
УДК 622.276.245.5

А.В. АХМЕРОВ, доцент кафедры ЭОС (КГЭУ)
Д.П. ИОВЛЕВ, генеральный директор ООО «Инжетех»
А.Л.ОСИПОВ, доцент кафедры ЭОС (КГЭУ)
А.В.СИНЯВИН, инженер кафедры ЭОС (КГЭУ)
А.Р. ХАЙРУЛЛИН, инженер кафедры ЭОС (КГЭУ)
И. К ЯППАРОВ, студент гр. ЭОм-1-21 (КГЭУ)
г. Казань

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ ПУЛЬСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕИЗВЛЕЧЕНИЯ

Возросший объем добычи трудноизвлекаемой нефти. и современная тенденция общего снижения нефтеотдачи определяют актуальность восстановления рабочих показателей скважины. Из-за процессов кольтматации различной природы основные мероприятия по ремонту скважин направлены на обработку призабойной зоны пласта (ПЗП), на увеличение проницаемости продуктивной зоны пласта, на увеличение глубины проработки, на поддержание дебита или на повышение приемистости [1] и т.д.

Проведенные многочисленные исследования и испытания показали, что наибольшая эффективность по очистке ПЗП и активизации внутривластовых явлений достигается за счет создания нестационарного воздействия в зоне обработки. На сегодня известно много способов создания нестационарных воздействий за счет периодических волн (импульсов) давления на устье скважины [2,3]. В большинстве способов применяется разовый импульс давления критической силы (от 100атм. до 250атм.), поэтому они относятся к структуроразрушающим методам воздействия.

Различные гидродинамические и гидроимпульсные воздействия на пласт применяются как способы разработки низкопроницаемых коллекторов, как технологии стабилизации и повышения дебита скважин [4-8].

Идея гидроимпульсного воздействия на ПЗП нашла свое воплощение в создании устьевого аппарата по формированию знакопеременных импульсов давления в призабойной зоне за счет формирования в скважине стоячей волны [9]. При испытаниях данного метода технологический результат был достигнут на 70% нагнетательных, и на 95% добывающих скважин. При этом после обработки приемистость нагнетательных скважин возрастала в 2-5 раз, а дебит добывающих скважин увеличивался в 2-4 раза со снижением обводненности на 15-30%.

Промышленное применение технологии комплексного волнового и химического воздействия на ПЗП [10] позволило получить дополнительную добычу после проведения обработки на 40 скважинах порядка 3,5-5,0 тыс. тонн в год.

Рассматривая технологии, использующие инфразвуковой диапазон импульсного воздействия (менее 1 Hz) также следует упомянуть метод переменного давления [11], который хорошо известен и применяется в основном для интенсификации притока нефтяного флюида, в том числе при бурении.

Успешность научно-исследовательских работ в данном направлении и результаты промышленных испытаний определяют целесообразность применения в настоящее время нестационарных гидродинамических (импульсных) способов обработки ПЗП, и подтверждают их перспективность в целях восстановления и повышения эксплуатационных показателей нефтяных скважин.

В этой связи пульсационный способ воздействия на призабойную зону и мобильная пульсационная установка (МПУ) для его реализации является эффективным способом гидроимпульсной обработки нефтяных скважин. Пульсационная установка обеспечивает заданное по времени и мощности импульсное воздействие на ПЗП и выполняет операции по подъему загрязнений на устье скважины [12].

Опытно-промышленный образец установки МПУ (Рис.1, 2) представляет собой многофункциональный испытательный стенд. Для заданных нефтепромысловых условий стенд позволяет проводить отладку технологических и режимных параметров пульсационных способов обработки и ремонта скважин, а также интенсифицировать действующие технологии.

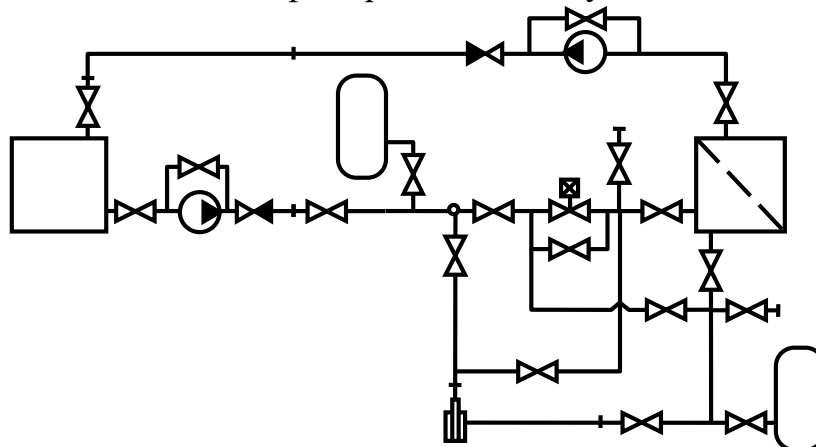


Рис. 1. Схема МПУ: 1 - скважина; 2 - насос; 3,6 - резервуары; 4,7 - гидроаккумуляторы; 5 - управляющий клапан



Рис. 2. Полевые испытания МПУ

Пульсационный (гидроимпульсный) режим реализуется за счет создания низкочастотных ($0,02-0,001$ Hz) импульсов давления (до 80 atm) на устье скважины (Рис. 3, 4). При этом определяющими интенсивную очистку ПЗП (в том числе вынос кольматанта (из порового пространства коллектора являются следующие факторы:

- многократно повторяющиеся депрессии на пласт;
- высокие скорости движения флюида в интервале перфорации;
- формирование заданного по длительности нестационарного гидродинамического режима с постоянным обновлением зон контакта, перемешивание рабочего агента и флюида.

Циклически повторяющийся, незатухающий, турбулентный режим пульсационного воздействия обеспечивают восстановление фильтрационных свойств и стабилизацию гидропроводности призабойной зоны. Сравнение расчетной эффективности непрерывного и пульсационного режимов дренирования показывает, что энергетические затраты в пульсационном режиме ниже в 3-3,5 раз [13].

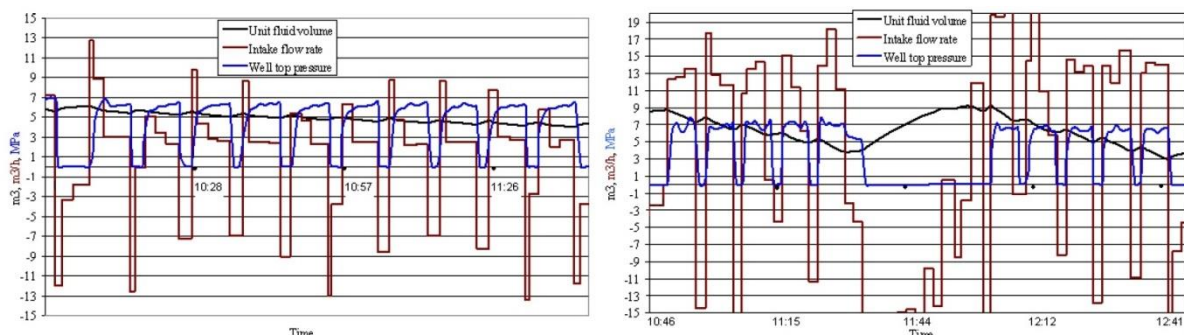


Рис. 3. Фрагмент оперативных данных в начале и конце обработки скважины

На рис. 3,4 представлены фрагменты оперативных данных записанных в процессе обработки скважины Урмышлинского месторождения (глубина 1280 м, мощность пластов 7 м, проницаемость

137–1340 mD, пористость 15–24 %), из которых видна динамика увеличения приемистости в процессе обработки. В результате испытания зафиксировано повышение приемистости скважины в 4.2 раза, при этом коэффициент приемистости за 24 часа обработки увеличился с 0.66 до 3.57 m³/(day·atm). При обследовании скважины также было установлено раскрытие интервалов перфорации и увеличение фактической мощности пластов (до 50%), снижение отметки текущего забоя, очистка коллектора и вынос кольматирующих частиц в виде окислов металлов, существенное изменение химического состава рабочей жидкости.

Полученные при опытно-промышленных испытаниях МПУ результаты (изменение химического состава, вынос кольматанта, увеличение приемистости, снижение давления, увеличение мощности пласта и др.) подтверждают эффективность пульсационного (гидроимпульсного) воздействия при обработке призабойной зоны скважин, а технологические преимущества способа и функциональные возможности установки позволяют рассматривать пульсационную обработку, как разновидность эффективного энергоресурсосберегающего способа ремонта нефтяных скважин, особенно при реализации реагентных, комплексных или комбинированных методов.

Список литературы:

1. Hu X *et al* 2017 *Physics of petroleum reservoirs* (Springer Mineralogy) p 506
2. Iovlev D P *et al* 2016 *Mater. of the Int. Sci. and Practical Con.: Dostizheniya, problemy i perspektivy razvitiya neftegazovoy otrasli* 1 383–7
3. Mullakaev M S *et al* 2017 *J. of Petroleum Sci. and Eng.* 159 1–7
4. Бажалук Ю.А. М и др. 2000 Каротажник 64 91–4
5. Балашканд и др. 2000 Каротажник 79 77–85
6. Велиев Ф.Г. и др. Патент СССР № 4483064/03, 1988 г.
7. Гурьянов А.И. и др. Патент РФ № 2555718, 2014 г.
8. Дарищева В.И. и др. Математические модели и компьютерное моделирование, 2016 г. 8 725–733
9. Кожин Н.С. и др., 2016 Инженерная практика 7 110–15
10. Нурисламов Н.Б. и др. Патент РФ № 2159326, 1999 г.
11. Прощечальников Д.В. и др. Вестник Технологического университета, 2015 18 131–3
12. Стефанкевич З.Б. и др., 1992 г. Геология нефти и газа 8 18–21
13. Урюпин В.А. и др. 1995 Oil Economy 2 78–9
14. Хамзин А.А. и др. Патент РФ № 96112379/03, 1998 г.

15. Янтурин А.Ш. и др. 1986 Oil Economy 2 63–6

Информация об авторах

Ахмеров Артем Владимирович, доцент кафедры ЭОС (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, akhm@mail.ru

Иовлев Дмитрий Петрович, генеральный директор ООО «Инжетех», г. Казань, ул. Петербургская, д. 50 корп. 26,27 офис 304/1, ee-kgeu@mail.ru

Осипов Айрат Ленарович, доцент кафедры ЭОС (КГЭУ), доцент кафедры ЭОС (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, ee-kgeu@mail.ru

Синявин Алексей Александрович, инженер кафедры ЭОС (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, ee-kgeu@mail.ru

Хайруллин Айдар Рафаэлевич, инженер кафедры ЭОС (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, ee-kgeu@mail.ru

Яппаров Ильдар Камилевич, студент гр. ЭОм-1-21 (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, ee-kgeu@mail.ru