

Ю.И. Курашко, Н.Н. Климанский, Ю.И. Мельхер, О.В. Хвоцан

ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНЫЕ УСТАНОВКИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДЕБИТА АРТЕЗИАНСКИХ СКВАЖИН

*Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины,
пр. Октябрьский, 43А, г. Николаев, 54018, Украина*

В процессе эксплуатации артезианских водозаборных скважин количество добываемых из них воды постепенно уменьшается. Это объясняется снижением проницаемости призабойной зоны скважины за счет отложения в порах водоносного пласта, гравийно-песчаной обсыпки и фильтра мелких частиц породы и растворенных в воде солей [1]. Увеличить проницаемость призабойной зоны скважины можно либо за счет создания новых каналов притока воды к скважине в виде системы радиальных и кольцевых трещин, либо за счет удаления из пор загрязняющих веществ. Комбинация этих способов позволяет более быстро достичь желаемого результата.

Одним из наиболее эффективных способов повышения проницаемости призабойной зоны скважины является импульсное воздействие электрического разряда на жидкость. Импульсное нагружение призабойной зоны скважины происходит на фоне сложного объемного напряженного состояния пористой насыщенной жидкостью среды, определяемого величиной давления горных пород и статического давления жидкости в скважине, что в свою очередь определяет энергетические параметры электрогидроимпульсных установок, а также количество импульсов на единицу высоты.

Путем математического моделирования [1] выявлено, что пропорциональное увеличение амплитуды и импульса давления не приводит к соответствующему повышению проницаемости призабойной зоны водозаборной скважины. Повторяющиеся электрические разряды вызывают увеличение в 1,5 – 1,8 раза максимальной глубины проникновения жидкости в пористую среду призабойной зоны и в 1,1 – 1,3 раза средней проницаемости пористой среды. Изменение энергии, выделенной в канале разряда, от 400 до 1300 Дж вызывает изменение максимального давления на стенку скважины 4 – 8 МПа, что, в основном, соответствует режиму медленного увеличения проницаемости призабойной зоны скважины. Для достижения устойчивого эффекта повышения проницаемости призабойной зоны в результате электрогидроимпульсного воздействия уровень энергии, выделенной в канале разряда, должен быть не менее 600 Дж.

В ИИПТ НАН Украины (г. Николаев) были разработаны малогабаритные мобильные электрогидроимпульсные установки для обработки призабойных зон нефтяных и водозаборных скважин. На первых артезианских скважинах использовались электрогидроимпульсные установки, предназначенные в основном для обработки нефтяных скважин. Конструктивно такие установки состояли из наземной части – источника питания и погружной части – генератора импульса тока (ГИТ) с технологическим узлом (электродной системой), которые соединялись грузонесущим каротажным кабелем. Погружная часть состояла из цилиндрических модулей, соединенных между собой муфтами. Каждый модуль представлял собой функционально законченный элемент: зарядный блок, емкостной накопитель, разрядник, электродная система. Погружная часть опускалась на каротажном кабеле на глубину залегания продуктивных пластов. Рабочее напряжение ГИТ составляло 30 кВ, емкость накопителя варьировалась в зависимости от числа подключенных конденсаторов (от 1 до 3). Максимальная запасаемая энергия составляла 1 кДж, частота повторения разрядных импульсов 0,2 Гц. Источник питания подключается к сети 220 В. Потребляемая мощность – до 1,5 кВт. Отличительной чертой таких установок являлся цилиндрический корпус \varnothing 114 мм (“Скиф 4М”) или \varnothing 102 мм (“Скиф 100”) повышенной прочности, выдерживающий гидростатическое давление до 45 МПа, поэтому масса соб-

ранной погружной части установки составляла 200 – 250 кг, длина 5 – 6 м. Элементная база и диэлектрические материалы выемной части модулей могли работать при температуре окружающей среды 85 – 100⁰С.

Поскольку такие прочностные и температурные характеристики установки, предназначенной только для обработки водозаборных скважин, не являются необходимыми, разработана специализированная установка “Скиф 140” с улучшенными массогабаритными и энергетическими показателями [2]. Длина погружной части составляет 2 м при Ø 140 мм, вес 78 кг. Погружная часть установки при перевозке не разбирается на модули, а максимальная глубина опускания в скважину составляет 1 км. Рабочее напряжение ГИТ – 30 кВ, запасаемая энергия – 1,5 кДж, частота следования разрядных импульсов – до 0,3 Гц. Установка подключается к сети 220 В. Потребляемая мощность – 0,6 кВт.

В качестве технологического узла разработаны два вида электродных систем: одна традиционная – открытого, другая – закрытого типа [3]. В закрытой электродной системе электроразрядный промежуток помещен в определенную жидкостную среду и отделен от окружающей среды гибкой оболочкой, что позволяет установить оптимальный с точки зрения выделения энергии промежуток и добиться отсутствия влияния электропроводности окружающей среды на электроразрядные характеристики. Такое конструктивное исполнение электродной системы существенно повышает эффективность воздействия и уменьшает время обработки призабойной зоны. Лабораторные и полевые испытания на скважине показали, что ресурс электродной системы без замены ее сменных частей составляет 5000 разрядов. Это позволяет при максимально необходимом количестве 200 импульсов на погонный метр фильтра обрабатывать несколько скважин без разборки устройства.

Многолетний опыт эксплуатации электрогидроимпульсных установок по очистке водозаборных скважин показал высокую эффективность такой технологии и оборудования. Положительный эффект, когда скважина выходила на паспортную, начальную величину дебита воды, достигался в 85 – 90% обработанных скважин. Наблюдалось улучшение как статических, так и динамических характеристик скважины. В ряде случаев увеличение притока воды после электрогидроимпульсной обработки превышало паспортную величину на данную скважину при вводе ее в эксплуатацию, удавалось восстанавливать работоспособность водозаборных скважин, не находившихся в эксплуатации в течение 30 – 40 лет.

Лучшие результаты по восстановлению дебита водозаборных скважин дает комплексная технология очистки фильтра и зафильтрованного пространства электрогидроимпульсными установками и промывкой эрлифтом, который позволяет вынести на поверхность многолетние отложения в порах водоносного пласта и гравийно-песчаной обсыпки мелких частиц и солей.

Поступила 22.12.03

ЛИТЕРАТУРА

1. Косенков В.М., Курашко Ю.И., Швец И.С. Влияние параметров электроразрядного воздействия на динамические и фильтрационные процессы прифильтровой зоны водозаборных скважин // Геотехническая механика. 2002. № 35. С. 23–31.
2. Пат. Украины № 57975А, МПК 7Е21В43/25. Пристрій для дії на призабійну зону свердловин / Ю.И. Курашко, В.А. Саенко, Н.Н. Климанский, А.Ф. Лазун (Украина). № 2002054042; Заявлено 17.05.2002, Опубл. 15.07.2002 // Промислова власність. 2002, № 7. С. 25.
3. Пат. Украины №18912, МПК 6Е21В43/25. Электродная система для электрогидравлического воздействия на пласт / Л.П. Трофимова, С.Г. Поклонов, В.Г. Жекул (Украина). № 93006694; Заявлено 24.09.93, Опубл. 15.01.2000 // Промислова власність. 2000. № 1. С. 47.

Summary

The basic technical parameters of electrohydraulic devices for recovery of water wells are considered. The basic energy parameters of new generation of compact specialized electrohydraulic devices are specified by mathematical modelling of the dynamics of bottomhole zone and hydrodynamic processes in the electrode system.