

Казанский Федеральный Университет
Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов
Kazan Federal University,

Department of oil & gas technology and carbon materials

Анализ метода импульсно-волнового воздействия

на призабойную зону пласта

Analysis of the method of pulse-wave impact

on the bottom zone of the formation

Алфаяд Ассим Гани Хашим, Alfayyadh Assim Gheni Hashim¹

Кемалов Руслан Алимович, Kemalov Ruslan Alimovich²

Кемалов Алим Фейзрахманович, Kemalov Alim Feizrahmanovich³

аспирант кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов¹

кандидат технических наук,

доцент кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов²,

доктор технических наук, профессор, академик РАЕН³

заведующий кафедрой технологии нефти, газа и углеродных материалов

Казань, Россия

УДК 665.5-405. Шифр научной специальности ВАК:

25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

E-mail: assemalfayad@gmail.com¹, kemalov@mail.ru², alim.kemalov@mail.ru³

Аннотация: В процессе эксплуатации и ремонта скважин на месторождениях нефти и газа, подземных хранилищах газа, обычно происходит снижение фильтрационно-емкостных свойств призабойной зоны пласта (ПЗП) под действием ряда причин. С целью сохранения производительности скважин обычно применяется метод увеличения депрессии на пласт при отборе углеводородов (что часто отрицательно сказывается на состоянии ПЗП), а также различные физико - химические и гидродинамические методы воздействия на ПЗП для восстановления коллекторских свойств в этой зоне, этим и обусловлена актуальность выбранной темы. Теоретически и практически была исследована технология импульсно-волнового воздействия (ИВВ) на практике Западно-Останинском месторождения. Таким образом, для решения проблемы образования асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), улучшение

фильтрации в породах призабойной зоны скважины необходимо правильно подобрать наиболее эффективную технологию, в том числе и для повышения нефтеотдачи.

Abstract: During the operation and repair of wells in oil and gas fields, underground gas storage facilities, there is usually a decrease in the filtration and capacitance properties of the bottomhole formation zone (PZP) under the influence of a number of reasons. In order to preserve the productivity of wells, the method of increasing depression on the formation during the extraction of hydrocarbons is usually used (which often negatively affects the state of the WPP), as well as various physico-chemical and hydrodynamic methods of influencing the WPP to restore reservoir properties in this zone, which determines the relevance of the chosen topic. Theoretically and practically, the technology of pulse-wave action (IWW) was studied in practice at the Zapadno-Ostaninskoye field. Thus, in order to solve the problem of the formation of asphalt-resin-paraffin deposits (ASF), improving filtration in the rocks of the bottom-hole zone of the well, it is necessary to choose the most effective technology correctly, including to increase oil recovery.

Ключевые слова: импульсно-волновое воздействие, призабойная зона пласта, волновые методы, скважина, фильтрация, асфальтосмолопарафиновые отложения.

Key words: pulse-wave action, bottomhole formation zone, wave methods, well, filtration, asphalt-resin-paraffin deposits.

1 ВВЕДЕНИЕ (INTRODUCTION)

В процессе разработки нефтяных месторождений уменьшается пластовое давление и на определенном этапе разработки месторождения существующая пластовая энергия становится недостаточной для вытеснения нефти из малопроницаемых зон пласта в эксплуатационные скважины, в результате чего в пласте появляются застойные (малоподвижные) зоны нефти [4]. В неоднородных по проницаемости пластах в процессе вытеснения нефти водой создаются условия для блокирования нефти в менее проницаемых зонах пласта и, соответственно, увеличение притока воды к эксплуатационным скважинам, что приводит к уменьшению нефтеизвлечения из пластов [3], [5].

Проблема образования АСПО на поверхностях внутрискважинного оборудования и промысловых транспортных коммуникаций при механизированной добыче нефти на всех стадиях разработки месторождений является на сегодняшний день наиболее острой, наиболее емкой в плане материальных затрат. Вред от АСПО приводит к порче нефтедобывающего оборудования, затрудняет и замедляет добычу нефти, загрязняют скважины [2].

Проблему образования АСПО можно также связать с тем, что многие из месторождений в России находятся на поздней стадии разработки, характеризующейся высокой обводненностью продукции. С увеличением обводненности может наблюдаться увеличение доли смол и асфальтенов в добываемой нефти и, следовательно, повышение вероятности образования АСПО в подземном оборудовании [2], [5].

Целью работы является проведение анализа метода импульсно волнового воздействия для обработки ПЗП с целью повышения нефтеотдачи.

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

1. Изучить проведенные практические исследования на Западно-Останинском месторождении;
2. Определить сущность технологии ИВВ на ПЗП.

Таким образом, для обработки ПЗП чтобы увеличить нефтеотдачу, необходимо подобрать ту или иную технологию, которая эффективна для увеличения дебита нефти.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ (MATERIALS AND METHODS)

Сущность волновых методов увеличения нефтеотдачи пластов заключается в формировании для увеличения объема извлекаемого из недр углеводородного сырья и снижению энергетических затрат [14]. Чтобы увеличить суммарный объем добычи нефти из пласта, темп добычи и улучшить качество добываемой продукции, необходимо применять методы обработки ПЗП [27].

В работе [11] в основном, используется общий термин – волновое воздействие, а именно импульсно-волновой метод с целью увеличения

нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти, а также обработка ПЗП.

Рассматривая методы для импульсно-волнового воздействия на продуктивные пласты, можно разделить на группы (рис. 1). К первой группе можно отнести: комплексную технологию гидрореагентного воздействия с использованием струйных устройств стационарного или вставного типа (УКОП-1М, НСВ-2) вместе с генераторами волновых колебаний; технологии и оборудование для воздействия на закольматований пласт гидравлическими импульсами давления регулируемой амплитуды с использованием гидроударных устройств: в пласте создаются знакопеременные градиенты давления - до 1,5МПа / м; амплитуда импульсов давления - 5МПа [1]. Ниже представлен рисунок 1 классификации методов для импульсно-волнового воздействия на продуктивные пласты.

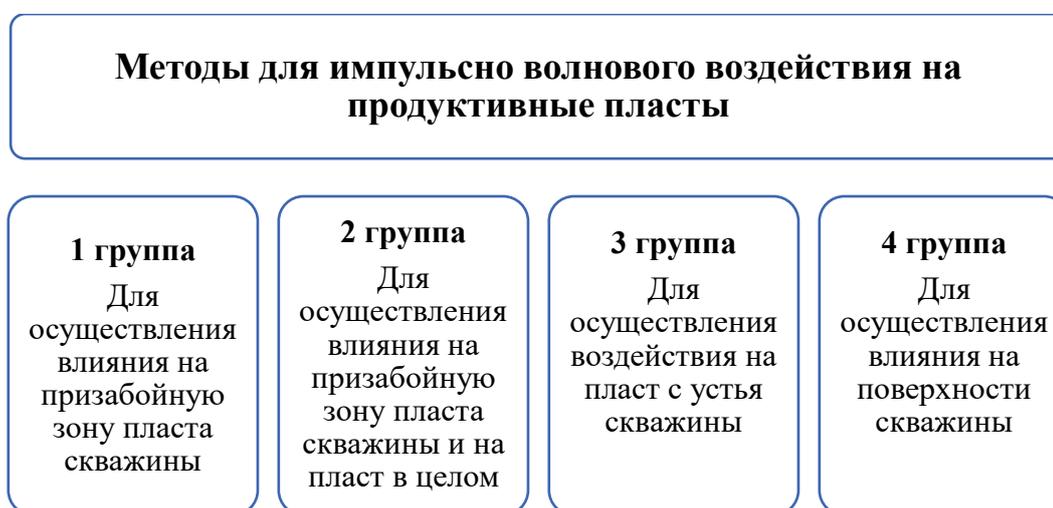
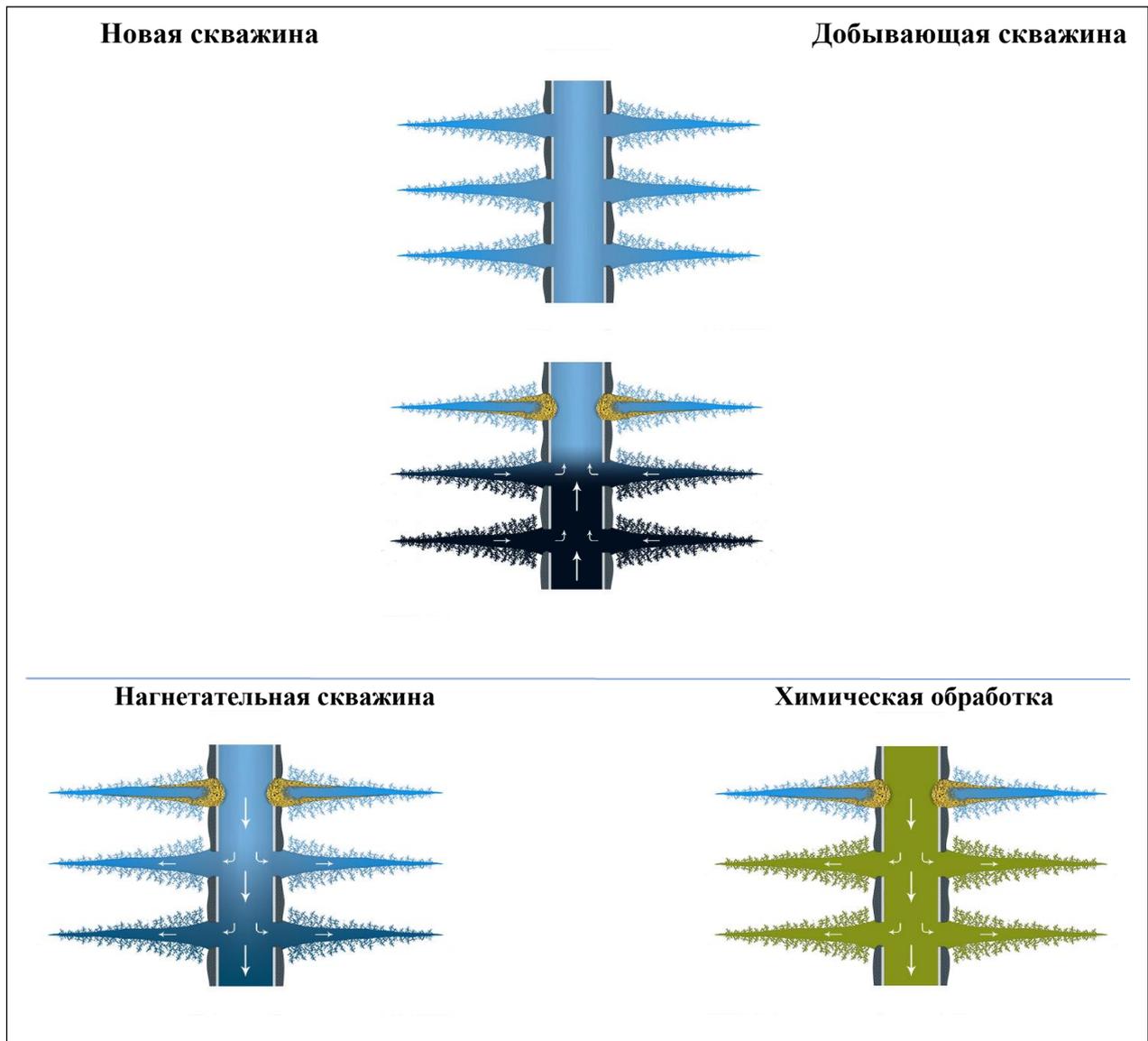


Рисунок 1 - Классификация методов для импульсно-волнового воздействия на продуктивные пласты

Технология и оборудование (рис. 2) для ее реализации защищены патентами Российской Федерации. Импульсно-волновое воздействие с использованием генератора импульсов устьевого осуществляется путем создания на забое скважины циклов изменения давления по заданному алгоритму (рис. 3), что позволяет воздействовать на пласты переменными, или знакопеременными давлениями (чередование депрессий и репрессий) - циклическими депрессиями. Режимы работы ГИУ определяются для каждой конкретной скважины с учетом горно-геологических условий, а управления его работой осуществляется с использованием специализированного программного

обеспечения [21].

На этой основе нами были созданы генераторы колебаний (под разные колоны скважин), обеспечивающие как волновое воздействие, так и гидродинамическую очистку фильтров или перфорационных каналов, поверхности обсадной колонны, генерирование ударных импульсов давления при периодическом совпадении осей гидродинамических генераторов кавитации и перфорационных каналов.



ИВВ уменьшает повреждения скважины, возникшие в процессе бурения, цементирования и перфорирования

ИВВ удаляет засорения конечного оборудования и перфорациях

ИВВ повышает эффективность хим. обработок за счет увеличения контактируемой площади в пределах целевой зоны.

ИВВ повышает приемистость и снижает давление нагнетания

Рисунок 2 - Технология и оборудование ИВВ

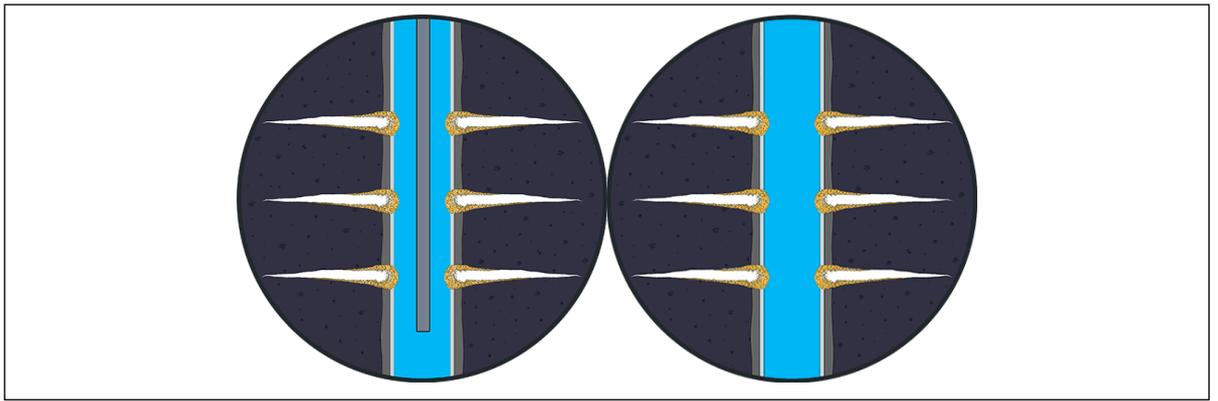


Рисунок 3 - Обработка ПЗП генератором импульсов волновым

По значению частоты генерируемого волнового поля их разделяют на методы низкочастотного (до 1 кГц) и высокочастотного (свыше 1 кГц) воздействия [9]. Как показывают теория распространения упругих волн в поглощающих средах и практические результаты внедрения данных методов, при реализации низкочастотного волнового воздействия радиус охваченной зоны зачастую превышает сотни и тысячи метров, в то время как при высокочастотном воздействии охватывается только очень небольшая околоскважинная зона пласта [12].

На рисунке 4 показано распределение поля давлений по радиусу пласта при тех же исходных параметрах. Видно, что при больших значениях параметра $P = \rho / \chi T$, т.е. при малых χT волна давления проникает вглубь пласта на расстояние порядка нескольких λ (до 1-2 м), интенсивно воздействуя таким образом лишь на прискважинную зону пласта. При меньших значениях P (больших χT) волна давления проникает вглубь пласта на расстояние до нескольких десятков λ (до 100 и более метров), оказывая импульсно-волновое воздействие уже на более удаленные от скважины зоны. Поэтому очевидно, что для более глубокого воздействия на пласт надо использовать низкочастотные импульсные сигналы.

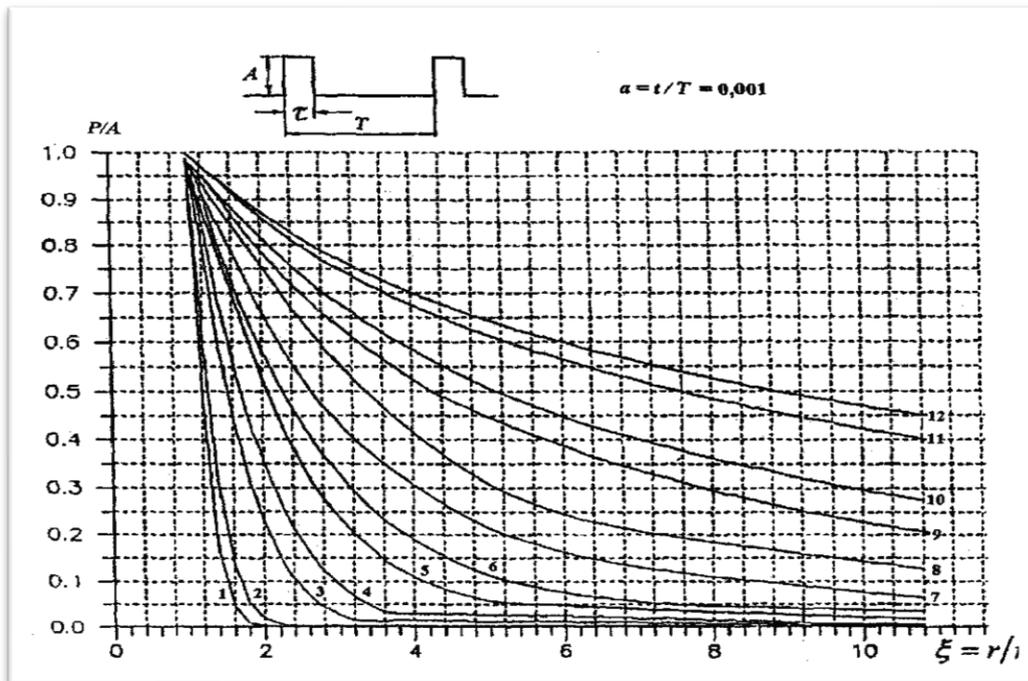


Рисунок 4 - Распределение поля давлений по радиусу пласта при импульсном воздействии в скважине

Одним из ключевых результатов проведения волнового воздействия является снижение обводненности добываемой продукции.

Волновое воздействие может осуществляться как с помощью погружных источников, расположенных в непосредственной близости от целевого пласта или пластовой системы, так и с земной поверхности, и с устья скважин (используя волновод) с помощью специальных массивных вибрационных и импульсных источников. Последнюю технологию принято называть технологией объемного вибросейсмического воздействия на залежь [7].

Основным условием правильного выбора метода волнового воздействия является четкое понимание физических процессов, происходящих при излучении упругих волн в пористую среду, насыщенную пластовыми флюидами [11].

ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)

Высокоамплитудные пульсации давления флюидов, насыщающих пористую среду, вызывают необратимое увеличение абсолютной проницаемости за счет процессов образования новых и раскрытия старых микротрещин, разрушения и дезинтеграции кольматирующего материала. Распространение пульсаций увеличивает фазовую проницаемость нефти за счет воздействия на реологические характеристики пластовой нефти. Так, авторами работы [4] были экспериментально обнаружены изменения в реологическом поведении некоторых неньютоновских жидкостей, а именно снижение сдвиговой вязкости на 20 – 30% сразу после воздействия упругими колебаниями интенсивностями 8 – 100 кВт/м² и с частотами 20 Гц – 4,5 МГц [21].

В работе [7] было доказано, что только низкочастотные импульсы давления, генерируемые в скважине, могут охватить возмущением пласт достаточно большой протяженности (до 100 и более метров), что позволяет исследовать фильтрационные свойства коллектора методом межскважинного прозвучивания и способствует интенсификации притока флюида в скважину.

В компании НТС-Лидер с 2005 года успешно применяется технология ИВВ для повышения нефтеотдачи на поздней стадии разработки месторождений.

В основе технологии лежит обработка призабойной зоны пласта импульсными упругими волнами. Импульсно-волновое воздействие осуществляется с устья нагнетательной скважины. Низкочастотные упругие колебания создают волны, которые распространяются на сотни метров, возбуждая низкопроницаемые участки, интенсифицируя фильтрационные процессы и улучшая проницаемость пласта. Вовлечение в работу значительных недренируемых ранее пропластков определяет высокую эффективность ИВВ [20].

Данную технологию применяли на Западно-Останинском месторождении, которое характеризуется сложными геологическими условиями, которые связаны с низкой проницаемостью и малой

нефтенасыщенной толщиной [20].

Рассмотрим на рисунке 5 динамику работы добывающей скважины № x1 Западно-Останинского месторождения.

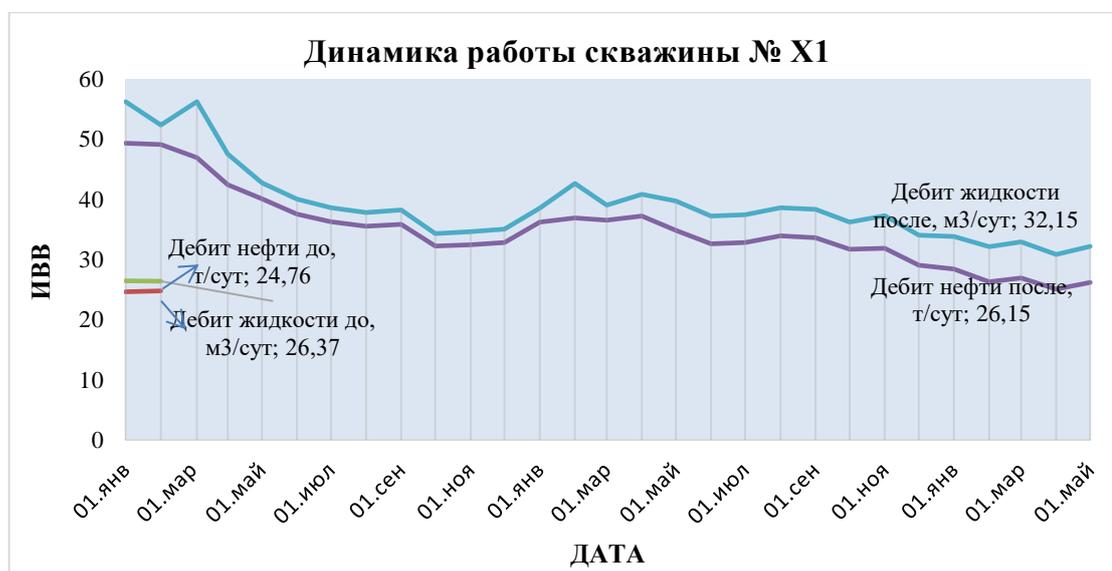


Рисунок 5 - Динамика работы добывающей скважины № x1 Западно-Останинского месторождения

Таким образом, результаты показали: до обработки добывающей скважины ИВВ параметры составляли дебит жидкости 29 м³/сут и дебит нефти 27 т/сут, а после показатели увеличились - дебит жидкости до 56 м³/сут, а дебит нефти до 49 т/сут. Также увеличилась приемистость с 130 м³/сут. до 252 м³/сут.

Основная масса работ по разработке технологий волнового воздействия проводится в направлении повышения нефтеотдачи пластов.

Исследования и опытно-промышленные работы по вибровоздействию на нефтяные пласты ведутся уже около 40 лет и в них принимают участие многие ведущие организации: ВНИИнефть, НПО «Союзнефтеотдача», ВНИИгеоинформсистем, СибНИИНП, ТатНИПИ, БашНИПИнефть, Институт Физики Земли РАН, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, ИФИНГ, УНИ, ИМАШ РАН и другие [7].

Опыт практического применения технологий волнового воздействия показывает, что эффективными могут быть как средства наземного воз-

буждения упругих волн, так и скважинные источники различного типа, отличающиеся как принципом действия, так и энергетическими и амплитудно-частотными характеристиками сигналов [7].

Рассмотрим основные способы осуществления волнового воздействия на пласт.

1. С поверхности при помощи вибросейсмических источников.

Институтом Физики Земли Академии наук предложен способ вибросейсмического воздействия на обводненные нефтяные месторождения [26]. В качестве вибросейсмического источника используется поверхностный электрогидравлический вибратор СВ-20/60 с максимальным виброусилием 20 тс. Вибросейсмическое воздействие осуществляется на доминантной частоте пласта, найденной в ходе предварительных испытаний. В частности, обнаружено, что доминантная частота коллектора гранулярного типа составляет 12 Гц. Применение этого способа на обводненном нефтяном месторождении Абузы позволило повысить содержание нефти в скважинной жидкости в 2 раза, что объясняется восстановлением подвижности заземленной нефти в смеси пластовых флюидов.

Во ВНИИГеоинформсистем с целью аккумуляции нефти в пласте и последующего его извлечения традиционными методами сейсмоакустическое воздействие на обводненные нефтяные пласты производится с помощью вибросейсмических платформ [6].

2. С поверхности при помощи пневмоимпульсных генераторов ГИДП. Способ, предложенный ВНИПИ взрывгеофизикой [25], предназначен для обработки прискважинной зоны пласта и фильтров скважин различного назначения путем выхлопа сжатого газа или продуктов горения взрывчатых веществ в скважине, заполненной жидкостью. Выхлоп сжатого газа проводят на устье закрытой скважины, возникающее при этом избыточное давление на скважинную жидкость, поддерживают до прекращения понижения давления на устье скважины. Избыточное давление на устье сбрасывают путем его резкого открытия.

3. Воздействие ударами по наковальне, установленной в скважине.

Данный способ волнового воздействия на залежь предложен сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского нефтегазового института [24]. Суть его состоит в том, что в эксплуатационную скважину на уровне нефтяного пласта устанавливают наковальню, по которой наносят удары. В качестве груза используют заполненные утяжеленной жидкостью бурильные трубы.

Сила удара груза о наковальню обеспечивает мощные упругие колебания в пласте.

4. Импульсное воздействие испытателем пластов. Производственным объединением «Татнефтегеофизика» предложено осуществлять импульсное воздействие на призабойную зону пласта испытателем пластов, что способствует разрушению и выносу засоряющих частиц, и восстановлению коллекторских свойств призабойной части пласта. Эффективность воздействия в добывающих скважинах составляет 66%, в нагнетательных - 80 %; продолжительность эффекта - 6 - 18 месяцев. Прирост добычи нефти на одну операцию - 500 т, закачиваемой воды - 11000 м.

5. Вибровоздействие посредством депрессий. Институтом БашНИПИНефть (Уфа) предложен способ воздействия на призабойную зону пласта [23], включающий спуск в скважину колонны НКТ, сообщаемой с пластом, закачку в скважину газа при давлении, соответствующем пластовому, и создание многократных Депрессий на пласт с убывающей частотой (начальная частота составляет порядка 0,15 Гц) до выравнивания забойного и пластового давлений. Продуктивность скважины в результате воздействия на пласт циклической депрессией возросла на 68%.

6. Обработка забоев скважин с помощью гидравлических вибраторов. В РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина под руководством С.М. Гадиева разработаны вибраторы золотникового типа ГВЗ-108, использующие энергию потока рабочей жидкости. В качестве рабочей жидкости могут быть использованы вода, нефть, ПАВ; расход ее составляет 15 - 20 дм³/с. Вибратор спускается в скважину в зону обработки. Частота ударных импульсов - 100 - 200 Гц; давление на выходе - 10 МПа; длительность обработки - 5-8 час.

Вибраторы ГВЗ-108 позволяют получить наибольшую амплитуду давления по сравнению с гидродинамическими излучателями волн давления типа ГК, ПВ-54, ГДИ-1, ГАП. Как отмечают сам автор [8], недостатком вибраторов золотникового типа является малая глубина воздействия на пласт вследствие быстрого затухания в поровом пространстве колебаний давления.

В РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина разработан также вибратор клапанный ударный КУВ-100 [22], предназначенный для улучшения фильтрационных характеристик пласта и увеличения нефтеотдачи. Вибратор КУВ-100 спускается в скважину в зону обработки. В качестве рабочей жидкости используются вода, нефть, ПАВ. Частота ударных импульсов не более 20 Гц; амплитуда импульса давления на выходе при расходе рабочей жидкости 20 дм³/с не менее 25 МПа.

7. Акустическое воздействие на призабойную зону. СибНИИНП, ВНИИ Геоинформсистем и УПИ им. С.М. Кирова разработана и испытана аппаратура акустического воздействия на призабойную зону скважины [16]. Создаваемое акустическое поле имеет частоту от 7 до 20 кГц и интенсивность от 300 до 10000 Вт/м в зависимости от типа скважинного излучателя. Как отмечают авторы разработки, технологическая эффективность воздействия определяется возникновением дополнительного градиента давления в пористой среде, увеличением температуропроводности пород, расформированием зоны пониженной проницаемости, вызванной отложением парафинов и проникновением фильтра промывочных растворов, образованием дополнительных трещин в призабойной зоне, а также изменением реологических свойств нефти в пластовых условиях (снижение вязкости, увеличение фазовой проницаемости и др.).

Аппаратура испытана на месторождениях Западной Сибири, было проведено 20 обработок призабойной зоны скважин. Коэффициент успешности по обработанным скважинам составил 69 %.

8. Воздействие скважинным шаровым генератором импульсов давления. Способ и устройство разработаны ГП «Геосинтез» совместно с ПГО

«Центргеология» [28]. Основным элементом генератора является клапанное устройство, состоящее из седла с каналом и продавливаемым через канал под определенным давлением шаровым элементом из упругого материала. Генератор монтируется на колонне труб НКТ, размещается в зоне продуктивного пласта и предназначен для интенсификации процессов скважинной гидродобычи, интенсификации притоков в скважинах на воду и нефть путем возбуждения в зоне притока низкочастотных импульсов давления. В качестве рабочего агента в зависимости от целевого назначения скважин и требований экологии применяется вода, газы (воздух, двуокись углерода, азот и др.), аэрированная вода, растворы химических реагентов, поверхностно-активных веществ. Шаровые генераторы рассчитаны на длительное бесподъемное применение в эксплуатационных скважинах. Их привод в действие осуществляется по мере необходимости со спуском в скважину шаровых элементов, посадкой и продавливанием их через отверстие седла.

9. Способ, совмещающий наземное и скважинное воздействие на пласт. Конструктивно совмещенный вариант представляет собой мобильный импульсный источник большой мощности, расположенный на поверхности земли, и волновод, по которому к пласту подводится энергия с минимальными потерями [13], [15].

В качестве источника возбуждения колебаний используется станок канатно-ударного бурения УГБ-ЗУК [17], [18], источник геофизического типа СВ-10/100, либо электромагнитный молот МЭМ-3000 [13].

Для повышения эффективности наземных источников колебаний применяются промежуточные согласующие среды между излучающим элементом и грунтом, устройства статического нагружения грунта в районе работы источника, а также специальные устройства нагружения инерционной массы виброисточника весом транспортного средства. Для наземных источников разработана система управления частотой вибрации и амплитудой задающего сигнала [13].

С помощью разработанных технических средств были успешно проведены опытно-промысловые работы по вибросейсмическому воздействию на

обводненные нефтяные пласты месторождений Чангыр-Таш (ПО «Киргизнефть»), Жирновское (Жирновское НГДУ) и Павловское (НГДУ «Чернушка-нефть») [13]. На всех опытных участках в результате вибросейсмического воздействия произошло снижение обводненности продукции в среднем на 13 % и увеличение дебита нефти в среднем на 50%. Эффект наблюдался на протяжении нескольких месяцев. Повторное осуществление вибросейсмического воздействия вызвало увеличение дебита в контролируемых скважинах.

Следует отметить, что описанные выше технические средства и технологии возбуждения упругих колебаний в пласте — это далеко не полный перечень имеющихся у нас в стране и за рубежом разработок. Каждый из предлагаемых способов возбуждения упругих колебаний имеет свои преимущества и недостатки.

2 РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)

Теоретически и экспериментально доказано, что использование импульсно-волновой технологии воздействия на продуктивные пласты позволяет в процессе обработки скважин решать ряд гидродинамических задач по определению фильтрационных параметров и анизотропии пласта, оперативному мониторингу водонефтяного контакта и выявлению слоистой неоднородности. Разработанные методики: «Методика оценки фильтрационных свойств коллекторов с использованием низкочастотного межскважинного прозвучивания» и «Методика расчета фильтрационных полей в неоднородных пористых и трещиновато-пористых залежах» рекомендуются к использованию на практике при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых, добываемых скважинными методами.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)

Авторы подтверждают, что представленные данные не содержат конфликта интересов.

БИБЛИОГРАФИЯ (BIBLIOGRAPHY):

1. Khudin, M.V. Analysis of the current state of methods and means of increasing the productivity of oil wells by pulse-wave actions in reservoirs / M.V. Khudin, O.M. Karpash. – Text : direct // Oil and gas engineering. – 2013. - issue 1. - pp. 89–97.
2. Акрамов, Т.Ф., Яркеева Н. Р. Борьба с отложениями парафиновых, асфальтосмолистых компонентов нефти / Т.Ф. Акрамов, Н.Р. Яркеева. - Текст : непосредственный // Нефтегазовое дело. - 2017. - № 4. - С.67-72.
3. Увеличение отбора нефти путем воздействия на пласты пакетами упругих колебаний / Бажалук Я.М., Карпаш О.М., Клымышин Я.Д. [и др.]. – Текст : непосредственный // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». - 2012. - № 3. - С.185-198.
4. Бударина, О. В. Качество жизни населения в районе расположения очистных сооружений-источников неприятного запаха / О. В. Бударина, М. А. Пинигин, Н. В. Яковлев. – Текст : непосредственный // Водоснабжение и санитарная техника. – 2019. – № 7. – С. 16–22.
5. Алфаяд, А.Г.Х. Анализ методов волнового воздействия на призабойную зону пласта / А.Г.Х. Алфаяд, Д.З. Валиев. – Текст : непосредственный // Цифровая наука. – 2021. –№ 3. – с. 110–122.
- Дресвянников, В. А. Человеческий интеллектуальный капитал: теория, методология и практика оценки : монография / В.А. Дресвянников, О. В. Лосева. – Москва : Русайнс, 2018. - 282 с. – ISBN 9 78-5-4365-1291-4. – Текст : непосредственный.
6. Вахитов, Г.Г. Использование физических полей для извлечения нефти из пластов : монография / Г.Г. Вахитов, Э.М. Симкин. - Москва : Недра, 1985. - 231 с. – Текст : непосредственный.
7. Вольницкая, Е.П. Гидродинамические методы анализа фильтрационных полей и свойств коллекторов сложного строения при импульсно-волновых воздействиях в скважине : специальность 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Вольницкая Елена Петровна ; Российский государственный университет

- нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2005. – 256 с. Библиогр.: с. 229 – 256.
- Текст : непосредственный.
8. Гадиев, С.М. Использование вибрации в добыче нефти : монография / С.М. Гадиев. – Москва : Недра, 1977. – 159 с. – Текст : непосредственный.
9. Дыбленко, В.П. Волновые методы воздействия на нефтяные пласты с трудноизвлекаемыми запасами : Обзор и классификация / В.П. Дыбленко. – Москва : ОАМ «ВНИИОЭНГ», 2008. – 80 с. – Текст : непосредственный.
10. Прогнозирование и регулирование разработки газовых месторождений / Васильев В.И., Гутников А.И., Закиров С.Н. [и др.]. – Москва : Недра, 1984. - - 295 с. – Текст : непосредственный.
11. Каракетов, А.В. Совершенствование установки ударного внутрискважинного вибросейсмического воздействия на залежь : Специальность: 05.02.13 – «Машины, агрегаты и процессы» (нефтегазовая отрасль) : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Каракетов Азарий Валерьевич ; ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». – Уфа, 2017. – 197 с. Библиогр.: с. 179 – 195. - Текст : непосредственный.
12. Кузнецов, О.Л. Физические основы вибрационного и акустического воздействий на нефтегазовые пласты : монография / О.Л. Кузнецов, Э.М. Симкин, Д. Чилингар. – Москва : МИР, 2001. – 260 с. – Текст : непосредственный.
13. Лопухов, Г.П. Вибросейсмическое воздействие и технические средства его реализации на поздней стадии разработки нефтяных месторождений : специальность 05.15.06 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Лопухов Геннадий Петрович ; Всероссийский нефтегазовый научно – исследовательский институт им. академика А.П. Крылова (ВНИИнефть). – Москва, 2000. – 49 с. - М., 2000. - 49 с. – Библиогр.: с. 46–49. – Место защиты : Всероссийский нефтегазовый научно – исследовательский институт им. академика А.П. Крылова (ВНИИнефть). – Текст : непосредственный.

14. Скважинная шумометрия и виброакустическое воздействие на флюидонасыщенные пласты: Учебно-методическое пособие / Марфин Е.А. – Казань: Изд-во Казанский университет, 2012. – 44 с.
15. Назмиев, И.М. Низкочастотное ударно-волновое воздействие — эффективный метод повышения нефтеотдачи пластов / И.М. Назмиев, С.В. Андрейцев, А.В. Горюнов. – Текст : непосредственный // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. - 1997.-№ 12.-С. 42-45.
16. Волков, Л.Ф. Оказание научно-методической помощи в изготовлении и испытании аппаратуры акустического воздействия на призабойную зону скважин на месторождениях Западной Сибири / Л.Ф. Волков, А.Г. Шебелянский, Н.Г. Козлов. – Текст : непосредственный // Отчет по заказ-наряду 4773, этап 5 (промежуточный) / Тюмень: СибНИИ НП, 1985. - 168 с.
17. Патент 1511 Российская Федерация, МПК E21B 28/00 (1995.01), E21B 43/25 (1995.01). Устройство для воздействия на залежь : № 94031153/03 : заявл. 25.08.1994 : опубликовано: 16.01.1996 / Андрейцев С.В., Белоненко В.Н., Горюнов А.В., Белоненко Ф.Н. Заявитель: Научно-производственное предприятие "Биотехинвест" . – 5 с. – Текст : непосредственный.
18. Патент 155610 Российская Федерация, МПК E21B 43/25 (2006.01), E21B 28/00 (2006.01). Устройство для ударно-волнового воздействия на продуктивные пласты : № 2014152845/03 : заявл. 25.12.2014 : опубликовано: 10.10.2015 / Свалов А.М., Костров С.А., Ткач А.С. Заявитель: Свалов А.М., Костров С.А., Ткач А.С. – 2 с. - Текст : непосредственный.
19. Патент 2067154 Российская Федерация, МПК E 21 B 28/00. Устройство для ударно-волнового воздействия на углеводородосодержащий пласт (Варианты) : № 94011044/03 : заявл. 1994.03.30 : опубликовано: 1996.09.27 / Андрейцев С.В., Горюнов А.В. Заявитель: Акционерное общество закрытого типа "Биотехинвест". – 8 с. - Текст : непосредственный.
20. Патент 2582599 Российская Федерация, МПК E21B 43/25(2006.01), E21B 28/00(2006.01). Способ волнового воздействия на залежь и устройство для его осуществления : № 2015102686/03 : заявл. 2015.01.27 : опубликовано: 2016.04.27 / Кю Н.Г. Заявитель: Федеральное государственное бюджетное

учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук. – 12 с. - Текст : непосредственный.

21. НТС – Лидер : официальный сайт. – Химки. - Обновляется в течение суток. – URL: <https://www.nts-leader.ru/services/povishenie-nefteotdachi/impulsno-volnovoe-vozddeistvie/> (дата обращения: 28.04.2024). – Текст : электронный.

22. Ойл Смарт Технолоджи. Технология импульсно-волнового воздействия на призабойную зону пласта. - Актау. - Обновляется в течение суток. – URL: <http://ost.kz/index.php/tehnologii/impulsno-volnovyie-tehnologii> (дата обращения: 27.03.2021) . – Текст : электронный.

Волков, Л.Ф. Оказание научно-методической помощи в изготовлении и испытании аппаратуры акустического воздействия на призабойную зону скважин на месторождениях Западной Сибири / Л.Ф. Волков, А.Г. Шебелянский, Н.Г. Козлов. – Текст : непосредственный // Отчет по заказ-наряду 4773, этап 5 (промежуточный) / Тюмень: СибНИИИП, 1985. - 168 с.

23. Гадиев, С.М. Совершенствование техники низкочастотного вибрационного воздействия на пласты / С.М. Гадиев, Н.А. Веклич, Л.И. Минина. – Текст : непосредственный // Отчет по теме № 112-86. Москва: МИНГ им.И.М.Губкина, 1986.- 95 с.

Патент 2582599 Российская Федерация, МПК E21B 43/25(2006.01), E21B 28/00(2006.01). Способ волнового воздействия на залежь и устройство для его осуществления : № 2015102686/03 : заявл. 2015.01.27 : опубликовано: 2016.04.27 / Кю Н.Г. Заявитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук. – 12 с. - Текст : непосредственный.

24. Патент 1591561 Российская Федерация, МПК E21B 43/25(1995.01). Способ воздействия на призабойную зону пласта : № 4364179/03 : заявл. 1987.12.18 : опубликовано: 1999.11.27 / Стрижнев В.А., Валеев М.Д., Ахмадишин Р.З., Янтурин А.Ш., Галеев Э.М., Мамлеев Р.А., Хамзин Ш.Х. Заявитель: БашНИПИНефть. – 2 с. - Текст : непосредственный.

25. Авторское свидетельство 1710709 СССР, МПК E21B 28/00(2006.01), E21B 43/16(2006.01), E21B 43/25(2006.01). Способ волнового воздействия на залежь и

устройство для его осуществления : № 4765475 : заявл. 1989.12.07 : опубликовано: 1992.02.07 / Вагин В.П., Симкин Э.М., Сургучев М.Л. Заявитель: Всесоюзный нефтегазовый научно – исследовательский институт. – 6 с. - Текст : непосредственный.

26. Авторское свидетельство 1253199 СССР, МПК E21B 43/00(2006.01). Способ обработки призабойной зоны пласта : № 3796313 : заявл. 1984.09.27 : опубликовано: 1991.04.15 / Балашканд М.И., Николаев С.И., Чен О.Л., Сапсович Ю.Б., Андреев Ю.Н., Вольницкая Э.М., Воркин И.А. Заявитель: ВНИПИВзрывгеофизи- ка. – 4 с. - Текст : непосредственный.
27. Авторское свидетельство 1596081 СССР, МПК E21B 43/00(2006.01). Способ разработки обводненного нефтяного месторождения : № 4449841 : заявл. 1988.06.27 : опубликовано: 1990.09.30 / АСАН-Джалалов А.Г., Кузнецов В.В., Киссин И.Г., Николаев А.В., Николаевский В.Н., Урдуханов Р.И. Заявитель: Институт физики земли им. О.Ю. Шмидта. – 11 с. - Текст : непосредственный.
28. Умарбеков, Р.О. Технологии и реагенты, применяемые для интенсификации притока газа / Р.О. Умарбеков. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». - 2020. № 4. - С. 49–58.
29. Шульев, Ю.В. Технология волнового воздействия на продуктивный пласт с целью интенсификации притока углеводородов / Ю.В. Шульев, С.Б. Бекетов, Ю.К. Димитриади – Текст : непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2006. № 6. - С.388-394.