98 \times 10^{-6} \text{ м}^2$ , что соответствует диаметру цилиндрической вихревой камеры  $2R = 11,1 \times 10^{-3} \text{ м}$ .

Далее по зависимости (2) определяем отношение поперечного сечения и вихревой камеры, которое в данном случае, составляет  $S_3/S_4 = 0,07$  при длине цилиндрической вихревой камеры  $L = 40 \times 10^{-3} \text{ м}$ .

Принимая площадь входного сечения диффузора равной площади поперечного сечения вихревой камеры  $S_1 = S_3 = 98 \times 10^{-6} \text{ м}^2$ , а также задаваясь площадью выходного сечения диффузора  $S_2 = 850 \times 10^{-6} \text{ м}^2$  и пользуясь экспериментальным коэффициентом  $\zeta_1 = 1,2$  по зависимости (1) определяем угол раскрытия диффузора  $\varphi = 29^\circ$ .

Таким образом, рассчитаем гидродинамический генератор колебаний (фиг. 1) с геометрическими размерами:

два входных тангенциальных канала круглого сечения  $d = 2,4 \times 10^{-3} \text{ м}$ ;  
радиус цилиндрической вихревой камеры  $R = 5,55 \times 10^{-3} \text{ м}$   
длина цилиндрической вихревой камеры  $L = 40 \times 10^{-3} \text{ м}$   
угол раскрытия диффузора  $\varphi = 29^\circ$ .

Этот генератор при расходе жидкости через него  $Q = 2 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  в рабочей емкости (33) позволяет создавать колебания заданной частоты  $\Omega = 1800$  Гц, которая является собственной частотой многокомпанентной жидкой среды (СОЖ).

Таким образом, осуществляется резонансный режим работы гидродинамического генератора, что обеспечивает интенсификацию тепломассообменных процессов, повышение степени дисперсности и стабильности во времени, а также гомогенности СОЖ. Сокращается, также время приготовления.

Изобретение может быть использовано для интенсификации тепло- массообменных процессов в многофазных системах газ-жидкость-твердое тело в машиностроительной, нефтегазовой, геологической, химической, пищевой промышленности, в медицине и фармакологии, при приготовлении эмульсий и суспензий высокой дисперсности, бурении скважин, обработки призабойной зоны скважин, гомогенизации жидких пищевых продуктов, ультрафильтрации технологических жидкостей, а также при лечении функциональных расстройств сосудистой системы, гидроволновой терапии парадонтоза, экстрагировании веществ из лечебных трав.

### Формула изобретения:

1. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР КОЛЕБАНИЙ, содержащий корпус с входными тангенциальными каналами, вихревой камерой, связанной тангенциальными каналами с полостью подводящего трубопровода с осевым выходным каналом, соосно расположенным и гидравлически связанным с вихревой камерой, отличающийся тем, что выходной канал выполнен в виде диффузора с углом раскрытия  $\varphi$ , определяемым зависимостью

$$\varphi = \frac{z \cdot \zeta_1}{z} - 1,$$

$$\left( \frac{S_1}{S_2} \right) - 1.05 \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^z$$

а отношение площади поперечного сечения к площади боковой поверхности вихревой камеры подчиняется зависимости

$$\frac{S_3}{S_4} = 0.325 \frac{L Q^3}{S_5 R^4} \times \left[ \frac{N}{\left( M - \frac{1}{z} \zeta_2 \frac{Q^2}{S_5} \right) \left( M+N - \frac{1}{z} \frac{Q^2}{S_5} \right)} \right]$$

1.5;

$$N = \frac{Q^2}{S_5} \cos z \left[ \arcsin \left( 1 - \frac{d}{2R} \right) \right],$$

$$\text{где } M = \frac{P_0}{\rho} + gH; R = \sqrt{S_3 / \Pi}; d = \sqrt{4S_5 / \Pi};$$

$\zeta_1$  - коэффициент гидравлических потерь в диффузоре;

$\zeta_2$  - коэффициент гидравлических потерь во входных тангенциальных каналах;

$S_1$  - площадь входного поперечного сечения диффузора, м<sup>2</sup>;

$S_2$  - площадь выходного поперечного сечения диффузора, м<sup>2</sup>;

$S_3$  - площадь поперечного сечения вихревой камеры, м<sup>2</sup>;

5  $S_4$  - площадь боковой поверхности вихревой камеры, м<sup>2</sup>;

$S_5$  - площадь входных тангенциальных каналов, м<sup>2</sup>;

L - длина вихревой камеры, м;

10 Q - расход жидкости через генератор, м<sup>3</sup>/с;  
R - приведенный радиус вихревой камеры, м;

d - приведенный диаметр входных тангенциальных каналов, м;

15  $P_0$  - давление нагнетания жидкости в подающем трубопроводе, Па;

$\rho$  - плотность жидкости, прокачиваемой через генератор, кг/м<sup>3</sup>;

20 H - высота столба жидкости в полости подводящего трубопровода над генератором, м.

2. Генератор колебаний по п.1, отличающийся тем, что торцевая часть вихревой камеры выполнена в виде тела вращения с заострением, обращенным в сторону диффузора, причем площадь основания тела вращения равна площади поперечного сечения вихревой камеры, а высота h тела вращения определена соотношением

$$\sqrt[3]{S_3 / \Pi} \geq h \geq \sqrt{S_3 / \Pi}.$$

30 3. Генератор колебаний по п.1 и 2, отличающийся тем, что между вихревой камерой и диффузором выполнен дополнительный диффузор, причем сопряжение диффузоров выполнено в виде части поверхности тела вращения.

35 4. Генератор колебаний по п.1, отличающийся тем, что отношение площади поперечного сечения к площади боковой поверхности вихревой камеры определяется выражением

$$\frac{S_3}{S_4} = \frac{1}{\left( z \frac{R}{r} \right)^2 - 1},$$

40 где r - приведенный радиус входного поперечного сечения диффузора, м,

а выходная часть диффузора выполнена в виде тела вращения.

45 5. Генератор колебаний по п.1, отличающийся тем, что он снабжен резонансной камерой с изменяемым объемом, размещенной с противоположной диффузору стороны и гидравлически сообщенной с вихревой камерой.

50 6. Гидродинамический генератор колебаний, содержащий корпус с входными тангенциальными каналами, с основной вихревой камерой, связанной тангенциальными каналами с полостью подводящего трубопровода, с осевым выходным каналом, соосно расположенным и гидравлически связанным с основной вихревой камерой, отличающийся тем, что он содержит второй выходной канал в виде диффузора с углом  $\varphi$  раскрытия, размещенный соосно с вихревой камерой со стороны, противоположной первому выходному каналу.

55 7. Генератор колебаний по п.6, отличающийся тем, что между основной

вихревой камерой и одним из диффузоров выполнена дополнительная вихревая камера, сообщенная с полостью подводящего трубопровода дополнительными тангенциальными каналами, с отношением площади  $S_6$  поперечного сечения дополнительной вихревой камеры к площади  $S_3$  поперечного сечения основной вихревой камеры, подчиняющимся следующей зависимости:

$$\frac{S_6}{S_3} = 3 \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}} \cdot \frac{L_1}{L_2}$$

где  $\omega_1, \omega_2$  - частота колебаний давления жидкости в основной и дополнительной вихревых камерах соответственно, Гц;

$L_1, L_2$  - длина основной и дополнительной вихревых камер соответственно, м.

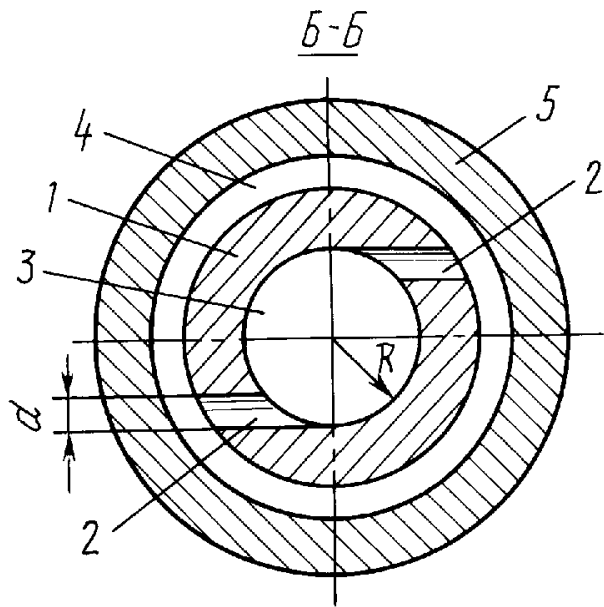
8. Генератор колебаний, содержащий корпус с входными тангенциальными каналами, с вихревой камерой, связанной тангенциальными каналами с полостью подводящего трубопровода, с осевым выходным каналом, соосно расположенным и гидравлически связанным с вихревой камерой, отличающийся тем, что в полости подводящего трубопровода выполнены два кольцевых выступа, между которыми размещен подпружиненный кольцевой выступ корпуса, соприкасающийся с ближайшим к тангенциальным каналам кольцевым выступом, при этом между кольцевыми выступами и в подводящем трубопроводе имеются выходные отверстия.

RU 2015749 C1

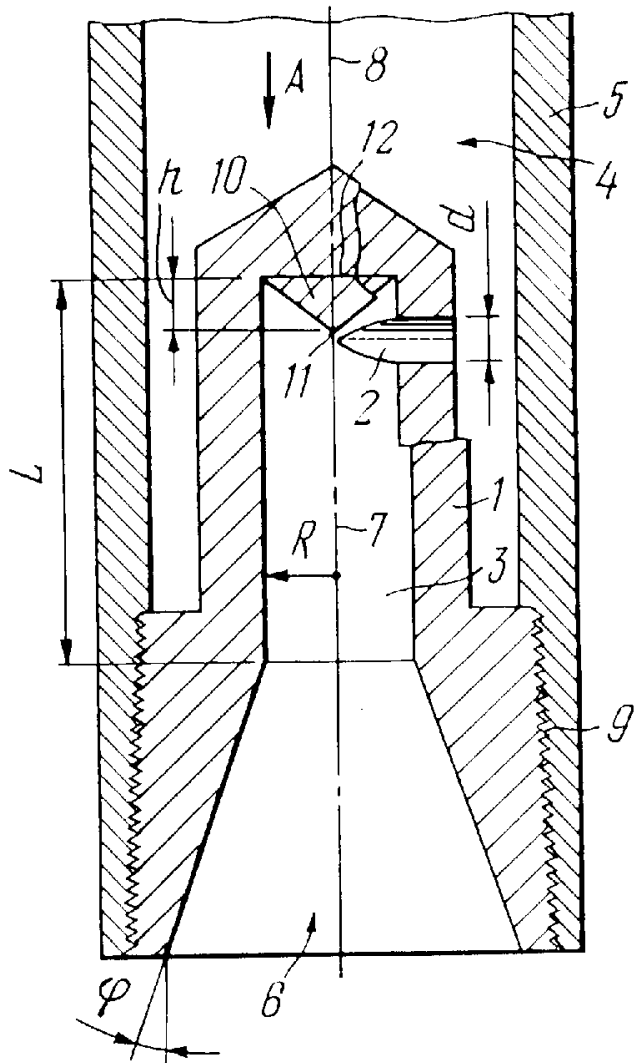
RU 2015749 C1

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60

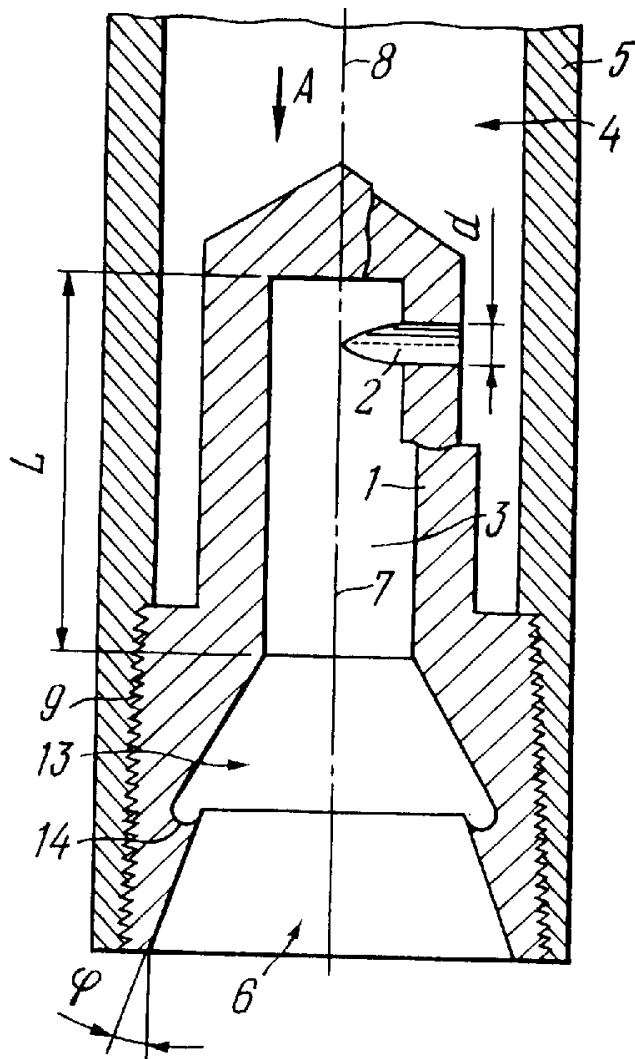




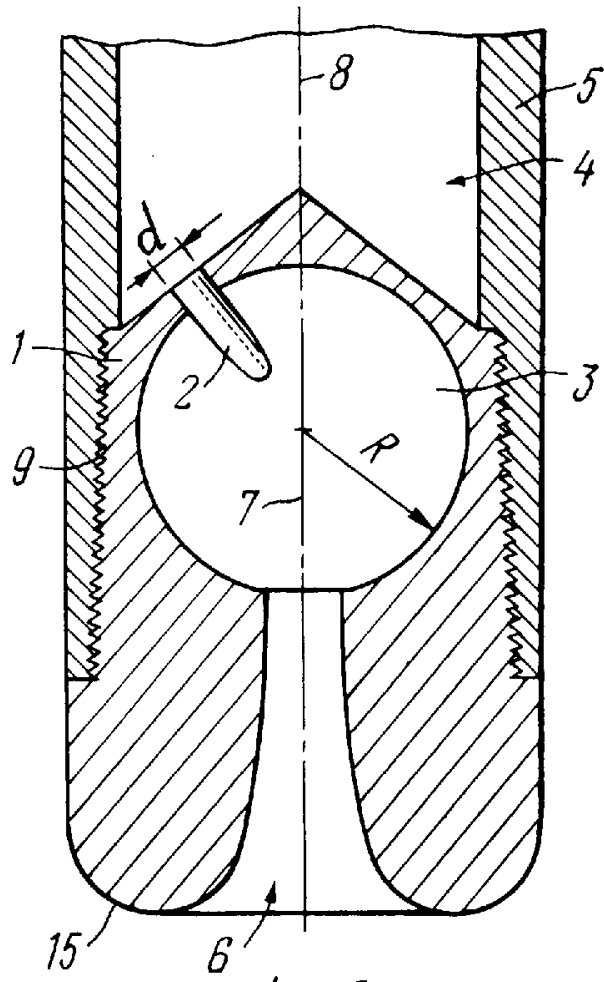
Фиг. 2



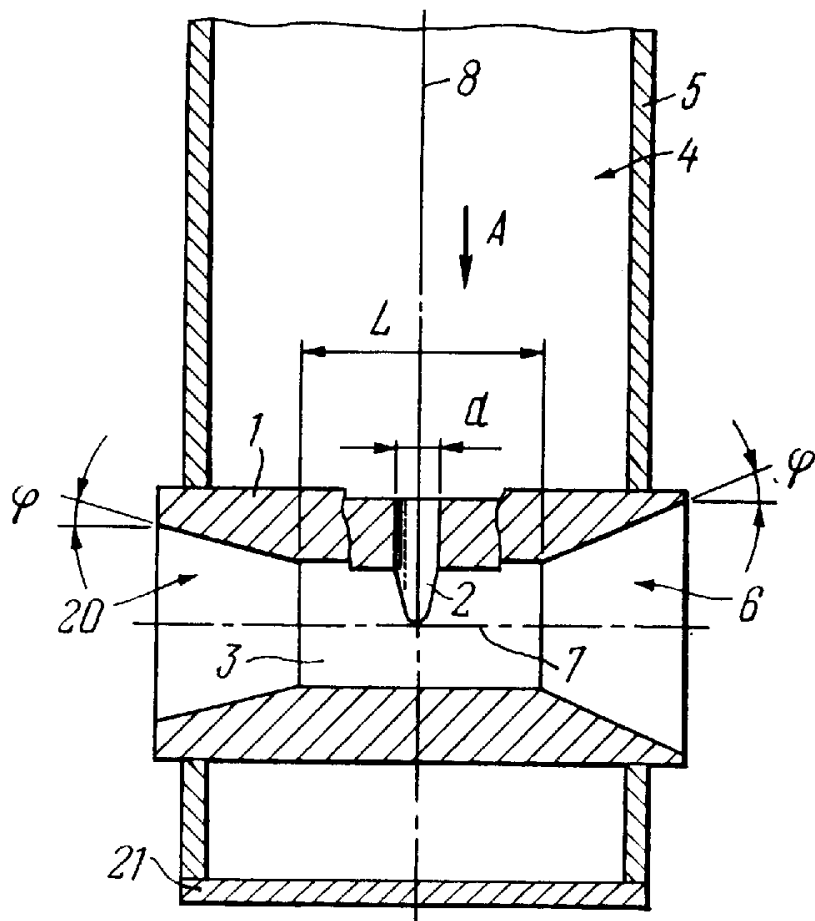
Фиг. 3



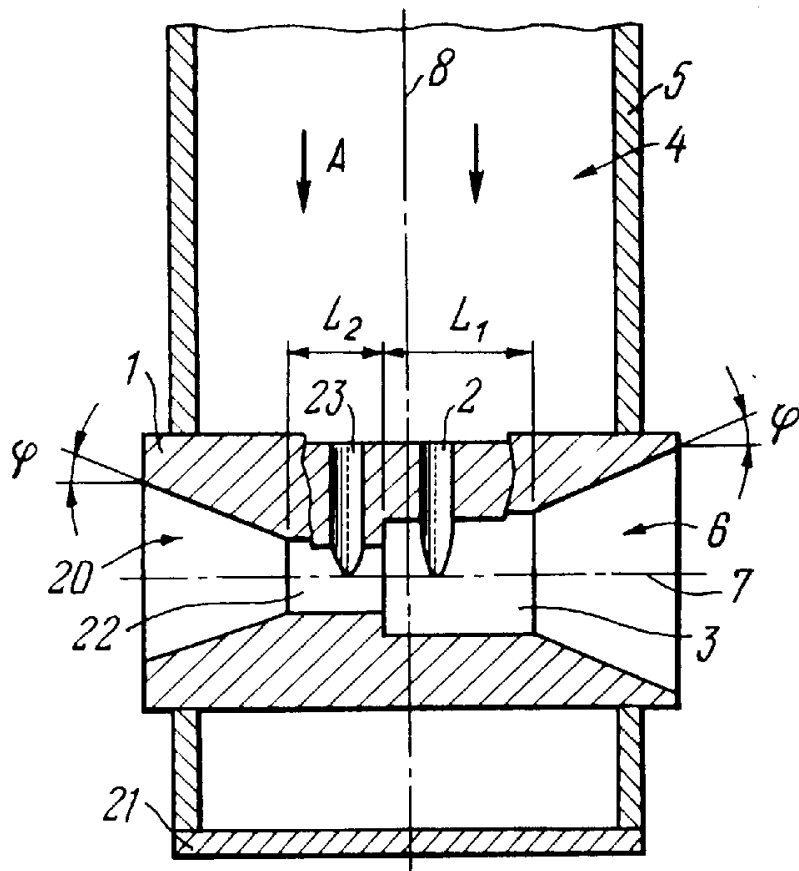
Фиг. 4



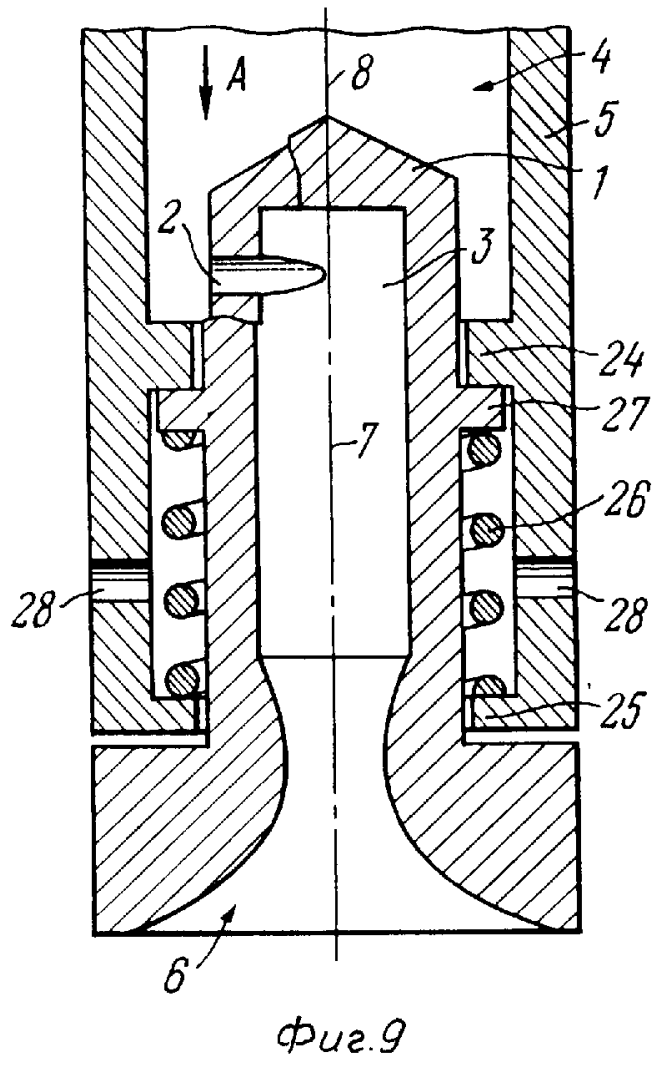




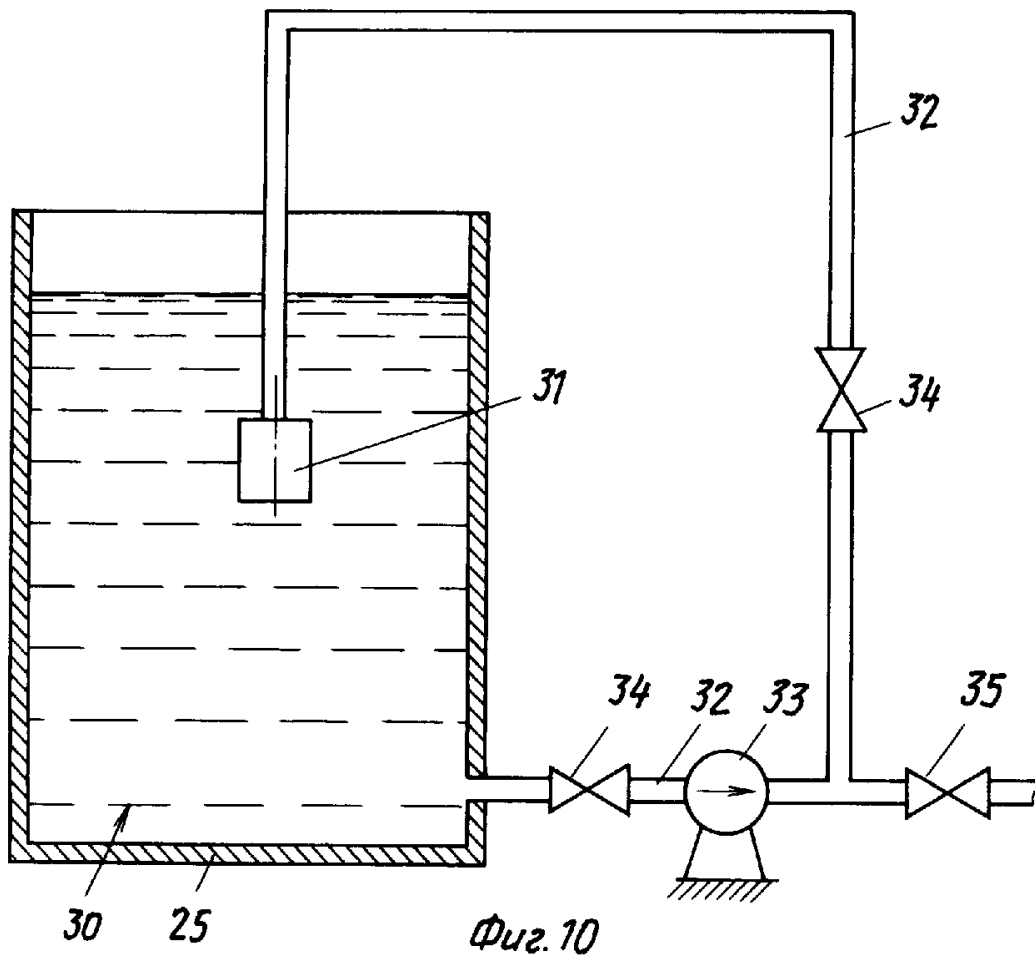
Фиг. 7



Фиг. 8



RU 2015749 C1



RU 2015749 C1