

Взаимосвязанная группа изобретений относится к технологии очистки трубопроводов от внутренних отложений и к конструкции применяемой при этом оснастки и может быть использована при очистке систем водоснабжения и водоотведения от твердых отложений во многих отраслях промышленности и коммунальном хозяйстве.

Установлено, что наиболее эффективно разрушение твердых отложений при воздействии на один и тот же участок отложений двумя ударными волнами, генерируемые в жидкости, находящейся в трубопроводе, воздействие первой из которых приводит к образованию трещины, а воздействие второй на этот же участок приводит к разрушению отложений в зоне трещины. Этот механизм эффективен если при втором воздействии трещина не успела уменьшиться в размерах или сомкнуться под действием сил упругости материала отложений и заполнена жидкостью, находящейся в трубопроводе. Поэтому установление оптимального сдвига во времени между действиями первой и второй волн является основной задачей для эффективного применения на практике указанного механизма разрушения отложений.

Известен выбранный в качестве прототипа способ очистки внутренней поверхности трубопровода (см. патент Украины № 2148, кл. В08 В 9/04, 1993г.), по которому, как и в заявленном способе, в жидкости, заполняющей трубопровод, подачей импульсов сжатого воздуха генерируют ударные волны, которыми воздействуют на каждый участок разрушаемых отложений. При этом воздействуют циклично двумя ударными волнами со сдвигом во времени. В отличие от заявленного способа, вторую волну направляют под углом к первой со сдвигом во времени, равным времени достижения фронтом первой ударной волны разрушаемого участка отложений.

Этот способ эффективен в применении в случае, если отложения имеют незначительную и сравнительно равномерную по длине очищаемого участка трубопровода толщину отложений при небольшом расстоянии до них от источника генерации ударных волн.

При переменном расстоянии от источника генерации ударных волн до отложения, что чаще всего имеет место на практике, способ оказывается не эффективным из-за того, что при указанном сдвиге во времени действия между первой и второй волнами при увеличении расстояния до отложений он может оказаться больше времени смыкания трещины, определяемое упругими свойствами материала отложений и которое можно считать постоянной величиной для данного вида отложений, тогда как время достижения фронтом первой ударной волны отложений возрастает с увеличением расстояния от источника генерации волн до отложений. При этом фронт второй ударной волны будет воздействовать на отложения при уже закрытой трещине, поэтому большая часть энергии будет расходоваться на повторные раскрытие трещины и заполнение ее водой, не оказывая значительного разрушающего воздействия, что снижает скорость очистки.

Известно также выбранное в качестве прототипа устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода (пневмопатрон) (см. патент Украины № 2147, кл. В 08 В 9/04, 1993г.), содержащий, как и заявленное устройство, корпус с поперечной перегородкой, с одной стороны которой расположены два ресивера, каждый из которых имеет по выпускному отверстию и зарядному каналу, а с другой стороны расположен цилиндр с наклонными соплами и установленным в нем дифференциальным поршнем с пневмокамерой и воздухоподводящей трубкой. Дифпоршень имеет клапанную поверхность, выполненную на меньшей ступени. Устройство имеет два запорных дифференциальных клапана для взаимодействия с кромками выпускных отверстий ресиверов.

При этом в отличие от заявленного устройства ресиверы образованы кольцевой перегородкой, когда один охватывает второй. пропускные способности зарядных каналов обоих ресиверов равны между собой, запорные клапаны жестко связаны с дифференциальным поршнем, цилиндр снабжен двумя рядами выхлопных наклонных сопел, расположенных под наклоном друг к другу, пневмокамера выполнена в поршне.

При такой конструкции, из-за равенства пропускных способностей зарядных каналов ресиверов, зарядка их происходит и заканчивается одновременно, а жесткая связь запорных клапанов с поршнем обуславливает одновременное открытие ресиверов и соответственно, одновременные выхлопы из обоих рядов сопел. При этом ударные волны генерируются и распространяются в жидкости одновременно и по различным траекториям, что отрицательно сказывается на скорости очистки, поскольку не обеспечивается реализация указанного выше эффективного механизма разрушения отложений, предусматривающего цикличное воздействие на каждый разрушаемый участок отложений двух волн со сдвигом во времени их действия.

В основу первого из группы изобретений поставлена задача в способе очистки трубопровода путем изменения сдвига времени воздействия второй волны и направления ее распространения относительно первой волны, обеспечить повышение силы воздействия двух волн на отложения и, тем самым, повысить скорость очистки трубопровода.

В основу второго из группы изобретений поставлена задача в устройстве для очистки внутренней поверхности трубопровода путем изменения конструкции ресиверов и запорных клапанов обеспечить раздельный выхлоп сжатого воздуха из ресиверов через заданный промежуток времени и, тем самым, повысить силу воздействия генерируемых в жидкости ударных волн на отложения, что приведет к повышению скорости очистки.

Первая поставленная задача решается тем, что в способе очистки внутренней поверхности трубопровода, по которому в жидкости, находящейся в трубопроводе, подачей импульсов сжатого воздуха генерируют ударные волны, которыми воздействуют на каждый разрушаемый участок отложений циклично двумя независимыми ударными волнами со сдвигом времени их воздействия, согласно изобретению, вторую волну направляют по следу распространения первой и воздействуют ею на отложения после Первой волны со сдвигом во времени Δt , заданным соотношением:

$$\Delta t(c) = 0.002 + \alpha \cdot D,$$

где $\alpha = 0.002-0.006$ - экспериментальный коэффициент, учитывающий среднюю толщину отложений;

D - внутренний диаметр очищаемого трубопровода(м).

Направление второй волны по следу первой обеспечивает концентрацию усилий воздействия обеих волн на одном участке отложений вне зависимости от расстояния до этого участка от источника генерации волн. При

этом сдвиг воздействия второй волны по отношению к первой по указанной зависимости, параметры которой определены экспериментально, обеспечивает воздействие второй волны на отложения до закрытия трещины, образованной после действия первой волны и заполненной жидкостью, находящейся внутри трубопровода, что повышает усилие воздействия и, тем самым, скорость очистки.

Вторая поставленная задача решается тем, что в устройстве для очистки внутренней поверхности трубопровода, содержащем корпус с поперечной перегородкой, с одной стороны которой расположены два ресивера, каждый из которых имеет по выпускному отверстию и зарядному каналу, а с другой стороны расположен цилиндр с наклонными соплами и установленным в нем дифференциальным поршнем, снабженным пневмокамерой с воздухоподводящей трубкой и клапанной поверхностью, выполненной на меньшей ступени, и два запорных дифференциальных клапана для взаимодействия с кромками выпускных отверстий ресиверов, согласно изобретению, ресиверы образованы установленной в корпусе продольной осевой перегородкой, причем пропускная способность зарядного канала одного из ресиверов больше пропускной способности зарядного канала другого ресивера, в поперечной перегородке выполнена шлюзовая камера с возможностью взаимодействия с кромкой ее стенки клапанной поверхности дифференциального поршня, при этом запорные клапаны снабжены хвостовиками и установлены в выполненных в поперечной перегородке клапанных камерах, полости каждой из камер со стороны большей ступени клапана сообщены с выпускным отверстием одного из ресиверов и со шлюзовой камерой, а со стороны хвостовика - с полостью другого ресивера, причем клапаны подпружинены в направлении ресиверов, а их размеры заданы соотношением:

$$d > d_2 > d_1,$$

где d - диаметр большей ступени клапана;

d_1 - диаметр хвостовика;

d_2 - диаметр выпускного отверстия ресивера.

Такое выполнение ресиверов и разница в пропускных способностях из зарядных каналов приводит к различному времени их зарядки, что с учетом независимого выполнения зарядных клапанов, не связанных друг с другом и с дифпоршнем приводит к независимому выхлопу из каждого из ресиверов сжатого воздуха через сопла цилиндра со сдвигом во времени, величина которого определяется по известным зависимостям и задается размерами каналов и элементами устройства, что позволяет установить период выхлопа воздуха из ресивера меньше времени закрытия трещины в отложениях, что позволяет повысить силу воздействия и, тем самым, увеличить скорость очистки.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где изображены:

- на фиг.1 - заявленное устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода, продольный разрез;

- на фиг.2 - то же, что на фиг.1, разрез по А-А;

- на фиг.3 - то же, что на фиг.1, разрез по Б-Б.

Заявленное устройство реализуют следующим способом,

В жидкости, находящейся в трубопроводе, очищаемом от отложений, подачей импульсов сжатого воздуха генерируют ударные волны. Подачу этих импульсов осуществляют любым из устройств, обеспечивающим формирование этих импульсов через регулируемые интервалы времени.

Наиболее целесообразно применять для этого описанное ниже устройство. На каждый участок отложений воздействуют двумя генерируемыми импульсами воздуха ударными волнами со сдвигом во времени, величину которого Δt , задают соотношением:

$$\Delta t(\text{с}) = 0,002 + \alpha \cdot D,$$

где $\alpha = 0,002-0,006$ - экспериментальный коэффициент, учитывающий среднюю толщину отложений. Меньшее значение коэффициента α выбирают при зарастании проходного сечения трубопровода отложениями на 70%. При меньшем зарастании коэффициент α увеличивают;

D - внутренний диаметр очищаемого трубопровода (м) (в метрах).

Вторую волну направляют по следу распространения фронта первой ударной волны. После воздействия двумя волнами на один участок отложений смещают устройство, генерирующее волны, на следующий участок и осуществляют воздействие на него, как описано.

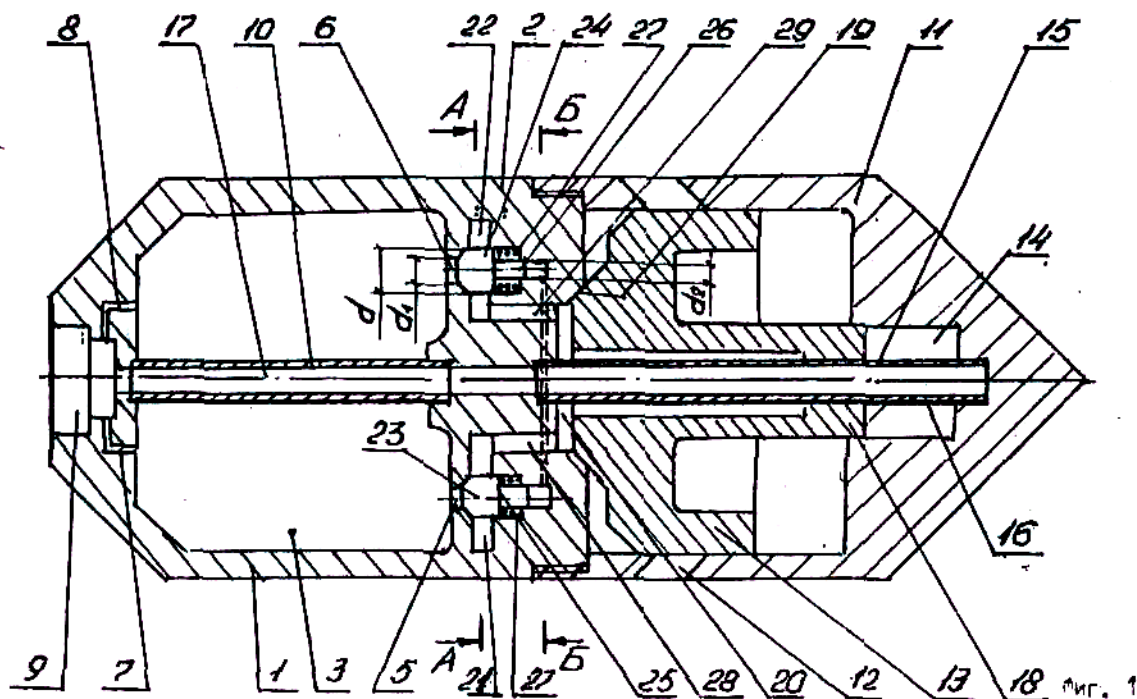
Как показано на фиг.1 устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода содержит корпус 1 с поперечной перегородкой 2. с одной стороны которой расположены ресиверы 3 и 4. каждый из которых имеет по выпускному отверстию 5 и 6 и зарядному каналу 7 и 8, проходное сечение одного из них, например, канала 8, больше проходного сечения канала другого, в данном случае канала 7. При одинаковой длине каналов их пропускная способность определяется их диаметрами. Каналы 7 и 8 сообщены с гнездом 9, для присоединения шланга от источника сжатого воздуха. Ресиверы 3 и 4 образованы установленной в корпусе продольной перегородкой 10. С другой стороны перегородки 2 расположен цилиндр 11 с наклонными соплами 12. В цилиндре 11 установлен дифференциальный поршень 13, снабженный пневмокамерой 14 с воздухоподводящей трубкой 15, сообщенной с камерой 13 радиальными отверстиями 16. Трубка 15 сообщена с гнездом 9 через осевой канал 17, выполненный в осевой перегородке 10. Пневмокамера образована расточкой в корпусе 1 и размещенным в ней хвостовиком 18, выполненном на торце большей ступени поршня 13. На торце меньшей ступени поршня 13 выполнена клапанная поверхность 19 для взаимодействия с кромкой стенки шлюзовой камеры 20, выполненной в перегородке 2. В перегородке 2 выполнены клапанные камеры 21 и 22, в которых установлены запорные дифференциальные клапаны 23 и 24 для взаимодействия с кромками отверстий 5 и 6. Клапаны 23 и 24 снабжены хвостовиками 25 и 26 и подпружинены в направлении ресиверов 3 и 4 пружинами 27. Полости камер 21 и 22 со стороны больших ступеней клапанов 23 и 24 сообщены с выпускными отверстиями 5 и 6 ресиверов и каналами 28 и 29 со шлюзовой камерой 20, а со стороны хвостовиков 25 и 26 каналами 30 и 31 с полостями противоположных ресиверов 4 и 3. Размеры каждого из клапанов заданы соотношением:

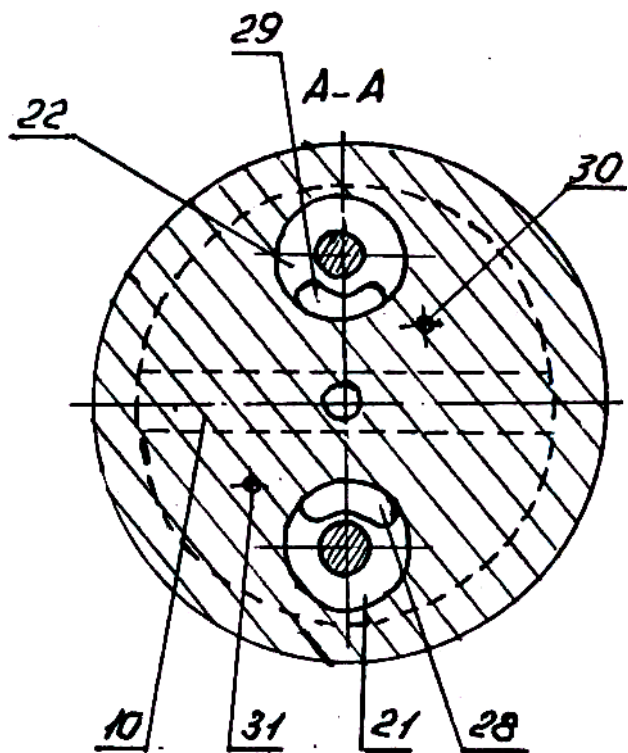
$$d > d_2 > d_1,$$

где d - диаметр большей ступени клапана;
 d_1 - диаметр хвостовика;
 d_2 - диаметр выпускного отверстия ресивера.
 Устройство работает следующим образом.

Подсоединяют к гнезду 9 рукав высокого давления от источника сжатого воздуха и помещают устройство в очищаемый трубопровод, заполненный жидкостью. После включения источника воздух по каналу 17 в осевой перегородке 10, воздухоподводящей трубке 15 и через радиальные отверстия 16 попадает в пневмокамеру 14, где создает давление, действующее на хвостовик 18 дифпоршня 13 и прижимающее его клапанной поверхностью 19 к кромке стенки шлюзовой камеры 20. Поршень при этом перекрывает сопла 12. Одновременно сжатый воздух по каналам 7 и 8 поступает на зарядку ресиверов 3 и 4. При этом клапаны 23 и 24 прижимаются к кромкам отверстий 5 и 6 под действием соответственно пружин 27, а так же давления, создаваемого воздухом поступающим в клапанные камеры 21 и 22 из ресиверов 6 и 5 по дополнительным каналам 30 и 31. Поскольку пропускная способность канала 8 выше, чем у канала 7, зарядка ресивера 4 идет быстрее, чем зарядка ресивера 3. Кроме того, по этой же причине клапан 23 прижимается к кромкам отверстия 5 с большим усилием, чем клапан 24 к кромкам отверстия. После полной зарядки ресивера 4 (давление в ресивере приблизится к давлению источника сжатого воздуха), благодаря подобранным размерам дифференциального клапана и механической характеристике поджимающей пружины, клапан 24 отжимается от кромки отверстия 6, давление из ресивера 4 начинает действовать на большую ступень клапана 24, мгновенно открывая ресивер 4. Сжатый воздух из него поступает в клапанную камеру 22, а оттуда, по каналу 29, в шлюзовую камеру 20. В шлюзовой камере создается давление достаточное, благодаря дифференциальности поршня 13, для мгновенного открытия шлюзовой камеры и выхлопных отверстий 12. При этом происходит разрядка ресивера 4, первый выхлоп сжатого воздуха и генерация первой ударной волны. При этом происходит падение давления в ресивере 4, клапанной камере 22 и шлюзовой камере 20. Дифпоршень 13 под действием давления в пневмокамере 14 прижимается своей клапанной поверхностью 19 к кромке стенки шлюзовой камеры 20, закрывая ее, а так же перекрывая выхлопные сопла 12. При этом под действием пружины 27 и давления воздуха из ресивера 3, поступающего по каналу 31 в полость хвостовика камеры 22, клапан 24, прижимаясь к кромкам отверстия 6, закрывает ресивер 4 для зарядки. За это время осуществляется полная зарядка ресивера 3, а также уменьшилась сила прижима клапана 23 к кромкам отверстия 5 за счет падения давления воздуха, подводимого под хвостовую часть клапана по дополнительному каналу 30 из ресивера 4. Полученный перепад давлений отжимает клапан 23 от кромки отверстия 5, давление из ресивера 3 начинает действовать на большую ступень клапана 23, обеспечивая мгновенное открытие ресивера. Сжатый воздух из ресивера 3 поступает в клапанную камеру 24, и далее, по выходному каналу 28, в шлюзовую камеру 20. В шлюзовой камере создается давление достаточное, благодаря дифференциальности поршня 13, для мгновенного открытия шлюзовой камеры и выхлопных сопел 12. При этом происходит разрядка ресивера 3, происходит второй выхлоп и генерация второй волны за цикл через заданный интервал времени в направлении распространения первой волны. После падения давления в ресивере 3, шлюзовой камере 20 поршень 13 под действием давления из пневмокамеры 14 прижимается к кромке стенки шлюзовой камеры 20, закрывая ее, а также перекрывая выхлопные сопла 12. При этом под действием пружины 27 клапан 23 прижимается к кромкам отверстия: закрывая ресивер 3 на зарядку. После этого цикл повторяется.

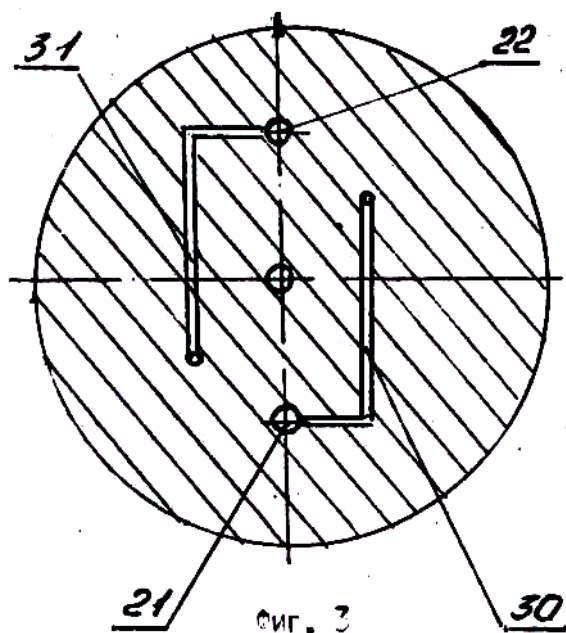
Таким образом, в заявленном устройстве происходит генерация двух независимых, ударных волн, распространяемых в одном и том же направлении. При этом обеспечивается воздействие на один и тот же участок обрушаемых отложений через заданный интервал времени, что обеспечивает эффективное воздействие на отложения, быстрое их разрушение и повышение, таким образом скорости очистки трубопровода.





Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3