



УДК 622.276.6

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТА НА ИСТОЩЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

ANALYSIS OF METHODS FOR ENHANCED OIL RECOVERY AT DEPLETED FIELDS

Кузнецов Вячеслав Алексеевич

кандидат технических наук, доцент,
старший научный сотрудник,
НИИ Геотехнологические проблемы нефти,
газа и химия,
viateslav@mail.ru

Шмончева Елена Евгеньевна

кандидат технических наук, доцент,
зав. Лабораторией,
НИИ Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия,
yelena.shmoncheva@asoiu.edu.az

Аннотация. Современная нефтяная промышленность постоянно ищет альтернативные способы увеличения извлечения углеводородов из пласта. Традиционные методы приносят результат, но, как правило, малоэффективны.

В этой статье обсуждаются акустические и ультразвуковые методы воздействия на пласты истощенного месторождения для повышения нефтеотдачи продуктивного пласта. Рассматривается способ воздействия на истощенные пласты с помощью многокаскадной системой усилителей создающих интерференцию ультразвуковых волн.

Ключевые слова: методы воздействия, увеличение дебита, акустические волны, ультразвуковое воздействие, призабойная зона, продуктивный пласт.

Kuznetsov Vyacheslav Alekseevich

PhD., Assistant professor,
Senior Researcher,
Research Institute Geotechnological
Problems of Oil, Gas and Chemistry
viateslav@mail.ru

Shmoncheva Yelena Yevgenievna

PhD., Assistant professor,
Head laboratory,
Research Institute Geotechnological
Problems of Oil, Gas and Chemistry,
yelena.shmoncheva@asoiu.edu.az

Annotation. The modern oil industry is constantly looking for alternative ways to increase the recovery of hydrocarbons from the reservoir. Traditional methods bring results, but, as a rule, are ineffective.

This article discusses acoustic and ultrasonic methods of influencing the reservoirs of a depleted field to enhance the oil recovery of a productive reservoir. A method of influencing depleted formations with the help of a multi-stage system of amplifiers creating interference of ultrasonic waves is considered.

Keywords: stimulation methods, production rate increase, acoustic waves, ultrasonic treatment, bottomhole zone, reservoir.

Как известно, фильтрационные течения в горных породах определяются их микротрещиноватой пористой структурой, причем решающую роль играют действующие на породу напряжения, которые могут приводить как к увеличению проницаемости, так и к ее необратимому снижению. Растрескивание, разрыхление породы и, соответственно, необратимое повышение проницаемости может быть вызвано запасенной самой природой упругой энергией – горным давлением и пластовым флюидным давлением, реализующим направленную разгрузку пласта.

Значительный акцент делается на увеличение дебита скважины по нефти методами, воздействующими только на призабойную зону добывающей скважины, а не на весь продуктивный пласт, к таким методам относятся следующие методы и методы активного воздействия.

Один из них, метод обработки забоя пласта, заключается в одновременном акустическом и пневматическом воздействии с помощью акустических и пневмоимпульсных излучателей, поочередно размещаемых в скважине в интервале обработки пласта. Диапазоны их работы разделены оберткой. При этом эмиттеры открываются синхронно и периодически сбрасывают накопленный газ в рабочие диапазоны. Совместное распространение высокочастотных и низкочастотных волн давления увеличивает радиус воздействия. При этом происходит увеличение плотности в области низкочастотного волнового сжатия и появляется сеть трещин на большой глубине (Сертификат класса 1413241. Е 21 Б 43/25, 1988).

Известен еще один способ акустического воздействия на призабойную зону скважины, включающий процессы преобразования амплитуды излучаемых акустических колебаний в продуктивные пласты с помощью пьезодатчика гидравлического давления, установленного вблизи акустического излучателя, и его последующую настройку. частота вибрации, при которой достигается максимальная амплитуда излучения (Патент РФ 2053604, кл. Е 21 Б 43/25, 1995).

При сравнении технического оснащения предлагаемых методов предпочтение можно отдать методу акустического излучателя с последующей регулировкой частоты колебаний, при которой достигается максимальная амплитуда излучения.

Устройства, возбуждающие акустические волны, используются для создания низкочастотных возбуждений, подобных тем, которые используются при разведке нефтяных месторождений.



Известный способ ультразвукового воздействия на добычу нефти и устройство для его осуществления предусматривают размещение внутрискважинного аппарата, соединенного с поверхностным источником, в скважине на рабочей глубине и возбуждение упругих колебаний различной частоты. При этом удаляются загрязняющие продукты из призабойной зоны нефтяного пласта и способствуют добыче нефти за счет периодического воздействия на призабойную зону полем упругих колебаний ультразвукового диапазона в постоянном режиме и воздействия на нее импульсного акустического воздействия. Низкая частота. Одновременное удаление продуктов загрязнения из призабойной зоны нефтяного пласта. В установленном режиме импульс осуществляют высокочастотными колебаниями ультразвукового диапазона 16–25 кГц, а в импульсном режиме импульс проводят частотой 1–50 Гц. Конструктивно устройства для интенсификации добычи нефти представляют собой три основных устройства: ультразвуковой генератор, забойный акустический излучатель и струйный насос (Патент РФ RU0002630012).

На рисунке 1 представлена схема применения гидроакустического устройства в призабойных зонах скважин.

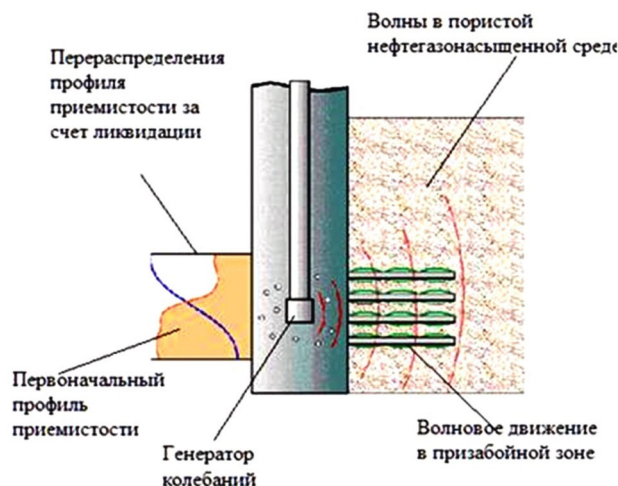


Рисунок 1 – Схема применения гидроакустического устройства на забое скважины (для точности показана нагнетательная скважина)

Для усиления ультразвукового сигнала, воздействующего не только на призабойную область, но и на весь продуктивный пласт, как принято, применяют одноступенчатые или многоступенчатые усилители.

Однокаскадные ультразвуковые усилители выполняют следующие основные функции: 1) усиление передаваемых сигналов; 2) частотная селекция сигналов; 3) Автоматическая или программная регулировка амплитуд сигналов.

Многокаскадный усилитель можно рассматривать как набор последовательно соединенных однокаскадных усилителей.

Если рассматривать многокаскадную усилительную систему как систему генерации когерентных и интерференционных волн, которой можно управлять в зависимости от напряженно-деформированного состояния породы в истощенном нефтяном пласте, то можно повысить нефтеносность, восстановление всего поля.

На рисунке 2 показан способ получения когерентных волн в многокаскадном усилителе, обеспечивающем усиление интерференционных волн.

На рисунке 3 показан способ воздействия на истощенное месторождение с помощью многокаскадной системой усилителей создающих интерференцию ультразвуковых волн для повышения нефтеотдачи продуктивного пласта.

Особенно это важно в анизотропных породах, где скорость затухания ультразвуковых волн проявляется в значительной степени. Это объясняется неоднородной плотности горной породы и разнонаправленной ее напряженно деформированного состояния [6].

Поэтому в обязательном порядке необходимо проводить усиления энергии ультразвукового сигнала за счет подбора каскада усилителей, отрегулированных на одну частоту и расчетную амплитуду ультразвуковой волны.

Как видно из рисунка 3 ультразвуковыми волнами пронизан весь истощенный нефтяной пласт, многокаскадные усилители расположены в строго определенном положении на расчетном расстоянии и работающие с одной фазово-частотной характеристикой. Регулировка осуществляется всеми каскадными усилителями одним блоком управления. Перед началом работы однокаскадные усилители настраиваются на одну волну. При работе всех многокаскадных усилителей происходит интерференция ультразвуковых волн, повышающих в разы волновую энергию, воздействующие на продуктивный истощенный пласт. В результате повышаются фильтрационные свойства истощенного нефтяного пласта.

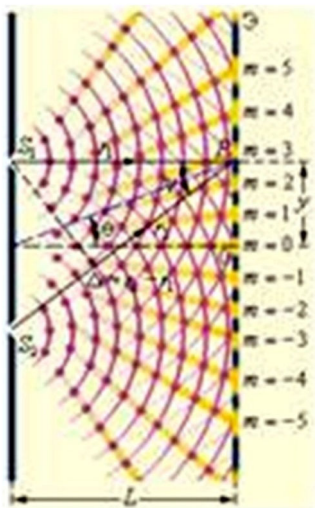


Рисунок 2 – Способ получения когерентных волн в многокаскадном усилителе, обеспечивающем усиление интерференционных волн S_1 и S_2 одинаковы

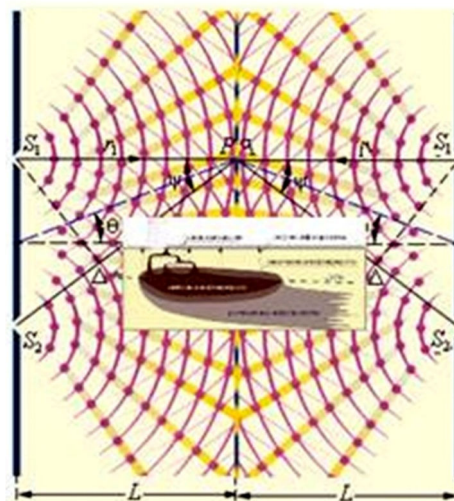


Рисунок 3 – Способ воздействия на истощенное месторождение с помощью многокаскадной системой усилителей создающих интерференцию ультразвуковых волн для повышения нефтеотдачи продуктивного пласта

Список литературы:

1. Дыбленко В.П. Волновые методы воздействия на нефтяные пласты с трудноизвлекаемыми запасами. Обзор и классификация. – М. : ОАО «ВНИОЭНГ», 2008. – 80 с.
2. Муллакаев М.С. Ультразвуковая интенсификация процессов добычи и переработки нефти, очистки нефтезагрязненных вод и переработки нефтешламов. – М. : НИИ ИЭП, 2019. – 412 с.
3. Факторы, влияющие на эффективность при ультразвуковом воздействии на прискважинную зону пластов Самотлорского месторождения / Г.Т. Апасов [и др.] // Наука и ТЭК. – 2012. – № 6. – С. 17–20.
4. Пат. № 2521094 РФ. Скважинный акустический прибор. – Приоритет от 10.04.2013; опубли. 27.06.2014.
5. Пат. № 10253601 США. Скважинный акустический прибор для обработки призабойной зоны нефтяных и газовых пластов». – Приоритет от 30.03.2017; опубли. 09.04.2019.
6. Кузнецов В.А., Джаббарова Г.В., Исмаилов Ф.Н. Математическая модель пространственной траектории движения долота с учетом анизотропии породы // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 329–331.

List of references:

1. Dyblenko V.P. Wave methods of impact on oil reservoirs with hard-to-recover reserves. Review and classification. – M. : JSC VNIOENG, 2008. – 80 p.
2. Mullakaev M.S. Ultrasonic intensification of processes of oil extracting and refining, oil-contaminated water treatment and oil sludge processing. – M. : NII IEP, 2019. – 412 p.
3. Factors affecting the efficiency of ultrasonic impact on the near-wellbore zone of the Samotlorskoye field / G.T. Apasov [etc.] // Science and Fuel and Energy Complex. – 2012. – № 6. – P. 17–20.
4. Patent № 2521094 of the Russian Federation. Well acoustic device. – Priority 10.04.2013; published 27.06.2014.
5. U.S. Patent No. 10253601. Wellbore acoustic device for bottomhole zone treatment of oil and gas reservoirs. – Priority 30.03.2017; Publ. 09.04.2019.
6. Kuznetsov V.A., Dzhabbarova G.V., Ismailov F.N. Mathematical model of the spatial trajectory of the bit movement taking into account rock anisotropy // Bulatov Readings. – 2021. – V. 1. – P. 329–331.