

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8866

(13) С1

(46) 2007.02.28

(51)⁷ В 01D 35/16,
Е 21В 37/00

(54)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ФИЛЬТРОВ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

(21) Номер заявки: а 20031237

(22) 2003.12.29

(43) 2005.06.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Ивашечкин Владимир Васильевич; Кондратович Александр Николаевич; Герасименок Иосиф Антонович; Крук Николай Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 977712, 1982.

RU 2112111 С1, 1998.

SU 1057637 А, 1983.

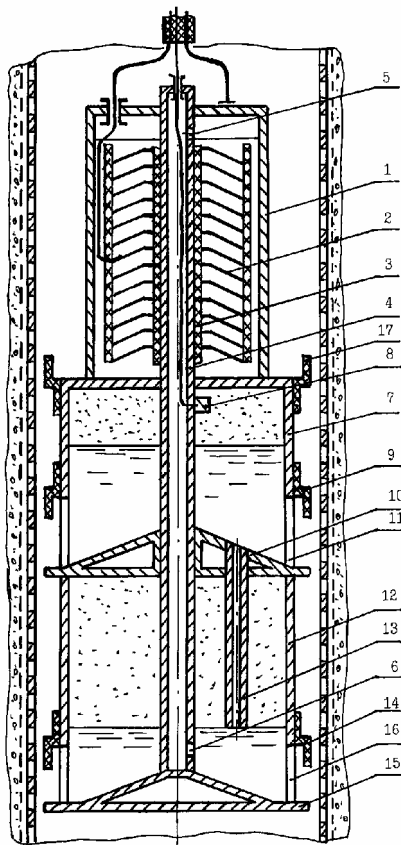
SU 1076555 А, 1984.

UA 54532 С2, 2003.

EP 620356 А2, 1994.

(57)

Устройство для регенерации фильтров водозаборных скважин, содержащее рабочую камеру, выполненную в виде цилиндра с цилиндрическим отверстием в нижней части, отражатель, свечу поджига, смонтированную в рабочей камере, электролизер с пакетом



ВУ 8866 С1 2007.02.28

BY 8866 C1 2007.02.28

электродов, которые электрически подключены к источнику постоянного тока, **отличающиеся** тем, что содержит газовый колпак с коническим днищем и цилиндрическим отверстием между ними, причем газовый колпак сообщен с электролизером посредством газоподводящей трубки, выполненной с дополнительными входным и выходным отверстиями, а с рабочей камерой - посредством газоотводящей трубки, цилиндрические отверстия рабочей камеры и газового колпака содержат верхние кольцевые манжеты, а над рабочей камерой смонтирована дополнительная манжета.

Изобретение относится к водоснабжению и может быть использовано при регенерации фильтров и прифильтровых зон водозаборных скважин от кольматирующих отложений.

Известно устройство для очистки фильтров водозаборных скважин, содержащее рабочий разрядник, представляющий собой систему электродов, закрепленных в корпусе из изоляционного материала [1].

Рабочий разрядник на коаксиальном кабеле, подключенном к высоковольтному трансформатору, опускают в зону фильтра и производят электрические разряды по его высоте. Регенерация фильтра производится за счет энергии ударных волн, разрушающих хрупкие кольматирующие отложения. К недостаткам устройства относятся наличие высоких напряжений порядка 60 кВ, опасных для жизни обслуживающего персонала, и низкая эффективность регенерации пластичных кольматантов, которые не воспринимают кратковременную нагрузку длительностью (5-10) мкс от действия ударной волны. К недостаткам следует также отнести значительное затухание ударной волны в радиальном направлении ствола скважины в фильтрах большого диаметра, что сужает область применения известного устройства.

Известно устройство для регенерации фильтров водозаборных скважин [2] (прототип), содержащее рабочую камеру в виде цилиндра с цилиндрическим отверстием в нижней части, отражатель, свечу поджига, смонтированную в рабочей камере, электролизер с пакетом электродов, которые электрически подключены к источнику тока.

Недостатками прототипа являются низкие динамические параметры гидропотока на стадии расширения продуктов взрыва в рабочей камере и слабое импlosionное воздействие на кольматирующие образования при конденсации продуктов газовой смеси на стадии схлопывания пузыря. Это вызывает проблемы, особенно при разглинизации фильтров скважин, пробуренных роторным способом с прямой промывкой глинистым раствором, который на большую глубину кольматировать прифильтровую зону и требует для своего извлечения больших скоростей размывающего потока и значительных градиентов фильтрации. Это же относится и к регенерации фильтров, закольматированных после длительной эксплуатации мощным слоем липких глиноподобных железистых кольматантов, которые обволакивают частицы гравийной обсыпки и, не обладая высокой прочностью на разрушение, могут быть смыты только гидропотоком и извлечены из прифильтровой зоны сильным импlosionным воздействием.

К недостаткам устройства относится также низкий к.п.д., связанный с рассеиванием энергии подводного газового взрыва вдоль ствола скважины, идущей на инерционные потери при перемещении жидкости ствола в сторону устья скважины.

Задача, решаемая изобретением, заключается в повышении эффективности разрушения и извлечения кольматирующих отложений, расширении области применения устройства и повышении его к.п.д.

Поставленная задача решается тем, что устройство для регенерации фильтров водозаборных скважин, содержащее рабочую камеру, выполненную в виде цилиндра с цилиндрическим отверстием в нижней части, отражатель, свечу поджига, смонтированную в рабочей камере, электролизер с пакетом электродов, которые электрически подключены к

BY 8866 C1 2007.02.28

источнику постоянного тока, дополнительно содержит газовый колпак с коническим днищем и цилиндрическим отверстием между ними, причем газовый колпак сообщен с электролизером посредством газоподводящей трубки, выполненной с дополнительным входным и выходным отверстиями, а с рабочей камерой - посредством газоотводящей трубки, цилиндрические отверстия рабочей камеры и газового колпака содержат верхние кольцевые манжеты, а над рабочей камерой смонтирована дополнительная манжета.

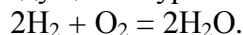
Сущность изобретения поясняется чертежом, где изображен вариант выполнения устройства.

Устройство состоит из электролизера 1 с электродами 2, диэлектрической оболочки 3, газоподводящей трубки 4 с входным 5 и выходным 6 отверстиями, рабочей камеры 7 со свечой поджига 8 и манжетой 9, отражателя 10, цилиндрического отверстия 11, газового колпака 12, газоотводящей трубки 13, манжеты 14, конического днища 15, кольцевого отверстия 16, дополнительной манжеты 17. Устройство работает следующим образом.

Устройство опускают на кабеле-тросе в зону очищаемого фильтра и устанавливают в его верхней части. Затем подают постоянное напряжение от источника тока (на чертеже не показан) на электроды 2 электролизера 1, который заполнен водным раствором щелочи КОН. Образующиеся при разложении воды водород и кислород в виде газовой смеси перемещаются вдоль диэлектрической оболочки 3 в верхнюю часть электролизера 1 и поступают через отверстие 5 в газоподводящую трубку 4, в полость колпака 12, заполняют его. Затем через газоотводящую трубку 13, барботируя через слои жидкости, попадают в полость рабочей камеры 7.

Через определенное время, достаточное для накопления в рабочей камере 7 заданного объема газа, напряжение на электролизере 1 выключают и после паузы, необходимой для прекращения движения газовой смеси в подводящей трубке 13, включают свечу поджига 8.

Газовая смесь в рабочей камере 7 поджигается, в результате чего в объеме происходит взрывное химическое превращение, идущее по уравнению:



Образуется паровая полость высокого давления, которое примерно в 10 раз превышает первоначальное гидростатическое $p_0 = p_a + \rho gH$, где p_a - атмосферное давление; ρ - плотность воды; g - ускорение свободного падения; H - глубина погружения устройства. Под действием высокого давления и сформированного им гидротока происходит деформация кольцевой манжеты 9 по направлению к стенке фильтра и уплотнение с ней. Полость расширяется и с переменной во времени скоростью выталкивает жидкость из рабочей камеры 7 в направлении фильтра. Образуется высокоскоростная струя, которая, пройдя через отверстие 11, наносит динамический удар по фильтру.

Так как манжета 9 перекрывает движение гидротока вверх, поток направляется вниз, отжимает манжету 14 и движется в кольцевом зазоре между стенкой колпака 12 и фильтром. Попадая в полость колпака 12, гидроток сжимает газовую смесь до тех пор, пока идет процесс расширения продуктов взрыва в рабочей камере.

Объем колпака 12 в несколько раз превышает объем пузыря (продуктов взрыва) при их максимальном расширении, поэтому газовая смесь не оказывает тормозящего влияния на процесс расширения продуктов взрыва. За счет этого на конечной стадии расширения давление в паровой полости падает ниже гидростатического давления, пузырь перерасширяется, останавливается в своем движении и начинает схлопываться. При обратном движении жидкости в рабочую камеру 7 манжета 14 под действием избыточного давления в газовом колпаке 12 перекрывает кольцевой зазор. Это способствует тому, что приток жидкости в рабочую камеру 7 при конденсации продуктов взрыва будет происходить только из пласта, что вызовет фильтрационный поток, направленный из прифильтровой зоны в сторону камеры 7. Одновременно с конденсацией продуктов взрыва идет процесс расширения газовой смеси в колпаке 12, что усиливает фильтрационный поток из пласта за счет создания дополнительного перепада давления между колпаком 12 и рабочей каме-

ВУ 8866 С1 2007.02.28

рой 7, направленного в сторону взрывной камеры 7. Чтобы перекрыть кольцевой зазор от поступления жидкости из вышележащего столба, смонтирована дополнительная манжета 17, которая при конденсации продуктов взрыва на стадии схлопывания парогазового пузыря плотно прилегает к стенке скважины.

После полной конденсации продуктов взрыва процесс регенерации интервала повторяют до тех пор, пока ему не будет передана расчетная (исходя из прочности кольматанта и глубины проникновения) энергия.

Затем перемещают устройство на следующий интервал очистки. Процесс повторяется в той же последовательности.

Произведем сравнение рабочего процесса в устройстве прототипа и предлагаемом устройстве.

В устройстве прототипа при расширении продуктов взрыва должен происходить разгон всей жидкости, находящейся в стволе скважины. Приблизительно уравнение движения жидкости в камере и стволе может быть описано II законом Ньютона и имеет следующий вид:

$$ma = P_{\text{взр}} - F_{\text{тр}},$$

где a - ускорение жидкости, $P_{\text{взр}}$ - сила давления продуктов взрыва, $F_{\text{тр}}$ - сила трения.

Отсюда ускорение a равно:

$$a = \frac{P_{\text{взр}} - F_{\text{тр}}}{m}.$$

Из последнего уравнения видно, что ускорение гидропотока при прочих равных условиях обратно пропорционально массе вовлекаемой в движение жидкости. И здесь в предлагаемом устройстве масса жидкости, заключенной между рабочей камерой 7 и колпаком 12, несоизмеримо меньше, чем масса жидкости в столбе скважины. А так как сила давления на стенке фильтра прямо пропорциональна квадрату мгновенной скорости струи, ударяющей в фильтр, предлагаемое устройство имеет несомненные преимущества перед прототипом.

При меньшей массе разгоняемой жидкости время достижения максимальной скорости укорачивается и само значение максимальной скорости больше, чем при разгоне большей массы. Максимальное давление струи на стенке P_c равно:

$$P_c = \rho \frac{v_{\text{max}}^2}{2} \omega,$$

где v_{max} - максимальная мгновенная скорость на подходе струи к стенке фильтра; ω - площадь стенки фильтра, подвергающейся воздействию.

При воздействии струи на кольматирующие образования, закрывающие отверстия в фильтре и поры прифилтровой зоны в них возникают как нормальные, так и касательные напряжения, так как струя действует сначала нормально к стенке, а затем разворачивается и, двигаясь вдоль фильтра, смывает разрушенные загрязнения.

На стадии схлопывания продуктов взрыва в устройстве прототипа при отсутствии манжеты 17 в рабочую камеру 7 прежде всего устремляется жидкость, находящаяся в стволе скважины, тем более что после расширения продуктов взрыва уровень воды в стволе скважины превышает статический. При этом при схлопывании пузыря приток жидкости из пласта минимален из-за малых градиентов фильтрационного потока.

В предлагаемом устройстве за счет применения колпака 12 происходит перерасширение пузыря, т.е. давление в пузыре на конечной стадии расширения значительно ниже гидростатического. При обратном же движении продуктов взрыва в камеру манжеты 14 и 17 герметизируют нижний и верхний кольцевой зазоры. Происходит вакуумирование прифилтровой зоны и удаление отсюда кольматирующих отложений, причем градиенты фильтрации будут значительные, так как приток воды в зону разрежения через кольцевые зазоры и патрубков 13 незначителен.

ВУ 8866 С1 2007.02.28

Загрязнения, извлеченные из прифилтровой зоны, сбрасываются вниз гидротоком в отстойник скважины, откуда могут быть удалены эрлифтной прокачкой.

Установка свечи 8 внутри камеры сгорания позволяет использовать режим взрывного горения газовой смеси, который не имеет побочных продуктов реакции, накапливающихся в камере 5 после взрыва. Вся газовая смесь $2\text{H}_2 + \text{O}_2$ сгорает без остатка.

Анализ предлагаемого устройства показывает, что его работа характеризуется повышенным к.п.д. за счет того, что оно в полной мере позволяет использовать энергию взрыва вначале для разрушения отложений, а затем для их извлечения из прифилтровой зоны.

На первом этапе, за счет применения манжеты 9 и колпака 12, удается снизить инерционные потери и перевести энергию взрыва в энергию гидротока, расширить паровой пузырь до максимально возможных размеров при заданном гидростатическом давлении, т.е. обеспечить наиболее высокий гидравлический к.п.д. взрыва.

На втором этапе, за счет использования манжеты 17 и манжеты 14, зона конденсации пузыря перекрывается и наиболее полно используется эффект имплозии, когда кольматирующие отложения выносятся из пласта фильтрационными потоками.

Источники информации:

1. Романенко В.А. Электрофизические методы восстановления производительности водозаборных скважин. - Л.: Недра, 1980. - 79 с.
2. А.с. СССР № 977712, МПК В 01D 35/16 // Бюл. № 14. - 1982.