

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **028724**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2017.12.29**

(51) Int. Cl. *E21B 28/00* (2006.01)  
*E21B 43/25* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201500919**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.08.31**

---

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СКВАЖИНЫ**

---

(43) **2017.02.28**

(56) RU-C2-2224090  
RU-C2-2186961  
RU-C1-2047729  
KZ-B-27205

(96) **2015/EA/0119 (BY) 2015.08.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
"ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ  
"БЕЛОРУСНЕФТЬ" (BY)**

(72) Изобретатель:  
**Ткачев Дмитрий Викторович,  
Серебренников Антон Валерьевич,  
Ткачев Виктор Михайлович, Селютин  
Александр Михайлович, Столяров  
Александр Игоревич (BY)**

(74) Представитель:  
**Громыко С.В. (BY)**

---

(57) Изобретение относится к области скважинных технологий и предназначено для комплексной обработки продуктивных пластов эксплуатационных скважин путем гидродинамического кавитационного волнового воздействия на прискважинную зону нефтегазовых пластов. Сущность изобретения: устройство содержит полый корпус, присоединяемый к трубопроводу, внутри которого последовательно сверху вниз размещены гидравлически связанные между собой камера предварительного закручивания потока жидкости, камера завихрения и гидродинамический пульсатор-кавитатор, включающий конфузор, резонансную камеру и диффузор. В камере предварительного закручивания потока жидкости устроены механизм направления и разделения потока и механизм прерывания потока, включающие тангенциальные каналы для подвода жидкости в полость камеры, устроенные по боковым краям камеры, крыльчатку с наклонными лопатками, установленную в камере с возможностью осевого вращения под действием давления струй жидкости, исходящих из тангенциальных каналов, шаровые тела качения, расположенные по окружности крыльчатки в выполненных в ней отверстиях и опирающиеся на круговую канавку общей опоры качения. В круговой канавке общей опоры качения выполнены входные отверстия тангенциальных каналов общей опоры качения, гидравлически связанные с расположенной ниже камерой завихрения. В камере завихрения и конфузоре соосно с ними установлен отражатель с коническим шпилем, острием направленным в сторону резонансной камеры. Технический результат заключается в увеличении степени кавитации и повышении надежности конструкции.

---

**028724**  
**B1**

**028724**  
**B1**

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

Известен скважинный гидроакустический генератор [1], содержащий корпус, 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 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.

Наиболее близким по технической сущности является устройство для гидродинамического воздействия на стенки скважины [3], принятое за прототип. Устройство включает полый корпус, присоединяемый к трубопроводу, внутри которого размещены гидродинамический пульсатор-кавитатор, включающий диффузор, 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.

Ограничением устройства является недостаточная степень кавитации, особенно в глубоких скважинах (более 2000 м) [4, с. 128, 130]. В таких случаях зона кавитации находится в пределах внутренней полости устройства, где и происходит схлопывание кавитационных пузырьков, приводящее к разрушению конструктивных элементов генератора [5, с.50] и снижению его надежности. Данный эффект осложняется тем, что механизм кавитации находится до механизма прерывания потока рабочей жидкости. 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.

Задачей, решаемой данным изобретением, является увеличение степени кавитации (количества кавитационных пузырьков за пределами устройства) и повышение надежности конструкции.

Поставленная задача решается за счет того, что в устройстве для гидродинамической кавитационной обработки скважины, содержащем полый корпус, присоединяемый к трубопроводу, внутри которого размещены гидродинамический пульсатор-кавитатор, включающий диффузор, 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, согласно изобретению, гидродинамический пульсатор-кавитатор включает конфузор и резонансную камеру; 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.

Кроме этого, резонансная камера может иметь в поперечном сечении форму эллипса с предпочтительным соотношением осей 1,45-1,75.

Помимо этого, лопатки крыльчатки могут иметь одинаковый наклон с осевым наклоном тангенциальных каналов общей опоры качения.

В предпочтительном варианте исполнения шаровые тела качения могут быть установлены в камере предварительного закручивания потока с обеспечением зазора  $d$  между ними и круговой канавкой в процессе их перемещения, равным 0,05-0,1 диаметра шарового тела качения.

Кроме этого, на части отражателя, размещенной в конфузуре, могут быть выполнены наклонные пазы.

Устройство для гидродинамической кавитационной обработки скважины поясняется следующими чертежами: на фиг. 1 показан вертикальный разрез устройства; на фиг. 2 - вид А на фиг. 1; на фиг. 3 - разрез Б-Б на фиг. 1; на фиг. 4 - разрез В-В на фиг. 1; на фиг. 5 - вид общей опоры качения в изометрии.

Устройство содержит полый корпус 1 (фиг. 1), присоединяемый к трубопроводу (на фиг. не показан), внутри которого последовательно сверху вниз размещены гидравлически связанные между собой камера предварительного закручивания потока жидкости 2, в которой устроены механизм направления и разделения потока и механизм прерывания потока, камера завихрения 3 и гидродинамический пульса-

тор-кавитатор 4, включающий конфузур 5, резонансную камеру 6 и диффузор 7. Механизм направления и разделения потока и механизм прерывания потока рабочей жидкости включает тангенциальные каналы 8 (фиг. 3) для подвода рабочей жидкости в полость камеры 2, выполненные по ее боковым краям, крыльчатку 9 с наклонными лопатками 10 (фиг. 1, 2), по окружности которой в отверстиях расположены шаровые тела качения 11 с опорой на круговую канавку-беговую дорожку 12 с обеспечением перекрытия шаровыми телами в процессе их перемещения выполненных в канавках входных отверстий 13 тангенциальных каналов 14 общей опоры качения 15. Шаровые тела качения 11 расположены с зазором  $\delta$ , равным 0,05-0,1 диаметра шарового тела качения, между аналогичной круговой канавкой - беговой дорожкой 16, выполненной в верхней части камеры 2 (фиг. 2). Крыльчатка 9 установлена в камере 2 с возможностью осевого вращения, обеспечиваемого действием давления струй рабочей жидкости на наклонные лопатки 10. Тангенциальные каналы 14 обеспечивают гидравлическую связь камеры предварительного закручивания потока жидкости 2 с камерой завихрения 3 и имеют одинаковый осевой наклон с наклоном лопаток 10 крыльчатки 9. В камере завихрения 3 и конфузуре 5 соосно с ними установлен отражатель 17 с коническим шпилем 18, острием, направленным в сторону резонансной камеры 6, в предпочтительном варианте исполнения имеющей в поперечном сечении форму эллипса с малой осью  $\alpha$  (фиг. 4). Отражатель 17 верхней частью устанавливается в камере предварительного закручивания потока жидкости посредством гайки 19, при этом на части отражателя 17, размещенной в конфузуре 5, выполнены наклонные пазы 20.

Устройство для гидродинамической кавитационной обработки скважины работает следующим образом.

Рабочая жидкость под заданным давлением по трубопроводу через тангенциальные каналы 8 подается в камеру предварительного закручивания 2 и, попадая на наклонные лопатки 10 крыльчатки 9, приводит ее во вращение совместно с шаровыми телами качения 11, которые последовательно перекрывают входные отверстия 13 общей опоры качения 15 и тем самым создают пульсации давления рабочей жидкости, поступающей по тангенциальным каналам 14 в камеру завихрения 3. За счет наклона лопаток 10 крыльчатки 9 создается подъемная сила, что приводит к образованию осевого зазора  $\delta$  между шаровыми телами качения 11 и нижней канавкой-беговой дорожкой 12 и тем самым предотвращает возникновение гидроудара и износ беговой дорожки в области расположенных на ней входных отверстий 13. Для предотвращения потери работоспособности устройства при заклинивании крыльчатки шаровое тело 11 перекрывает не более 80% проходного сечения входных отверстий 13. На наклонных пазах 20 отражателя 17 возникают турбулентности течения, повышающие степень кавитации. При попадании рабочей жидкости в конфузур 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, эффект которого улучшается за счет эллиптической формы ее поперечного сечения. Парогазовые пузырьки через диффузор 7 выносятся в скважинное пространство, где, попадая в область повышенного давления, схлопываются, создавая импульсы давления, которые воздействуют на стенки скважины.

Исследовалось поведение пульсатора-кавитатора при различном соотношении осей эллиптического сечения резонансной камеры 6 путем исследования пульсаций давления (рабочая жидкость - вода) на выходе из устройства на расстоянии 50 мм. Результаты исследований показали, что оптимальным можно считать соотношение осей равным 1,45-1,75.

Реализация программы опытно-промышленных испытаний заявляемого устройства проходила на месторождениях Республики Беларусь в период 2013-2014 гг. Работы по интенсификации притока выполнены на пяти добывающих скважинах, успешность составила 80%, прирост коэффициента продуктивности от 30 до 60%. Наибольший эффект достигнут в низко-продуктивных скважинах (ниже 1 м<sup>3</sup>/(сут·МПа). Зависимость прироста коэффициента продуктивности (в %) от энергетического состояния залежи прямая, что в целом характерно для всех геолого-технических мероприятий по интенсификации. Устройство рекомендовано к промышленному внедрению.

Источники информации:

- 1) RU 2186961, МПК E21B 43/25, опубл. 2002.09.10
- 2) RU 2123957, МПК B63B 59/08, B08B 3/02, опубл. 1998.12.27.
- 3) RU 2224090, МПК E21B 43/00, опубл. 2004.02.20.
- 4) Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т., Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти. - М.: Наука. 2000, с. 414
- 5) Шамов Н.А., Лягов А.В., Зинатуллина Э.Я., Асеев Е.Г., Бубелов А.В. Технология и технические средства улучшения гидродинамической связи скважины с пластом//Нефтегазовое дело.- 2006, т. 4, № 1, с. 47-57.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для гидродинамической кавитационной обработки скважины, содержащее полый корпус, присоединяемый к трубопроводу, внутри которого размещены гидродинамический пульсатор-

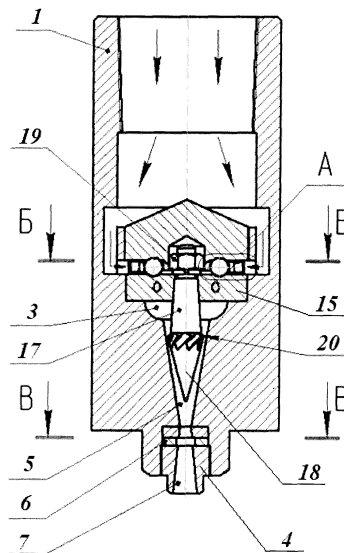
кавитатор, включающий диффузор, механизм направления и разделения потока и механизм прерывания потока жидкости, выполненный в виде тел качения, распределенных с помощью крыльчатки и опирающихся на общую опору качения, отличающееся тем, что гидродинамический пульсатор-кавитатор включает конфузор и резонансную камеру; 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.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что резонансная камера имеет в поперечном сечении форму эллипса с соотношением осей 1,45-1,75.

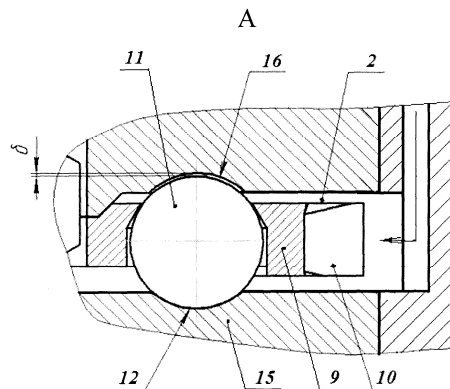
3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что лопатки крыльчатки имеют одинаковый наклон с осевым наклоном тангенциальных каналов общей опоры качения.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что шаровые тела качения установлены в камере предварительного закручивания потока с обеспечением зазора  $\delta$  между ними и круговой канавкой в процессе их перемещения, равным 0,05-0,1 диаметра шарового тела качения.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что на части отражателя, размещенной в конфузуре, выполнены наклонные пазы.



Фиг. 1



Фиг. 2

