

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИБРОВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СКВАЖИН

Апасов Т.К., Апасов Г.Т., Саранча А.В.

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Тюмень, Российская Федерация, (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38), e-mail: sarantcha@mail.ru

Промысловый опыт разработки нефтяных месторождений Западной Сибири показывает: снижение продуктивности скважин в процессе эксплуатации обусловлено как низкими коллекторскими свойствами трудноизвлекаемых продуктивных пластов, так и ухудшением проницаемости призабойной зоны (ПЗП), загрязнением разного рода кольматантом. При многообразном характере причин ухудшения фильтрационно-емкостных свойств пласта и преждевременном обводнении скважин достижение наиболее полной выработки пластов с уменьшением объема добываемой воды возможно в результате совершенствования существующих и разработки новых комплексных технологий интенсификации притока углеводородов. Наиболее эффективным в этом направлении, по результатам ученых, являются волновые методы, с применением гидромониторов, работающих от потока скважинной жидкости и создающих низкочастотные упругие колебания давлений. Для решения проблемы нами разработан и успешно прошел испытания в промысловых условиях комплексный виброволновой метод для восстановления продуктивности скважин с проведенными ранее ГРП и ограничением преждевременного их обводнения. Исследованы геолого-технические факторы, влияющие на эффективность скважин. Разработана конструкция виброволнового гидромонитора (ВГМ), позволяющая использовать комплекс при обработке горизонтальных скважин, скважин со вторыми стволами, также при ограничениях водопритоков. Определена физическая сущность и смоделирована принципиальная схема воздействия виброволнового метода на ПЗП скважин. Главным фактором успешности метода является обработка интервала перфорации через ВГМ большим объемом рабочей жидкости под давлением в виде упругой волны.

Ключевые слова: виброволновой метод, продуктивность скважин, призабойная зона, обводненность.

USE VIBROVOLNOVOGO EXPOSURE TO RESTORE PRODUCTIVE WELLS

Апасов Т.К., Апасов Г.Т., Саранча А.В.

Federal state budget higher professional educational institution "Tyumen State Oil and Gas University", Tyumen, Russian Federation (625000, Tyumen, Volodarskogo street, 38), e-mail: sarantcha@mail.ru

Field experience developing oil fields in Western Siberia shows reduced productivity of wells in operation due as low reservoir properties of hard-productive formations and deterioration of permeability bottomhole zone (PPP) pollution of various kinds plugging. With diverse nature of the causes of deterioration of reservoir properties of the formation and premature flooded wells, achieving the fullest elaboration of layers with decreasing volume of produced water may result in the improvement of existing, developing new technologies integrated stimulation hydrocarbons. The most effective in this regard are the results of scientists wave methods, using jetting working on the flow of well fluid and creating a low-frequency elastic vibrations pressures. To solve the problem, we have developed and successfully tested in field conditions vibrovолnovoy comprehensive method for restoring the productivity of wells with previous EMG and limiting their premature flooding. Studied geological and technical factors influencing its effectiveness. The design of the vibration wave jetting (VGM) you can use when processing complex horizontal wells, wells with sidetracks, also at limiting water. The physical nature and concept modeled impact vibration wave method on the PPP wells. The main factor in the success of the method is the treatment of the perforated interval through VGM large volume of pressurized hydraulic fluid in the form of elastic waves.

Keywords: Vibration wave method, productivity of wells, bottomhole zone, water cut.

Текущее состояние разработки нефтяных месторождений Западной Сибири показывает, что большая часть запасов нефти и газа сосредоточены в продуктивных объектах на поздней стадии эксплуатации, характеризующейся снижением продуктивности скважин, повышением преждевременной обводненности. Особенно осложнились проблемы с

массовым проведением ГРП на месторождениях, которое часто в процессе эксплуатации скважин сопровождается загрязнением призабойной зоны пласта (ПЗП) сложным по составу кольматантом. Существующие методы по восстановлению продуктивности скважин часто оказываются малоэффективными, при этом успешность работ составляет не более 60%, что связано со сложностью решения поставленных задач и несоответствием выбора скважин и технологий работ [1; 2]. Наиболее эффективными в этом направлении по результатам ученых являются волновые методы с применением гидромониторов, работающих от потока скважинной жидкости и создающих низкочастотные упругие колебания давлений. Виброволновой метод совместим с другими технологиями, его можно использовать комплексно при водоизоляционных работах. Промысловые результаты применения вибрационных технологий показали, что со снижением частоты импульсов эффективность очищения повышается и оптимальная частота составляет 1-20 Гц [3; 4]. Лабораторные эксперименты на кернах, в которых под воздействием глинистого раствора проницаемость снизилась на 55-60% (ее восстанавливали гидромониторной обработкой, обратной промывкой и гидроимпульсным воздействием), показали, что восстановление после гидроимпульсной обработки было наибольшим и составляло 62-85%.

На основании обзорного анализа методов воздействия на ПЗП разработан виброволновой гидромонитор (ВГМ) (Патент на полезную модель РФ № 139424 МПК E21B 28/00), спускаемый на НКТ в интервал продуктивного пласта. Суть его заключается в поинтервальной (через каждые 30 см) очистке пласта жидкостью с импульсными перепадами давлений с низкими частотами. При закачке любых рабочих жидкостей через ВГМ, равномерное движение потока жидкости преобразовывается в колебательное, пульсационное на выходе из насадок. Обработка ПЗП жидкостью с импульсными перепадами давлений с разными частотами от 1 до 3 Гц, с амплитудами от 1 до 6 МПа позволяет регулировать глубину воздействия, сократить затраты времени на очистку ПЗП. Рабочая жидкость (первоначально - вода) насосными агрегатами 7 подается через промысловый шланг, по НКТ к забойному волновому гидромонитору с созданием циркуляции в затрубное пространство. Перемещая ВГМ через каждые 30 см, производится очистка перфорационных каналов всего интервала перфорации пласта с определением поинтервальной приемистости при давлении 10 МПа. После проводится селективное кислотное воздействие через ВГМ для растворения загрязнений, далее посадка пакера, освоение и извлечение продуктов реакции существующими методами освоения, в большей степени струйным насосом. Весь процесс сопровождается глубинными замерами. Технологическая схема виброволнового воздействия - на рисунке 1.

По результатам практических внедрений и теоретического анализа сформировались технологические требования к виброволновому методу, определены основные факторы, влияющие на эффективность, учитываемые при подборе скважин-кандидатов с ранее проведенными ГРП, отличающихся высокой приемистостью пласта. Определена физическая сущность и смоделирована нами принципиальная схема воздействия виброволнового метода на ПЗП этих скважин. Для достижения эффекта необходимо:

- на первом этапе разрушить структуру сложного состава загрязнений малоподвижных коллоидных растворов, гидравлическими импульсами давлений разбить блокаду из этих загрязнений, привести их в дисперсное взвешенное состояние в порах пласта;

- на втором этапе растворить максимально эти загрязнения кислотным составом в виброволновом режиме за счет колебаний давлений жидкости с низкой частотой;

- на третьем этапе за счет продолжения последовательных импульсов давления жидкости в виде репрессии и депрессии оттеснить остатки загрязнений вглубь пласта за пределы призабойной зоны (1-1,5 м) или, наоборот, при получении фильтрации жидкости из пласта с появлением циркуляции в затрубном пространстве вынести остатки подвижных частиц загрязнения на поверхность, это позволит окончательно очистить каналы для фильтрации пластовой жидкости к забою скважины.

Схема представлена на рисунке 1.

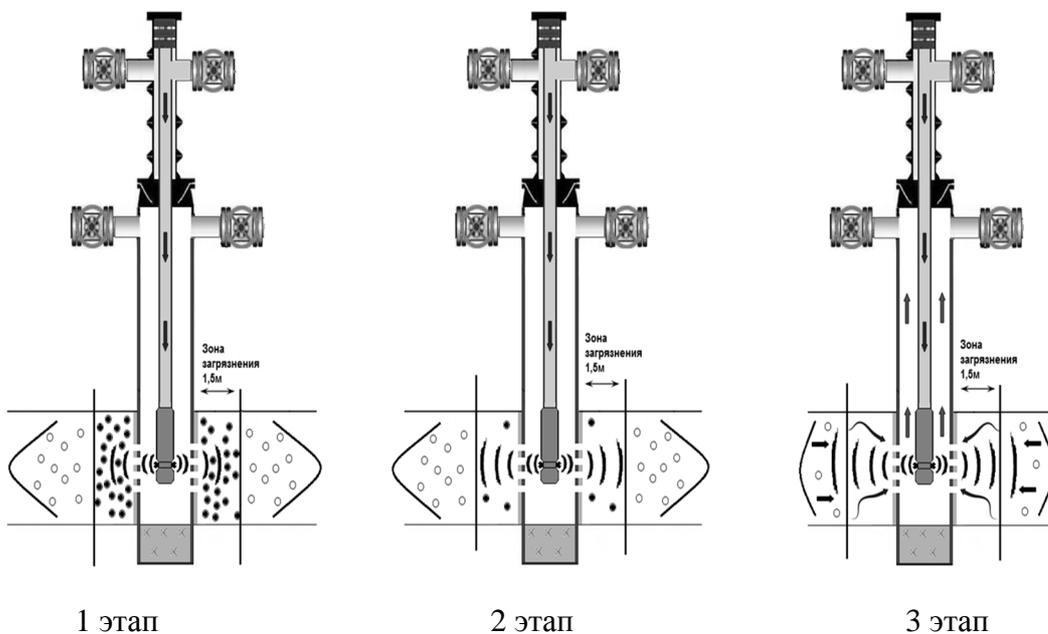


Рис. 1. Схема воздействия метода на ПЗП скважин.

Главным фактором успешности метода является обработка интервала перфорации через ВГМ большим объемом рабочей жидкости под давлением в виде упругой волны. Оптимальное сочетание расхода и объема рабочей жидкости с селективной химической

кислотной обработкой, а также высокие гидравлические колебания позволяют восстановить продуктивность добывающих скважин с ранее проведенными ГРП, с загрязнениями ПЗП сложным составом кольматанта, состоящим из остатков продуктов бурения и ГРП. Эффективность виброволновой обработки с ВГМ по восстановлению продуктивности скважин в подобных условиях практически апробирована на многих скважинах месторождений. Рассмотрим для примера скважину № 25 Южно-Охтеурского месторождения. В процессе бурения этой скважины основной эксплуатируемый объект ЮВ1 имел низкие пластовые давления, при первичном вскрытии в результате репрессии произошло поглощение бурового полимер-глинистого раствора в объеме до 50 м³, это явилось основной причиной повреждения продуктивного пласта, что привело к снижению фазовой проницаемости для нефти или газа и в конечном итоге снижению продуктивности впоследствии. Известно: негативное воздействие фильтратов буровых растворов наиболее характерно проявляется в пластах с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС). В большей степени все вышесказанное относится к скважинам с низкими пластовыми давлениями. В работе [5] приведены данные о влиянии репрессии на глубину проникновения фильтрата при прочих равных условиях (время и площадь фильтрации, проницаемость фильтрационной корки, вязкость фильтрата). Соответственно после бурения по скважине произвели большеобъемную глино-кислотную обработку с освоением струйным насосом и запустили в работу с УЭЦН-50-2100. В течение трех месяцев работы приток по жидкости не превысил 10-12 м³/сут, по устьевым пробам постоянно выносились примеси глинистого раствора. Было принято решение произвести гидроразрыв пласта с закачкой 25 тонн проппанта с последующим освоением струйным насосом. После запуска скважины от 30.04.2014 г. получили дебит жидкости 40 м³/сут при Ндин = 1400 метров с УЭЦН-50-2100. В течение двух месяцев работы скважины дебит жидкости с 40 м³/сут снизился до 12 м²/сут, перевели ЭЦН на периодическую эксплуатацию, в пробах на устье продолжали выноситься остатки бурового раствора. Для восстановления продуктивности геологической службой была предложена виброволновая обработка скважины с ВГМ, рабочей жидкостью использовать щелочной раствор на основе кальцинированной соды с добавлением ПАВ. Для проведения работ на забой скважины на НКТ-73 была спущена компоновка в составе: волновой гидромонитор (ВГМ), мандрель с глубинным манометром-термометром, фильтр механической очистки, акустический режекторный фильтр. Впервые для снижения вибраций НКТ использовался в подвеске разработанный нами акустический режекторный фильтр (Патент на полезную модель РФ № 140463 МПК E21B 33/12). Рабочую жидкость (щелочной состав) насосными агрегатами подавали через промывочный шланг по НКТ к ВГМ при открытом затрубном

пространстве. Весь процесс воздействия на пласт сопровождался записью давления и температуры глубинным манометром в интервале перфорации, рисунок 2.

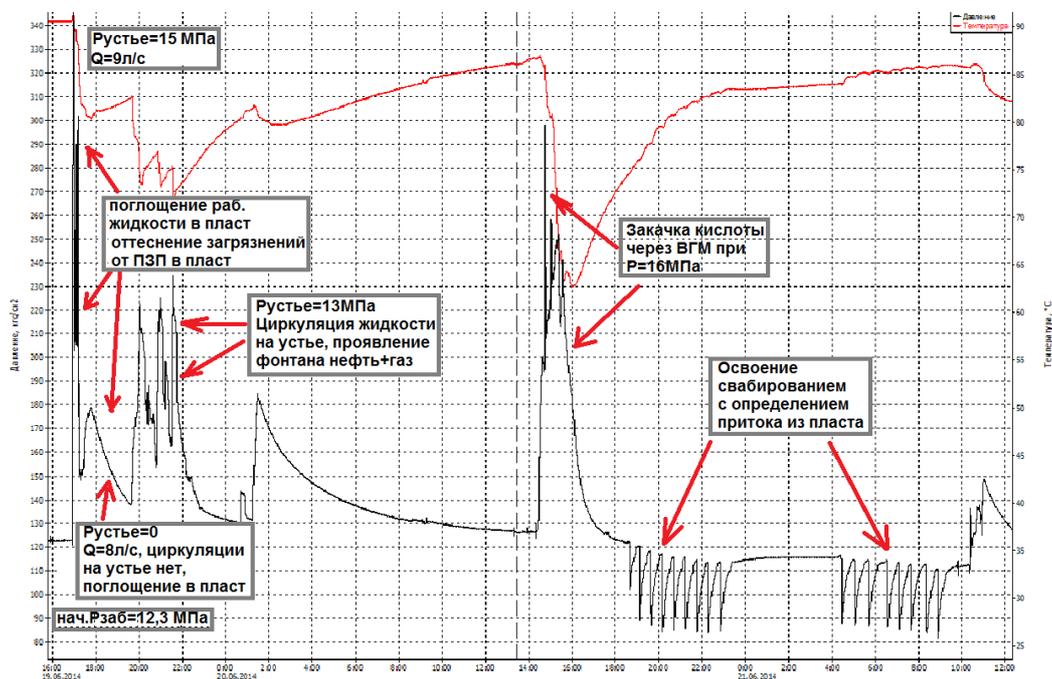


Рис. 2. Изменения давления и температуры при воздействии на ПЗП.

На первом этапе виброобработку производили двумя агрегатами при расходе жидкости до 9 л/сек с поднятием давления на устье до 15 МПа, вертикально перемещая ВГМ снизу вверх по интервалу перфорации (2153-2157) через каждые 30-40 см. Соответственно, меняя расход рабочей жидкости на агрегатах, выполнили знакопеременную гидроударно-волновую обработку пласта в течение 40 минут, циркуляция в затрубное пространство отсутствовала. Согласно предложенной модели происходило разрушение блокады загрязнений с ее частичным растворением щелочным составом по всему интервалу перфорированного пласта с последующим оттеснением оставших загрязнений за пределы ПЗП. При дальнейшем воздействии после закачки 20 м³ рабочей жидкости произошло снижение устьевого давления нагнетания до атмосферного, оставили в работе один агрегат с расходом жидкости 8 л/сек, циркуляция в затрубном пространстве отсутствовала. Падение устьевого давления свидетельствует о разрушении блокады загрязнений и открытии каналов фильтрации от чистой зоны пласта до ПЗП. После закачки через ВГМ дополнительно 15 м³ щелочного состава произошло повышение давления нагнетания до 13 МПа с появлением циркуляции по затрубному пространству в виде фонтанного проявления нефти и газа. Фонтанирование происходило в течение 10-15 минут, далее скважину временно остановили для последующей кислотной обработки. На следующем этапе выполнили селективную обработку пласта через ВГМ глино-кислотной композицией в объеме 10 м³. Продавили в

пласт кислотный состав технической водой в объеме 10 м³, с повышением давления на устье до 16 МПа, при закрытом затрубном пространстве. После реагирования кислотного состава произвели извлечение продуктов реакции свабированием с двумя циклами и остановками для определения стабильного притока. По результатам интерпретации глубинных исследований, проведенных по скважине № 25, получены положительные результаты, коэффициент продуктивности по расчету 1,49 м³/сут/атм., скин фактор -0,01, указывающий чистоты ПЗП, приток жидкости составил при свабировании 21 м³/сут при динамическом уровне 900 м; в итоге рекомендован ЭЦН-44-2100.

Показатели работы скважины № 25 после запуска УЭЦН практически подтвердили результаты гидродинамических исследований и эффективность обработки ПЗП виброволновым воздействием, рисунок 3.

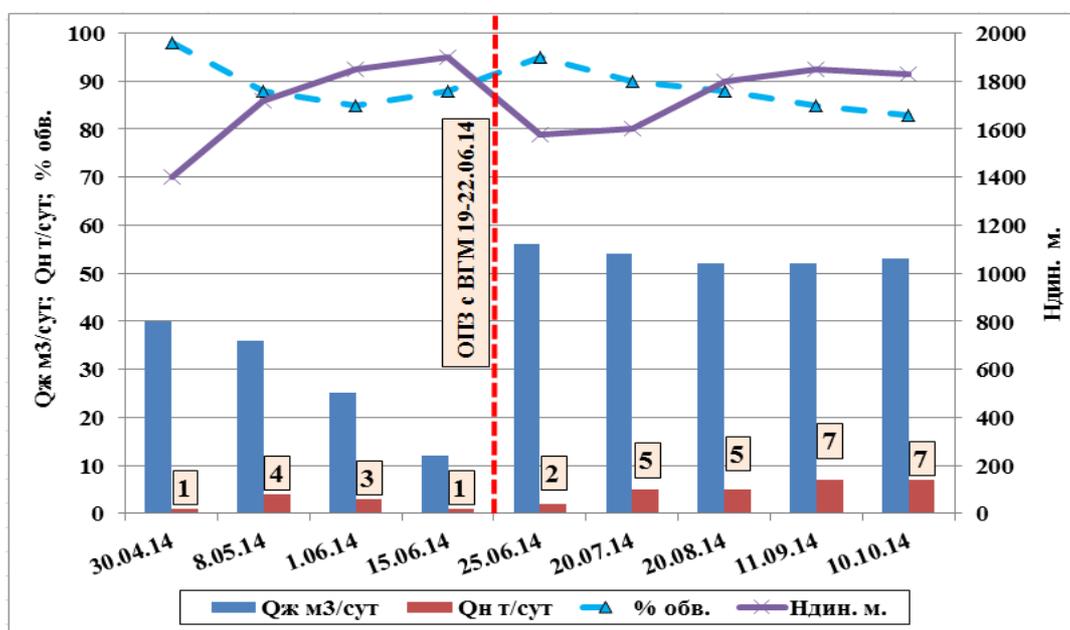


Рис. 3. Показатели работы скважины 25 после ОПЗ с ВГМ.

В результате виброволнового воздействия на ПЗП скважины № 25 получен прирост 6 т/сут по нефти, по данным предприятия дополнительная добыча нефти с 23.06.2014 по 01.10.2014 года составила 630 тонн, прибыль от внедрения составила 3,5 млн рублей. В последующем восстановление продуктивности по этой технологии успешно проведено на скважинах № 26 и № 48 Южно-Охтеурского месторождения, получено по ним средним приростом 5,5 т/сут по нефти.

Выводы

1. В целом виброволновая обработка ПЗП по восстановлению продуктивности успешно прошла испытания на скважинах №№ 25, 26, 48 Южно-Охтеурского месторождения и рекомендована для дальнейшего применения.

2. Приведена физическая сущность, смоделирован технологический процесс воздействия виброволнового метода по очистке ПЗП в скважинах после бурения, проведены ГРП с практической апробацией с сопровождением глубинными замерами.

3. Виброволновой метод технически и технологически прост в проведении, совместим с другими методами и технологиями, применим в добывающих, нагнетательных скважинах с вертикальным и горизонтальным окончанием в различных геолого-промысловых условиях, является одним из перспективных методов воздействия на призабойную зону скважин.

Список литературы

1. Гайворонский И.Н., Мордвинов А.А. Гидродинамическое совершенство скважин. Обзорная информация. - М., 1983. - 36 с. - Сер.: Нефтепромысловое дело.
2. Гошовский С.В., Абдуладзе А.К., Клибанец В.А. Совершенствование способов вскрытия нефтегазоносных пластов. Обзорная информация // ВНИИОЭНГ. Сер.: Бурение. - 1983. - С. 21.
3. Комплексные схемы ультразвукового воздействия на пласты на Самотлорском месторождении / Апасов Т.К. [и др.] // Наука и ТЭК. - 2011. - № 6. - С. 80-84.
4. Нургалеев Р.М., Шагиев Р.Г., Кучумов Р.Я. Исследования влияния частоты гидравлических ударов на изменение коэффициента проницаемости керна // Тр. УНИ. - 1972. - Вып. 8. - С. 144-148.
5. Максutow Р.А. Промысловые и лабораторные эксперименты по закачке воды при переменном давлении нагнетания на устье // Нефтепромысловое дело. - 1973. - № 11. - С. 20-21.
6. Разработка и промысловые испытания облегченных промывочных растворов для повышения качества вскрытия продуктивных пластов и увеличения начального дебита : отчет о НИР (заключительный) / рук. Лукманов Р.Р. ; Когалым НИПИнефть. - Когалым, 2006. - 161 с.
7. Устройство для воздействия на призабойную зону пласта скважины и ее очистки / Апасов Т.К. [и др.] : патент на изобретение RUS 2213859 15.06.2001.

Рецензенты:

Грачев С.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ТюмГНГУ, г. Тюмень;

Леонтьев С.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ТюмГНГУ, г. Тюмень.