

ИССЛЕДОВАНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ НЕЙТРОННОГО КАРОТАЖА

А.Е.Шиканов*¹, Ю.Ф.Жуйков², А.В.Ильинский², Е.А.Шиканов²

¹Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия;

²Институт геофизических и радиационных технологий Международной академии наук высшей школы, Москва, Россия

Study of Increasing the Permeability of Oil Formation under Ultrasound Exposure Using the Neutron Tuning Methods

Yu.F.Zhuikov¹, A.V.Ilyinskiy¹, E.A.Shikanov¹, A.E.Shikanov²

¹National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow, Russia;

²Institute for Geophysical and Radiation Technology of High Education School Science Academy, Moscow, Russia

Abstract

The paper presents the study results of the acoustic effect the oil well bottomhole zone by ultrasonic waves. The formulas allowing to estimate power density of an acoustic wave and its attenuation coefficient are received. Experimentally by three independent neutron logging methods, the acoustic effect effectiveness was shown to increase the bottomhole zone permeability. The experiments were conducted on oil facilities in Tatarstan and Western Siberia. The estimated data on the threshold intensity of the ultrasonic emitter in the well and depth of the effective acoustic impact on the oil reservoir are given.

Keywords:

Oil;
Well;
Penetration;
Flow rate;
Ultrasound;
Acoustic influence;
Neutron control.

© 2019 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Введение

Нефтегазовый сектор в структуре мирового валового продукта, несмотря на развитие ядерной и нетрадиционных энергетик, в ближайшее десятилетие будет составлять не менее 25% от общего уровня. Это, как показано в [1], связано с ростом численности населения и энергопотребления. Поэтому остается весьма актуальным решение задач не только поиска, разведки и освоения новых месторождений углеводородов, но и поддержания дебита функционирующих нефтегазовых скважин, а также увеличения нефтеотдачи скважин с высоковязкой нефтью. Опыт показывает, что в процессе эксплуатации промысловых скважин, скорость извлечения нефти уменьшается. Это связано с такими долговременными явлениями, как засорение пор в призабойной зоне скважины (ПЗС) песчано-глинистым материалом и отложение там солей. Для борьбы

с этим явлением используют физические или физико-химические методы: [2,3]: воздействие на ПЗС химическими реагентами, нагретым паром, гидроразрыв пласта, а также акустическое воздействие (АВ) на ПЗС волнами в ультразвуковом диапазоне [4,5].

При осуществлении АВ можно ожидать значительное восстановление проницаемости ПЗС. При этом в отличие от известных химического, взрывного, гидродинамического и других методов воздействия, полностью отсутствуют какие либо факторы, приводящие к риску нанесения ущерба природе. Кроме того, метод имеет ряд чисто технологических преимуществ, связанных с тем, что не требует сложного специального оборудования и большого потребления энергии.

Эффективность применения метода в значительной степени зависит от геологической обстановки в зоне расположения скважины, гидродинамической ситуации, технического состояния и режима эксплуатации скважины, а также правильного выбора временных, частотных и энергетиче-

*E-mail: aeshikanov14@mail.ru

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20190200389>

ских режимов работы ультразвукового генератора.

Метод АВ может быть использован и как дополнительный, после применения методов физико-химической очистки [6]. При этом АВ обеспечивает последующее эффективное удаление из обрабатываемой зоны твердых частиц и продуктов реакций химической обработки.

Он может сыграть свою роль и при решении задач интенсификации добычи тяжелых высоковязких нефтей в сочетании с индукционным методом формирования температурного поля в пласте. Эта технология защищена патентом РФ [7] и в настоящее время находится в стадии экспериментального исследования по гранту Российского научного фонда.

В качестве примера, подтверждающего эффективность метода АВ, приведем результаты его применения при участии авторов на нефтяных скважинах Федоровского месторождения. В процессе обработки 74-х скважин эффект воздействия существенным образом проявился на 56-и скважинах. Процент успешности применения метода составил около 76%. Прирост дебита на одну скважину составил в среднем около 9.9 т/сутки.

Физические предпосылки метода АВ

На рисунке 1 приведен общий вид аппаратного комплекса АВ в процессе эксплуатации.

Скважинный снаряд диаметром от 40 до 90 мм содержит ультразвуковой излучатель в герметичной оболочке и имеет длину не более 2 м. Излучатель может быть выполнен на базе магнестрикционной электромеханической системы, на которую через геофизический кабель подается переменное напряжение от электрического генератора. Рабочая частота генератора составляет 10-20 кГц, а средняя выходная мощность - несколько кВт.

Эффект ультразвукового воздействия связан с изменением фильтрационных характеристик среды в зоне извлечения флюида, которую можно рассматривать, как систему капилляров, представляющих собой цепочки пор связанных гидродинамически. В данной работе рассмотрен механизм их очистки, связанный с влиянием на движение жидкости в капилляре градиента давления акустической волны. Характерной особенностью такого движения является равенство нулю усредненного во времени суммарного потока жидкости даже в пределах отдельного капилляра. При этом стенки пор также начинают совершать колебательное движение, способствуя разрушению квазицементных наслоений.

Эти процессы происходят в объеме V , который ограничен снизу радиусом обсадной металлической трубы r_n , а сверху предельным радиусом эффективного взаимодействия акустической волны с пластом r_m , зависящим от коэффициента затухания волны в среде и задающим глубину акустического воздействия

Полагая продольный размер излучателя H существенно меньшим поперечного, представим акустическое поле в виде расходящейся цилиндрической волны. Потеря мощности, переносимой такой волной в цилиндрическом слое радиуса r и толщиной dr будет пропорциональна самой мощности и коэффициенту затухания α :

$$dQ = -2\alpha Q dr$$

Интегрируя это выражение, имеем:

$$Q(r) = Q_i \exp[-2(r - r_i)] \approx Q_n \exp[-2(r - r_i)],$$

где Q_n - номинальная мощность излучателя,

$Q_i \approx Q_n$ - мощность волны проходящая через поверхность трубы. Опыт работы с аппаратурой АВ показал, что эта величина может составлять ~ кВт.

Плотность потока энергии на расстоянии r от центральной оси можно определить следующим образом:

$$q(r) = \frac{Q(r)}{2\pi r h} = I \left(\frac{r_i}{r} \right) \exp[-2\alpha(r - r_i)], \quad (1)$$

где I - номинальная интенсивность излучателя (плотность потока энергии на поверхности излучателя).

Для оценки коэффициента затухания была рассмотрена задача распространения акустической волны в пористой среде со случайным распределением пор по их геометрическим размерам.

Интересующий нас случай можно рассматривать в длинноволновом приближении, когда размер поры α значительно меньше длины волны λ , т.е. имеет место неравенство $\alpha/\lambda \ll 1$. При этом избыточное давление можно считать одинаковым



Рис.1. Общий вид комплекса ультразвукового акустического воздействия:

- 1 - пласт с продуктивным флюидом;
- 2 - скважинный источник акустических колебаний;
- 3 - скважина, обсаженная металлической трубой;
- 4 - геофизический грузонесущий кабель;
- 5 - наземная геофизическая станция с генератором, пультом управления и лебедкой

на всей поверхности поры, а среду неограниченной, в которой могут возбуждаться радиальные колебания пор, излучающих расходящиеся продольные упругие волны давления.

С учетом этих соображений в работе [8] был предложен алгоритм, основанный на анализе следующего дифференциального уравнения:

$$\Delta \psi(r) + [k^2 + \frac{3\xi}{4\pi \langle a \rangle^3} F(k)] \psi(r) \quad (2)$$

где α - средний размер поры, ξ - коэффициент пористости среды,

$$F(k) = \int_0^\infty da w(a) \frac{\alpha}{(4\pi/ak)^2 - 1 - i(kv/c)} \approx \frac{a_1 a_2 (a_1 + a_2) k^2}{32\pi^2} \left[1 + \frac{k^2}{32\pi^2} (a_1^2 + a_2^2) \left(1 + i \frac{vk}{c} \right) \right]$$

$$w(a) = \frac{a_1 a_2}{a^2 (a_2 - a_1)} \Pi(a - a_1) \Pi(a_2 - a)$$

- плотность распределения пор по их линейным размерам, соответствующая модели пористого пространства нефтяного коллектора, предложенной в работе [5], $a_{1,2}$ - возможные максимальный и минимальный размеры поры соответственно, $\Pi(x)$ - функция Хевисайда, $k=2\pi/\lambda$ волновое число, c - скорость продольной волны давления, ν - кинематическая вязкость флюида, i - мнимая единица.

Средний размер поры определяется как первый момент указанной функции распределения:

$$\langle a \rangle = \int_0^\infty a w(a) da = \frac{a_1 a_2}{a_2 - a_1} \int_{a_1}^{a_2} \frac{da}{a} = \frac{a_1 a_2}{a_2 - a_1} \ln \frac{a_2}{a_1}$$

Используемая здесь модель пористого пространства коллектора соответствует зернистым породам типа песчаника.

Коэффициент затухания можно определить из следующего комплексного алгебраического уравнения, вытекающего из уравнения (2):

$$(k + i\alpha)^2 = k^2 + \frac{3\xi}{4\pi \langle a \rangle^3} F(k)$$

решением которого является следующее выражение:

$$\alpha \approx \frac{3(a_1 + a_2)(a_1^2 + a_2^2)(a_2 - a_1)^3}{8(4\pi)^5 (a_1 a_2)^2 \ln^3 \left(\frac{a_2}{a_1} \right)} \times \frac{k^4 \xi \nu}{c}$$

Согласно сделанным оценкам параметр затухания волны в песчаном коллекторе для диапазона частот (5÷20) кГц лежит в пределах 0.1-1 м⁻¹.

Экспериментальное исследование процесса АВ методами нейтронного каротажа

Эксперименты с аппаратурой АВ проводились на нефтяных объектах Татарстана и Западной Сибири. Изменение притока нефти фиксировалось методами нейтронного каротажа. Возможность их использования связана с тем, что при замещении квазицементных образований в порах ПЗС нефтью, исследуемая среда более эффективно замедляет быстрые нейтроны, генерируемые ускорительной трубкой, расположен-

ной в скважинном приборе (нейтронном генераторе). При замедлении нейтронов до тепловых скоростей происходит их накопление и резко возрастает радиационный захват. Следствием этого является увеличение плотности потоков гамма-квантов и тепловых нейтронов из ПЗС к области расположения систем их детектирования в скважинном приборе. Таким образом, увеличение числа актов регистрации гамма-квантов или тепловых нейтронов является показателем увеличения проницаемости ПЗС.

Для создания ультразвукового поля в скважине с песчаным коллектором в экспериментах использовалась магнитострикционная механическая система, на которую через геофизический кабель с поверхности земли подавалось переменное напряжение с частотой, варьируемой в области 20 кГц и мощностью, варьируемой в области 5 кВт. Время одного сеанса АВ составляло от 4-х до 24-х часов, в зависимости от мощности пласта. Нейтронное поле в ПЗС создавалось скважинным излучателем, описанным в работе [9].

На рисунке 2 представлены две характерные зависимости интегрального счета детектора гамма-квантов $A(x)$ в относительных единицах от координаты, откладываемой вдоль ствола скважины от начала нефтесодержащего пласта с мощностью около 8 м, снятые до и после осуществления АВ.

Нижняя кривая соответствует измерению интегрального счета гамма-квантов до АВ, верхняя кривая после него. Относительная погрешность измерений не превышала 15%. Сравнение полученных кривых говорит об увеличении в процессе АВ интегрального счета событий регистрации гамма-квантов, а, следовательно, и проницаемости ПЗС.

В другом эксперименте осуществлялась реги-

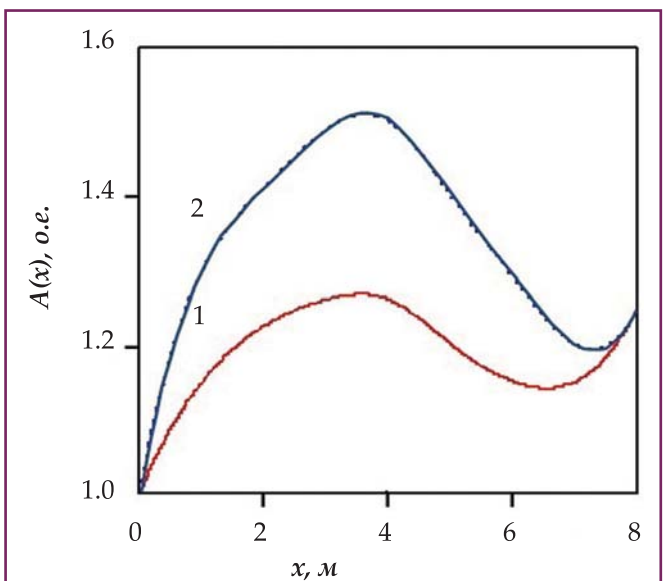


Рис.2. Экспериментальные зависимости интегрального счета детектора гамма-квантов (относительные единицы) от координаты, откладываемой вдоль ствола скважины, снятые до АВ (кривая 1) и после (кривая 2)

страция тепловых нейтронов диффундирующих к гелиевому детектору, расположенном в скважинном приборе. Полученные зависимости интегрального счета тепловых нейтронов аналогичны приведенным на рисунке 2 соответствующим зависимостям интегрального счета гамма-квантов. Результаты этого эксперимента также говорят об эффективности проведенного АВ.

В третьем эксперименте, подробно описанном в работе [10], была реализована предложенная авторами методика с закачкой в исследуемую скважину концентрированного раствора поваренной соли, содержащего ядра хлора, имеющих аномально высокое сечение радиационного захвата тепловых нейтронов [11]. В процессе эксперимента, осуществлялся анализ временного спектра тепловых нейтронов, образуемых в процессе замедления быстрых нейтронов, генерируемых излучателем в импульсном режиме. При этом было зафиксировано резкое увеличение декремента плотности регистрируемых тепловых нейтронов после проведения АВ, что говорит о эффективном замещении пористого пространства ПЗС контрастной хлоросодержащей жидкостью, а, следовательно и об увеличении проницаемости зоны воздействия. В ряде случаев в качестве контрастного вещества использовались соединения гадолиния, имеющего большее сечение радиационного захвата. Это позволяло существенно повышать эффективность и надежность проводимых измерений.

Удобство методов нейтронного каротажа, используемых в проведенных экспериментах, связано с экспрессностью измерений. Однако следует заметить, что они являются косвенными и не позволяют прогнозировать конкретную величину возможного увеличения дебита. Это связано с тем, что одновременно с увеличением дебита нефти может непропорционально увеличиваться и дебит воды. Поэтому авторами проводились классические измерения дебита извлекаемого флюида, содержащего нефть и воду с последующим пробирочным анализом процентного содержания компонентов флюида. В представленной таблице приводятся данные этих измерений для 5-и скважин с успешным результатом воздействия.

В отдельных случаях в процессе АВ проявлялся эффект обводнения (см. данные по скважине № 3829 в таблице), который по всем скважинам составил не более 5% случаев.

Во всех экспериментах было установлено, что эффект воздействия должен начинать проявляться при плотности излучаемой акустической мощности, на уровне $q_{кр} \approx 20$ кВт/м² и частоте генератора акустических колебаний лежащей в пределах (10-20) кГц. Длина излучающей поверхности магнитострикторной сборки L составляла около 0.5 м, а ее диаметр $d \approx 0.06$ м. В номинальном режиме работы общая излучаемая мощность была на уровне $Q_n \approx 0.5$ кВт, что соответствовало плотности мощности

$$q \approx Q_n / \pi d^2 L \approx 100 \text{ кВт/м}^2 > q_{кр}$$

Потери в кабеле составляли примерно 70% от мощности наземного генератора, а КПД магнитостриктора по оценкам составлял примерно 40%. Поэтому при указанной выше максимальной мощности наземного генератора электрических колебаний (5 кВт) при проведении экспериментальных работ обеспечивался достаточный запас по электрической мощности.

Воздействие носило резонансный характер. При перемещении излучателя по стволу скважины относительное изменение резонансной частоты составляло величину около 5%. По результатам описанных экспериментов, проведенных независимо друг от друга можно судить об эффективности метода АВ.

Полученные экспериментальные данные позволили с использованием формулы (1) оценить радиус зоны эффективного воздействия, в правую часть которой подставлялось значение $q_{кр}$. Из численного решения уравнения $q(r_m) = q_{кр}$ получается следующая оценка возможного диапазона изменения радиуса зоны эффективного воздействия: $r_m \approx (0.4 \div 1.1)$ м для различных исследуемых скважин, где была зафиксирована успешность применения АВ.

Полученные данные примерно совпадают с данными по затуханию волн в геофизических средах, содержащимися в монографии [4], ставшей на данный момент классической. В настоящее время на моделях скважин авторы проводят эксперименты по затуханию ультразвуковых волн в рассматриваемом диапазоне. Первые результаты говорят о достоверности предлагаемой в статье модели АВ и полученных значений радиуса зоны эффективного воздействия. По завершении этого экспериментального исследования авторы надеются представить в журнал подробную научную статью.

Таблица

№ скважины	Прирост дебита нефти, т/сут	Прирост дебита воды, т/сут	Дополнительно добытая нефть, т	Время восстановления начального дебита, сутки
3803	6.7	7.7	612	100
2769	18.9	2.66	3406.6	180
3829	25.2	149.5	4951.7	195
7140	20.1	13.1	4033.5	200
7144	20.3	8.0	4178.4	205

Заключение

1. Приведены результаты исследования АВ на призабойную зону нефтяной скважины в ультразвуковом диапазоне частот для увеличения ее проницаемости.
2. Предложен алгоритм приближенной оценки параметров ультразвуковой волны в пористом пространстве ПЗС.
3. Получена приближенная формула оценки для коэффициента затухания ультразвуковой волны в ПЗС.
4. Экспериментально по трем независимым методикам нейтронного каротажа показана эффективность АВ для увеличения проницаемости ПЗС и приведены оценочные данные по пороговой интенсивности ультразвукового излучателя в скважине.
5. На основании данных теории и эксперимента получена оценка глубины эффективного АВ на нефтяной пласт.

Статья посвящается светлой памяти нашего коллеги, доктора геологии Л.А.Путкарадзе, внесшего большой вклад в создание, реализованных в данной работе, методов контроля состояния нефтяных скважин с использованием импульсных генераторов нейтронов.

Работа выполнена в рамках соглашения № 15-19-00151 о предоставлении Российским научным фондом гранта на проведение фундаментальных и поисковых научных исследований.

Литература

1. Гаралов, А. Ш., Пресс, Б. А., Сильвестрова, И. Ю., Мамедова, Р. С. (2011). Роль нефтегазового сектора в структуре мирового внутреннего валового продукта и анализ его изменения в долгосрочной перспективе. *SOCAR Proceedings*, 1, 58-63.
2. Ибрагимов, Л. Х., Мищенко, И. Т., Челоянц, Д. К. (2000). Интенсификация добычи нефти. *Москва: Наука*.
3. Гимадиева, О. М., Абишев, А. Е., Курбанбаева, А. М. (2016). Оценка перехода от закачки пара к закачке подтоварной воды на опытном участке месторождения «Каражанбас». *SOCAR Proceedings*, 4, 69-77.
4. Кузнецов, О. Л., Ефимова, С. А. (1983). Применение ультразвука в нефтяной промышленности. *Москва: Недра*.
5. Атаманов, В. В., Жуйков, Ю. Ф., Зилонов, М. О. (2002). Экологическая безопасность и акустическое воздействие. Материалы международной научной конференции «Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности в XXI веке». Вып.3 /под общей ред. В.Н. Пряхина. *Москва: Норма, МАЭБП*, 230 с.
6. Афанасенков, М. И., Жуйков, Ю. Ф., Кульпин, Л. Г. и др. (2001). Многоцелевая технология реагентно- акустического воздействия и контроля. *Нефтяное хозяйство*, 4, 40-45.
7. Богданович, Б. Ю., Дмитриев, М. С., Ильинский, А. В. и др. (2017). Формирователь температурного и акустического полей в скважине. *Патент РФ 168526*.
8. Жуйков, Ю. Ф., Михайлов, Л. В., Шиканов, Е. А. (2003). Математическое моделирование акустических волн в стохастической среде. Тезисы докладов международной конференции «Моделирование и исследование устойчивости динамических систем». *Киев*.
9. Бессарабский, Ю. Г., Боголюбов, Е. П., Курдюмов, И. Г. и др. (1995). Излучатель нейтронов аппаратно-методического комплекса импульсного нейтронного каротажа. *Информационно-коммерческий вестник АИС «Каротажник»*, 13, 83-85.

References

1. Garalov, A. Sh., Press, B. A., Silvestrova, I. Y., & Mamedova, R. S. (2011). Role of oil-and-gas sector in the structure of world gross domestic product and analysis of its change in long-term outlook. *SOCAR Proceedings*, 1, 58-63.
2. Ibragimov, L. H., Mishchenko, I. T., & Cheloyants, D. K. (2000). Intensification of oil production. *Moscow: Nauka*.
3. Gimadiyeva, O. M., Abishev, A. E., & Kurbanbayeva, A. M. (2016). Evaluation of steam injection-to-bottom water injection transition at «Karazhanbas» field. *SOCAR Proceedings*, 4, 69-77.
4. Kuznetsov, O. L. & Efimova, S. A. (1983). Application of ultrasound in oil industry. *Moscow: Nedra*.
5. Atamanov, V.V., Zhuykov, Yu. F., & Zilonov, M. O. (2002). Ekologicheskaya bezopasnost i akusticheskoye vozdeystviye. Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Problemy ekologii i bezopasnosti zhiznedeyatelnosti v XXI veke». Vyp.3 /pod obshchey red. V.N. Pryakhina. *Moskva: Norma. MAEBP*, 230 s.
6. Afanasenkov, M. I., Juykov, Ju. F., Kulpin, L. G., et al. (2001). Multipurpose technology of complex acoustical-chemical impact & control. *Oil Industry*, 4, 40-45.
7. Bogdanovich, B. Yu., Dmitriyev, M. S., Plinskiy, A. V., i dr. (2017). Formirovatel temperaturnogo i akusticheskogo poley v skvazhine. *Patent RF 168526*.
8. Zhuikov, Y. F., Mikhailov, L. V., Shikanov, E. A. (2003). Mathematical modeling of acoustic waves in stochastic environment. Thesis of International Conference Reports «Dynamical System Modelling and Stability Investigation». *Kyiv*.
9. Bessarabskiy, Yu. G., Bogolyubov, E. P., Kurdyumov, I. G., i dr. (1995). Izluchatel neytronov apparaturno-metodicheskogo kompleksa impulsnogo neytronnogo karotazha. *Informatsionno-kommercheskiy vestnik AIS «Karotazhnik»*, 13, 83-85.

10. Богданович, Б.Ю. Нестерович, А. В., Шиканов, А.Е., и др. (2013). Использование метода импульсного нейтронного реагентного контроля при акустическом воздействии на нефтяные пласты. *Атомная энергия*, 114(3), 177-180.

11. Бердоносова, Н. В., Богданович, Б. Ю., Ильинский, А. В. и др. (2014). Способ определения состояния продуктивного пласта импульсным нейтронным методом. *Патент РФ 2517824*.

12. Шиланов, Н. С., Хибасов, Б. Б., Байтенов, К. С. (2011). Особенности интерпретации каротажа по новым скважинам. *SOCAR Proceedings*, 3, 16-19.

10. Bogdanovich, B. Yu., Nesterovich, A. V., Shikanov, A. E., i dr. (2013). Ispolzovaniye metoda impulsnogo neytronnogo reagentnogo kontrolya pri akusticheskom vozdeystvii na neftyanyye plasty. *Atomnaya energiya*, 114(3), 177-180.

11. Berdonosova, N. A., Bogdanovich, B. J., Voronchikhin, et al. (2014). Method for determination of productive formation status by pulsed neutron method. *RU Patent 2517824*.

12. Shilanov, N. S., Khibasov, B. B., & Baytenov, K. S. (2011). Features of interpretation of logging data on new wells. *SOCAR Proceedings*, 3, 16-19.

Исследование увеличения проницаемости нефтяного пласта при ультразвуковом воздействии с использованием методов нейтронного каротажа

А.Е.Шиканов^{*1}, Ю.Ф.Жуйков², А.В.Ильинский², Е.А.Шиканов²

¹Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия; ²Институт геофизических и радиационных технологий Международной академии наук высшей школы, Москва, Россия

Реферат

В работе представлены результаты исследования процесса акустического воздействия на призабойную зону нефтяной скважины ультразвуковыми волнами. Получены формулы, позволяющие оценивать плотность мощности акустической волны и коэффициент ее затухания. Экспериментально по трем независимым методикам нейтронного каротажа показана эффективность акустического воздействия для увеличения проницаемости призабойной зоны скважины. Эксперименты проводились на нефтяных объектах Татарстана и Западной Сибири. Приведены оценочные данные по пороговой интенсивности ультразвукового излучателя в скважине и глубине эффективного акустического воздействия на нефтяной пласт.

Ключевые слова: нефть; скважина; проницаемость; дебит; ультразвук; акустическое воздействие; нейтронный контроль.

Neytron karotaj üsullarının istifadəsi ilə ultrasəs təsiri zamanı neft layının keçiriciliyinin artmasının tədqiq edilməsi

A.E.Şikanov¹, Yu.F.Juykov², A.V.İlinskiy², Ye.A.Şikanov²

¹Milli Nüvə Tədqiqatları Universiteti «MİFİ», Moskva, Rusiya;
²Ali Məktəb Beynəlxalq Elmlər Akademiyasının Geofiziki və Radiasiya Texnologiyaları İnstitutu, Moskva, Rusiya

Xülasə

Məqalədə neft quyusunun quyudibi zonasına ultrasəs dalğaları vasitəsilə akustik təsir prosesinin tədqiqat nəticələri göstərilmişdir. Akustik dalğanın güc sıxlığını və onun sönmə əmsalını qiymətləndirməyə imkan verən düsturlar alınmışdır. Neytron karotajın üç müxtəlif metodikası əsasında eksperimental olaraq quyudibi zonanın keçiriciliyinin artırılması üçün akustik təsirin səmərəliliyi göstərilmişdir. Sınaqlar Tatarstanın və Qərbi Sibirin neft obyektlərində aparılmışdır. Quyuda ultrasəs şüalandırıcının həddi intensivliyinin və neft layına səmərəli akustik təsirin dərinliyinin qiymətləndirilməsi üzrə məlumatlar göstərilmişdir.

Açar sözlər: neft; quyu; keçiricilik; debit; ultrasəs; akustik təsir; neytron nəzarəti.