

**ОПИСАНИЕ  
ПОЛЕЗНОЙ  
МОДЕЛИ К  
ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ (19) **ВУ** (11) **11968**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(13) **U**  
(46) **2019.04.30**  
(51) МПК  
**E 21B 43/25** (2006.01)

(54)

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ  
КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СКВАЖИНЫ**

(21) Номер заявки: u 20180307

(22) 2018.11.12

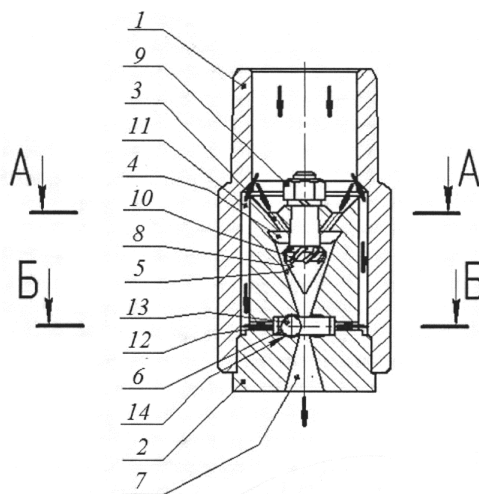
(71) Заявитель: Республиканское унитарное предприятие "Производственное объединение "Белоруснефть" (ВУ)

(72) Авторы: Серебренников Антон Валерьевич; Цыбранков Александр Николаевич; Ткачев Дмитрий Викторович; Ткачев Виктор Михайлович; Селютин Александр Михайлович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Республиканское унитарное предприятие "Производственное объединение "Белоруснефть" (ВУ)

(57)

1. Устройство для гидродинамической кавитационной обработки скважины, содержащее присоединяемый к колонне лифтовых труб полый корпус, внутри которого размещен гидродинамический пульсатор-кавитатор с выполненными в нем в верхней торцевой поверхности входными отверстиями тангенциальных каналов, обеспечивающих его гидравлическую связь с полостью колонны лифтовых труб, и включающий последовательно размещенные сверху-вниз и гидравлически связанные между собой камеру завихрения, конфузور, резонансную камеру и диффузор, а также механизм прерывания потока жидкости, включающий по меньшей мере одно шаровое тело качения с опорой на круговую беговую дорожку, гидравлически сообщающуюся с системой тангенциальных каналов подвода жидкости; и установленный соосно с камерой завихрения и конфузором отражатель с коническим



Фиг. 1

**ВУ 11968 U 2019.04.30**

шпилем, снабженным наклонными пазами, с острием, направленным в сторону резонансной камеры, **отличающееся** тем, что механизм прерывания потока жидкости расположен в резонансной камере, а гидродинамический пульсатор-кавитатор установлен в корпусе с кольцевым зазором, обеспечивающим непосредственную гидравлическую связь полости колонны лифтовых труб с системой тангенциальных каналов подвода жидкости в полость резонансной камеры, при этом шаровое тело качения установлено с возможностью кругового движения по беговой дорожке под действием давления струи рабочей жидкости, поступающей в систему тангенциальных каналов подвода жидкости из колонны лифтовых труб через боковой зазор, и с обеспечением частичного перекрытия входного отверстия диффузора.

2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что система тангенциальных каналов подвода жидкости в полость резонансной камеры расположена в радиальной плоскости.

(56)

1. RU 2186961, МПК E 21B 43/25, 2002.
2. RU 2123957, МПК B 63B 59/08, B 08B 3/02, 1998.
3. RU 2224090, МПК E 21B 43/00, 2002.
4. EA 028724, МПК E 21B 28/00, E 21B 43/25, 2017.

---

Полезная модель относится к области скважинных технологий и предназначена для комплексной обработки продуктивных пластов эксплуатационных скважин путем гидродинамического кавитационного волнового воздействия на прискважинную зону нефтегазовых пластов.

Известен скважинный гидроакустический генератор [1], содержащий корпус с каналом подвода рабочего агента, вихревую камеру с тангенциальными каналами, камеру предварительного закручивания потока с тангенциальными каналами. Тангенциальные каналы вихревой камеры и камеры предварительного закручивания потока имеют одинаковое вращательное направление.

Известно также гидрокавитационное устройство [2], содержащее проточный канал и профиль. Последний образован соосно расположенными и последовательно сопряженными друг с другом входным конфузуром, цилиндрической и выходной частями. Цилиндрическая часть выполнена в виде резонансной камеры, а выходная часть в виде упора. Диаметр камеры больше диаметра выходного отверстия конфузора и входного отверстия выходной части.

Недостатком таких устройств является низкий уровень амплитуд волнового воздействия.

Известно устройство для гидродинамического воздействия на стенки скважины [3], включающее корпус, присоединенный к трубопроводу на опоре вращения или без нее, внутри которого размещены сверху-вниз механизм кавитации потока жидкости, механизм направления и разделения потока и механизм прерывания выходящей струи, при этом механизм кавитации потока жидкости выполнен в виде автоколебательной системы с возможностью получения и непрерывного поддержания разрывов потока жидкости в пульсирующем режиме с круговым воздействием на стенки скважины за счет периодического полного или частичного перекрытия этого потока.

Недостатком вышеуказанного технического решения является то, что для обеспечения работоспособности устройства, принятого за прототип, необходим расход рабочей жидкости в несколько десятков литров в секунду, что делает невозможным его применение при обработке скважин реагентами (в частности, при кислотных обработках) по техническим и экономическим соображениям. При заявленном соотношении 0,98 диаметра шара механизма кавитации к диаметру проходного сечения корпуса работоспособность такого пульсатора будет весьма чувствительна к наличию механических примесей в рабочей жидкости.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемой полезной модели является устройство для гидродинамической кавитационной обработки скважины [4], содержащее полый корпус, присоединяемый к трубопроводу, внутри которого размещены гидродинамический пульсатор-кавитатор, механизм направления и разделения потока и механизм прерывания потока жидкости, выполненный в виде тел качения, распределенных с помощью крыльчатки и опирающихся на общую опору качения. Гидродинамический пульсатор-кавитатор включает конфузур, резонансную камеру, диффузор. Механизм направления и разделения потока и механизм прерывания потока устроены в камере предварительного закручивания потока жидкости, по боковым краям которой выполнены тангенциальные каналы для подвода жидкости в полость камеры, в которой с возможностью осевого вращения под действием давления струй жидкости установлена крыльчатка с наклонными лопатками, по окружности которой в отверстиях расположены шаровые тела качения с опорой на круговую канавку с выполненными в ней входными отверстиями тангенциальных каналов общей опоры качения, гидравлически связанных с расположенными ниже и последовательно соединенными камерой завихрения и конфузуром, в которых соосно с ними установлен отражатель с коническим шпилем, острием направленным в сторону резонансной камеры.

Недостатком устройства также является недостаточная амплитуда пульсаций, что снижает эффективность реагентных обработок нефтедобывающих скважин, а также невысокая надежность из-за наличия кинематически связанных трущихся поверхностей, работающих в условиях агрессивных и абразивных сред.

Недостаточная амплитуда пульсаций давления объясняется тем, что механизм прерывания потока рабочей жидкости расположен на входе в пульсатор.

Задачей, решаемой данной полезной моделью, является увеличение амплитуды пульсаций давления в обрабатываемой зоне скважины и повышение надежности.

Поставленная задача решается за счет того, что в устройстве для гидродинамической кавитационной обработки скважины, содержащем присоединяемый к колонне лифтовых труб полый корпус, внутри которого размещен гидродинамический пульсатор-кавитатор с выполненными в нем в верхней торцевой поверхности входными отверстиями тангенциальных каналов, обеспечивающих его гидравлическую связь с полостью колонны лифтовых труб, и включающий последовательно размещенные сверху-вниз и гидравлически связанные между собой камеру завихрения, конфузур, резонансную камеру и диффузор, а также механизм прерывания потока жидкости, включающий по меньшей мере одно шаровое тело качения с опорой на круговую беговую дорожку, гидравлически сообщающуюся с системой тангенциальных каналов подвода жидкости; и установленный соосно с камерой завихрения и конфузуром отражатель с коническим шпилем, снабженный наклонными пазами, с острием, направленным в сторону резонансной камеры, согласно полезной модели механизм прерывания потока жидкости расположен в резонансной камере, а гидродинамический пульсатор-кавитатор установлен в корпусе с кольцевым зазором, обеспечивающим непосредственную гидравлическую связь полости колонны лифтовых труб с системой тангенциальных каналов подвода жидкости в полость резонансной камеры, при этом шаровое тело качения установлено с возможностью кругового движения по беговой дорожке под действием давления струи жидкости, поступающей в систему тангенциальных каналов подвода жидкости из колонны лифтовых труб через боковой зазор, и с обеспечением частичного перекрытия входного отверстия диффузора.

Кроме этого, система тангенциальных каналов подвода жидкости в полость резонансной камеры может быть расположена в радиальной плоскости.

Устройство для гидродинамической кавитационной обработки скважины поясняется следующими фигурами: на фиг. 1 показан осевой разрез устройства; на фиг. 2 - сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - сечение Б-Б на фиг. 1; на фиг. 4, 5, 6 - амплитудно-частотные характеристики прототипа предлагаемого устройства без шарового тела качения и с шаровым телом качения соответственно.

Устройство для гидродинамической кавитационной обработки скважины содержит полый корпус 1 (фиг. 1), присоединяемый к колонне лифтовых труб (на фигурах не показана), внутри которого размещен гидродинамический пульсатор-кавитатор 2 с выполненными в нем в верхней торцевой поверхности входными отверстиями тангенциальных каналов 3, обеспечивающих его гидравлическую связь с полостью колонны лифтовых труб. Пульсатор-кавитатор 2 включает последовательно размещенные сверху-вниз гидравлически связанные между собой камеру завихрения 4, конфузор 5, резонансную камеру 6 и диффузор 7. В камере завихрения 4 и конфузоре 5 соосно с ними установлен шпиль 8 с острием, направленным в сторону резонансной камеры 6. Шпиль 8 верхней частью крепится посредством гайки 9, при этом на части шпиля 8, размещенной в конфузоре 5, выполнены наклонные пазы 10. Внутренняя полость корпуса 1 и гидродинамический пульсатор-кавитатор 2 образуют кольцевой зазор 11, гидравлически связанный с тангенциальными каналами подвода жидкости 12 в полость резонансной камеры 6, в которой расположен механизм прерывания потока жидкости, включающий по меньшей мере одно шаровое тело качения 13 с опорой на круговую беговую дорожку 14, в предпочтительном варианте исполнения расположенной в радиальной плоскости.

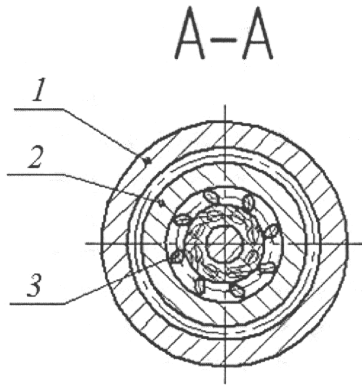
Устройство для гидродинамической кавитационной обработки скважины работает следующим образом.

Рабочая жидкость, поступающая из колонны лифтовых труб под заданным давлением в корпус 1, разделяется на два гидравлически связанных потока. Первый поток через тангенциальные каналы 3 подается в камеру завихрения 4, в которой на наклонных пазах 10 шпиля 8, посаженного на конус в пульсаторе-кавитаторе 2 и закрепленного гайкой 9, возникают турбулентности течения, повышающие степень кавитации. При попадании рабочей жидкости в конфузор 5 происходит ускорение ее потока, а в области сужения - разрыв сплошности с образованием парогазовых кавитационных пузырьков, переносимых потоком в резонансную камеру 6. В резонансной камере 6 происходит усиление пульсаций давления. Парогазовые пузырьки через диффузор 7 выносятся в скважинное пространство, где, попадая в область повышенного давления, схлопываются, создавая импульсы давления, которые воздействуют на стенки скважины. Второй поток рабочей жидкости через кольцевой зазор 11 между корпусом 1 и пульсатором-кавитатором 2 и далее через тангенциальные каналы 12 подводится к механизму прерывания потока, расположенному в резонансной камере 6, вызывая перемещение шарового тела качения 13 по кольцевой беговой дорожке 14. Струя рабочей жидкости в процессе огибания шарового тела качения 13, вращающегося по круговой беговой дорожке 14 в резонансной камере 6 и частично перекрывающего входное отверстие 15 диффузора 7, будет отклоняться от вертикали, обеспечивая ударное воздействие на стенки скважины и повышая амплитуду пульсаций давления. Повышение надежности устройства достигается за счет отсутствия крыльчатки с опорой в виде подшипника скольжения.

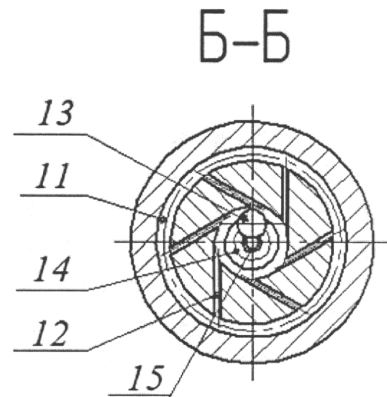
Для подтверждения преимуществ заявляемой полезной модели по сравнению с известным уровнем техники исследовалось изменение давления рабочей жидкости в скважине во времени на расстоянии 0,5 м ниже торца пульсатора-кавитатора для трех вариантов: прототипа, заявляемого устройства без шарового тела качения и с его наличием. По полученным результатам строились амплитудно-частотные характеристики названных вариантов (фиг. 4-6), анализ которых показывает, что амплитуда пульсаций давления, создаваемая предлагаемым устройством, превышает примерно в два раза данный показатель прототипа.

Таким образом, заявляемая полезная модель позволяет достичь увеличения амплитуды пульсаций давления в обрабатываемой зоне скважины, что обеспечивает повышение качества обработки прискважинной зоны нефтегазовых пластов.

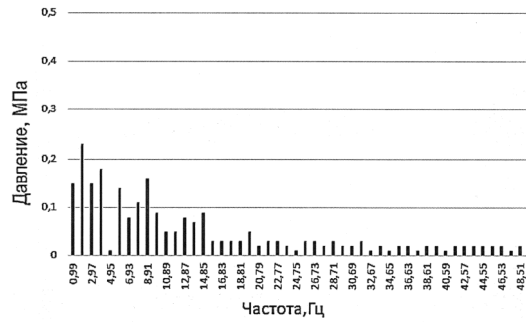
Устройство рекомендовано к промышленному внедрению.



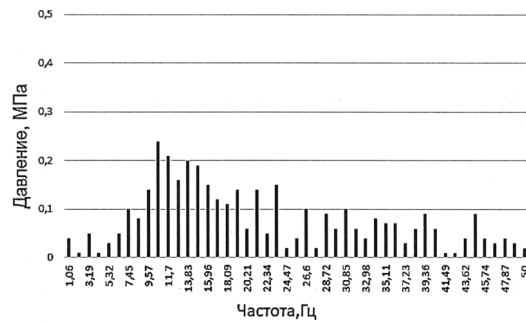
Фиг. 2



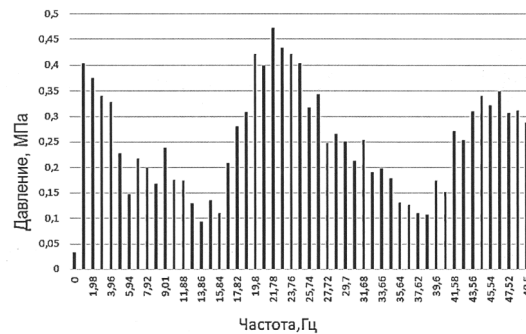
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6