

Изобретение относится к области горного дела и может быть использовано при проходе горных выработок и разработке месторождений полезных ископаемых.

Уровень техники характеризуется сведениями об аналоге и прототипе

Известен гидромонитор, включающий ствол с водоподводящим трубопроводом, насадку и механизм управления [1]

Недостаток известного устройства состоит в том что оно не обеспечивает достаточной дальности струи, так как ее качество резко ухудшается по мере удаления от насадки из-за сопротивления, оказываемого воздухом.

Известен гидромонитор, включающий ствол с излучателем ультразвука на торце и насадкой, водоподводящий трубопровод и рабочую жидкость, при этом ствол снабжен сфокусированным вдоль его оси зеркальным рефлектором или линзой [2].

Однако фокусирующие концентраторы ультразвука не лишены целого ряда недостатков Во-первых, такие концентраторы эффективны преимущественно в средне- и высокочастотном ультразвуковом диапазоне. Однако излучатели таких волн относительно маломощны, следовательно, практически не пригодны для разрушения горных пород. С другой стороны, наиболее мощными в настоящее время являются генераторы - излучатели ультразвука низких частот. Однако низкочастотные ультразвуковые волны в значительной мере поглощаются материалом рефлектора и плохо фокусируются (чем длиннее волна тем больше наблюдаемые отклонения от законов геометрической акустики).

Поэтому авторы данного технического решения пришли к выводу, что фокусирующие ультразвук устройства в конструкции гидромонитора можно использовать лишь частично, скорее всего, как сугубо вспомогательные элементы.

Основное и наиболее перспективное техническое решение состоит в том, чтобы не снабжать ствол гидромонитора какими-то фокусирующими ультразвук дополнительными устройствами, а сам ствол выполнить в виде стержневого концентратора ультразвука, который обеспечил бы увеличение амплитуды колебательного смещения частиц в низкочастотном ультразвуковом диапазоне. Это можно осуществить, если ствол гидромонитора выполнить в виде стержня переменного сечения или переменной плотности, присоединяемого к излучателю ультразвука более широким концом или частью с большей плотностью материала.

Ствол гидромонитора как концентратор ультразвука состоит из цилиндра большого диаметра, отрезка стержня конической или экспоненциальной формы и цилиндра малого диаметра, снабженных цилиндрической полостью, соединенной с водоподводящим трубопроводом.

Принципиальные схемы конструкции заявленного устройства показаны на фиг. 1 и 2. На фиг. 1 представлен ствол гидромонитора в виде составного концентратора ультразвука. На фиг. 2 представлена более сложная конструкция ствола гидромонитора, представляющая собой комбинированный вариант, так как включает элементы и с переменным сечением, и с переменной плотностью (металл, вода), а также фокусирующую рефлекторную поверхность.

На фиг. 1 позициями обозначены: 1 -цилиндр большого диаметра; 2 - отрезок стержня конической формы; 3 - цилиндр малого диаметра (насадка); 4 - водоподводящий трубопровод; 5 - камера; 6 - излучатель ультразвука с торцевым щитком 7; 8 - камера охлаждения излучателя. Стрелками показано направление движения воды.

На фиг. 2 позициями обозначены: 1 -отрезок стержня конической формы; 2 - цилиндр большого диаметра; 3 - второй отрезок стержня конической формы (малого диаметра); 4 - насадка; 5 -- водоподводящий трубопровод; 6 камера с рефлектирующей торцевой частью 7 8 - излучатель ультразвука с торцевым щитком 9 10 - камера охлаждения излучателя. Стрелками показано направление движения воды.

Охарактеризованные выше конструкции гидромониторов работают следующим образом.

Излучающая поверхность электроакустических преобразователей, генерирующих ультразвук (фиг. 1, позиция 6; фиг. 2, позиция 8), значительно превышает поперечное сечение насадки гидромонитора (фиг. 1, позиция 3; фиг. 2. позиция 4) и струи жидкости. Выполнение стволов гидромонитора в виде концентраторов ультразвука повышается эффективность использования ультразвукового излучения, так как обеспечивает его концентрацию на относительно небольшой площади поперечного сечения насадки и струи. При этом увеличивается амплитуда колебательного смещения частиц ствола (стержня и жидкости) вследствие уменьшения его поперечного сечения или плотности в соответствии с законом сохранения количества движения. Увеличение амплитуды тем больше, чем больше различие диаметров или плотностей противоположных сторон стержня. Особенно эффективны такие концентраторы в диапазоне частот 18-100 кГц.

Предложенные устройства можно рассматривать как акустические волноводы, в которых распространяется одна нулевая мода колебаний с постоянной амплитудой по сечению.

Расчет предложенных стволов-концентраторов осуществляется исходя из следующих нижеприведенных зависимостей.

Максимальный линейный размер широкого конца концентратора должен соответствовать условию:

$$D < \lambda / 2, \quad (1)$$

где λ -длина волны в материале концентратора.

Так как концентраторы работают на резонансной частоте, то длина концентратора также должна быть резонансной, т. е. кратная числу полуволн:

$$l = n \lambda / 2 \quad (2)$$

где $n=1, 2, 3, \dots$

При этом λ зависит от формы концентратора вследствие дисперсии скорости распространения

ультразвуковых волн в волноводах с переменным сечением.

Коэффициент усиления K стержневого концентратора может быть определен по формуле:

$$K = \xi_1 / \xi_2 \quad (3)$$

где ξ_1 и ξ_2 - амплитуды смещения соответственно на его узком и широком концах

Для ступенчатого концентратора действительна зависимость:

$$K = N^2 \quad (4)$$

При этом N определяют по формуле:

$$N = R_1 / R_0 \quad (5)$$

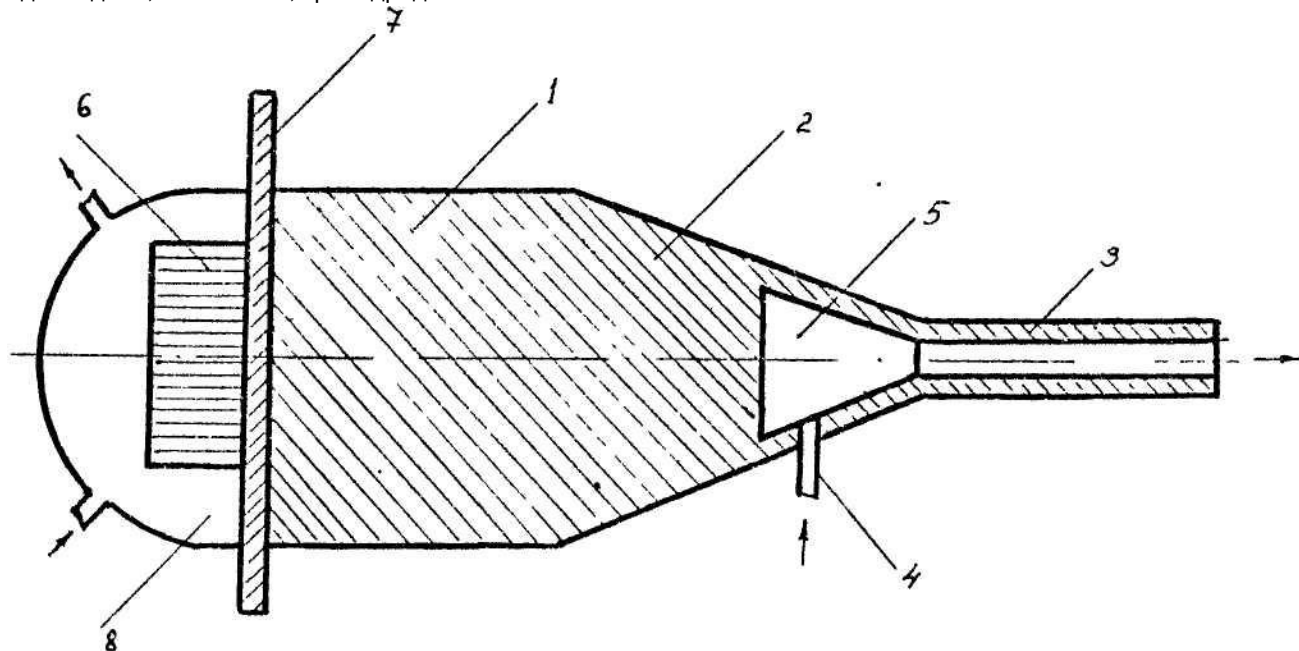
где R_1 и R_0 - радиусы узкого (выходного) и широкого (входного) торцов соответственно

Лучшим материалом для ствола-концентратора являются титан и его сплавы. При использовании этих материалов на частоте 20 кГц получено $V \sim 10$ см/с при $\xi = 1$ мм (здесь V - колебательная скорость).

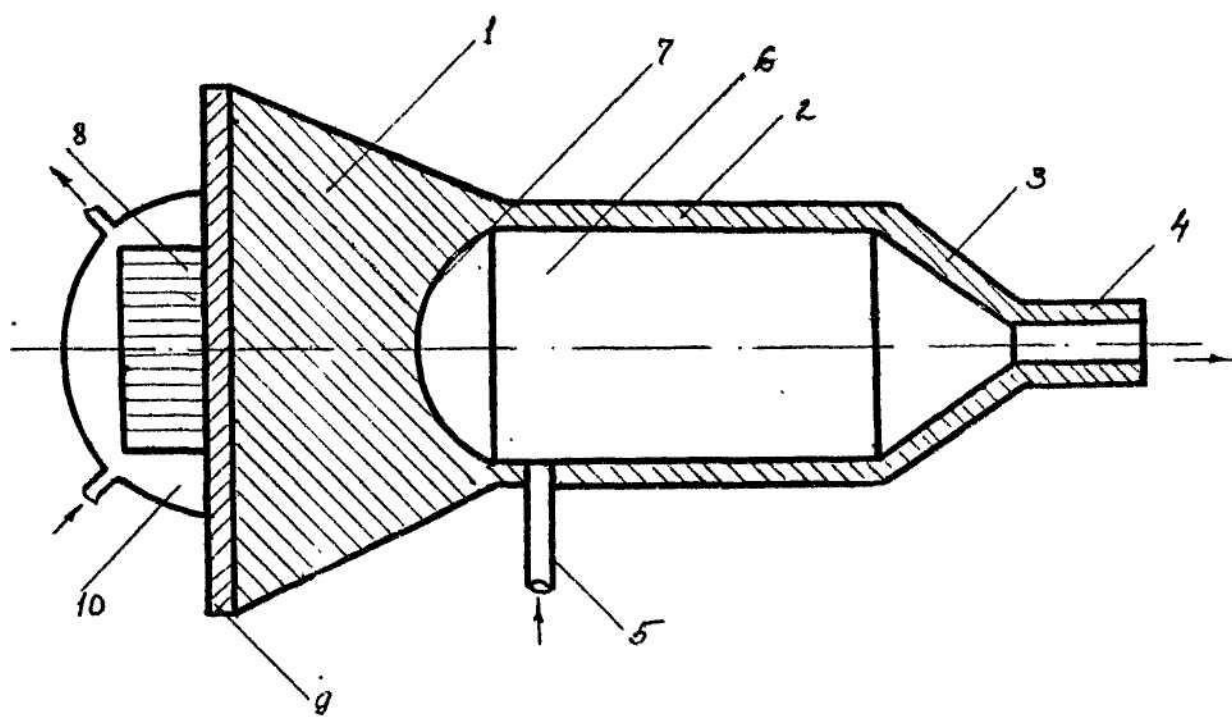
Предлагаемый гидромонитор характеризуется новизной, так как не является частью уровня техники и на дату подачи заявки не описан в научно-технической и патентной литературе, а также не известен из других первоисточников.

Как уже отмечалось выше, в известных конструкциях гидромониторов используются фокусирующие концентраторы ультразвука, которым присущ целый ряд недостатков. В заявленном техническом решении сам ствол гидромонитора выполнен таким образом, что он одновременно является и концентратором ультразвука. Это позволяет, с одной стороны, отказаться от фокусирующих элементов, и, с другой стороны, резко повышает эффективность использования энергии ультразвука. Следовательно, данное устройство для специалиста явно не вытекает из уровня техники, т.е. оно соответствует критерию изобретательского уровня.

Наконец, предложенное устройство промышленно пригодно, так как может быть использовано в области одного дела, в частности, при гидродобыче полезных ископаемых.



Фиг. 1



Фиг. 2