

УДК 622.016.25

## ТЕХНОЛОГИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДЕБИТОВ НЕФТЯНЫХ И ПРИЕМИСТОСТИ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ УДАРНЫХ («СИЛОВЫХ») ВОЛН

Войтенко В.С. (ООО «Белорусское горное общество», г. Минск, Беларусь), Новиков М.С., Новиков С.С., Рабаева Н.С. (ПКФ «Недра – С», г. Астрахань, Россия), Оника С.Г., Силков Р.А. (УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, Беларусь)

*В статье представлены рекомендации по увеличению дебитов нефтяных и приемистости нагнетательных скважин. Описывается способ обработки нефтяных коллекторов с использованием энергии ударных волн, выделены преимущества данного вида интенсификации притоков пластового флюида.*

### Введение

Среди способов, применяемых для восстановления производительности нефтяных и увеличения приемистости нагнетательных скважин, особенно привлекательны (из-за простоты применения и относительно низкой себестоимости) гидрофизические, в частности, базирующиеся на принципах использования энергии ударных волн.

Ударные волны являются частным случаем упругих волн большой амплитуды, фаза сжатия которых распространяется с большей скоростью, чем фаза растяжения. Основное свойство волн, независимо от их природы, состоит в том, что в форме (виде) волн осуществляется перенос энергии без переноса вещества. Упругая энергия (энергия звука) передается по акустическим волноводам, представляющим собой каналы с четкими границами в виде стенок, свойства которых резко отличаются от свойств внутренней и наружной сред, или каналы, возникающие за счет резкой разницы свойств внешней и внутренней сред.

Во всех этих случаях поток энергии во внешнюю среду, как правило, незначителен, и им можно пренебречь. Буровая скважина является наглядным примером акустического волновода.

В скважине с зацементированной обсадной колонной распространяются те же типы волн, что и в открытом стволе. Обсадная колонна и цементное кольцо представляют собой два тонких слоя на поверхности стенки скважины, толщина которых много меньше длин продольных и поперечных волн.

Энергетической характеристикой упругих (звуковых) волн является интенсивность звука – энергия, переносимая звуковой волной через единицу поверхности, перпендикулярную направлению распространения волны в единицу времени. Интенсивность звука зависит от амплитуды звукового давления, свойств среды и формы волны.

При распространении звуковой волны в заданном направлении происходит постепенное ее затухание; то есть уменьшение интенсивности и амплитуды. При этом поглощение звука заметно возрастает с увеличением его частоты. Поэтому высокочастотный ультразвук (частота выше 20000 Гц) и гиперзвук (частота в диапазоне от  $10^9$  до  $10^{12}$ - $10^{13}$  Гц) распространяются, как правило, лишь на очень малые расстояния, часто всего на несколько сантиметров.

В атмосфере, в водной среде и земной коре дальше всего распространяются низкочастотные инфразвуковые волны (частота ниже 16 Гц). Исследования подтверждают,

что при воздействии низкочастотными ударными волнами импульсы давления распространяются в пласте на 500 метров, а в некоторых случаях до нескольких километров от источника излучения. Воздействие на пласт мощными ударными волнами с частотой 0,5-80 Гц перекрывает весь спектр резонансных частот практически всех типов коллекторов [1].

Гидроудары, согласованные по частоте повторения со скоростью ударной волны и глубиной скважины, способны раскачать столб жидкости до получения периодических перепадов давления на забое в десятки и сотни МПа. Чем больше скорость движения жидкости, ее плотность, а также скорость распространения ударной волны (больше «жесткость» волновода), тем больше величина ударного повышения давления:

$$P_{\text{удар}} = w \cdot \rho \cdot C_{\text{удар}},$$

где  $w$  – скорость жидкости до остановки;

$\rho$  – плотность жидкости;

$C_{\text{удар}}$  – путь ударной волны за 1 секунду (скорость ударной волны).

В жидкостях распространяются только продольные волны, а в твердых средах – продольные и поперечные. Их природа определяется колебаниями частиц среды относительно направления распространения волны. В продольной волне частицы колеблются в направлении распространения волны, в поперечной – перпендикулярно ему.

Так как плоскость, перпендикулярная направлению распространения волны, имеет две координаты, то поперечная волна может быть поляризована двояко. Поляризуемость волны проявляется в анизотропных средах, к которым могут быть отнесены практически все продуктивные коллекторы. Например, в трещиноватых породах скорость распространения волны и ее интенсивность больше вдоль преобладающей системы трещин (трещины гидравлического разрыва пласта) и меньше в направлении, перпендикулярном трещиноватости.

При циклическом ударном воздействии в зоне перфорационных отверстий происходит отрыв отложений от стенок поровых каналов. Волны сжатия, многократно отражаясь, трансформируются в волны растяжения, которые способствуют развитию и образованию новых трещин, а также превращению субкапиллярных пор в капиллярные.

Перепады давления при импульсном воздействии изменяются попеременно по величине и направлению, в результате чего жидкость перемещается из застойных зон и каналов в зоны активного дренирования.

Генерирующие в пласте колебания должны по возможности соответствовать частоте естественных колебаний скелета породы и насыщающих флюидов [1]. Такие колебания вызывают несколько эффектов, отражающихся на жидкостях и находящихся в пласте газов. Они снижают когезионные и адгезионные связи, значительно уменьшают проявление капиллярных сил, слипание между породой и жидкостью, способствуют стимулированию группирования нефтяных капелек в потоки, облегчая течение углеводородов в пористой среде.

Упругие волны способствуют развитию в пласте осциллирующей силы, что приводит к разным ускорениям пластовых флюидов (нефти, воды, газа) из-за различия их плотностей. Между жидкими фазами развивается поверхностное трение в связи с разными ускорениями, что способствует выделению теплоты, которая, в свою очередь, снижает их поверхностное натяжение [2].

Благодаря колебаниям освобождается защемленный газ, способствующий проявлению эффекта газлифта в скважине. Осциллирующая сила развивает дополнитель-

ное колебательное звуковое давление, также способствующее продвижению нефти к скважине.

Энергия, распространяющаяся в продуктивном пласте в виде упругих волн, изменяет контактный угол между жидкостями и породой, уменьшая гидравлический коэффициент трения. Тем самым облегчается их течение в направлении скважин, дебиты которых возрастают, и перепады давления в призабойной зоне пласта увеличиваются.

Создание перепадов давления способствует не только очистке поровых каналов пласта, но и разрушению его скелета. Механизм разрушения может быть представлен следующим образом.

Известно, что для разрыва нетрещиноватых пород, слагающих практически все типы нефтегазовых коллекторов, необходим градиент давления примерно 20-30 кПа/м, а трещиноватых – 10-15 кПа/м. Повышение давления приводит к расширению существующих трещин коллектора и образованию новых. Спад давления сопровождается их смыканием. Повторяющиеся деформации способствуют усталостному разрушению породы и выкрашиванию фрагментов пласта, имеющих низкую проницаемость. Изменение скорости и направления движения жидкости в зоне питания скважины при изменении давления на стенки продуктивного пласта позволяет использовать радиальные и тангенциальные силы, подвергать породу пласта воздействию напряжений сжатия, растяжения, изгиба и сдвига, то есть расшатывать, выламывать и выкрашивать ее частицы. Оторванные твердые частицы в струе жидкости являются абразивом и могут выполнять функции проппанта.

Следует обратить внимание еще на одно немаловажное обстоятельство. Нефть, как и все структурированные среды, обладает свойством тиксотропии, которое заключается в том, что при встряхивании среды происходит резкое снижение ее вязкости из-за разрушения структурного каркаса. Это явление, несомненно, может быть с высокой эффективностью использовано в практике увеличения нефтеотдачи пластов. Таким образом, при одновременной обработке мощными ударными волнами определенного числа скважин, в том числе и нагнетательных, на месторождении можно достигнуть две цели: во-первых, расширить контуры питания скважин за счет увеличения проницаемости коллектора и, во-вторых, улучшить фильтрационную способность самой нефти (за счет снижения ее вязкости). В итоге, такое воздействие может привести не только к увеличению дебитов скважин, но и к повышению коэффициента извлечения нефти в целом по месторождению.

### Реализация технологии

Изложенное было положено в основу разработки рассматриваемой ниже технологии. На первом этапе ее реализации осуществляется специальный комплекс исследований, направленных на выявление реального состояния геосреды объекта волнового воздействия, с использованием приборов: ГКА (гамма-каротаж), МТА (манометр-термометр), МИД-НМА (магнитоимпульсный дефектоскоп-толщиномер), ТК ГАК (трехкомпонентный геоакустический каротаж). Следует подчеркнуть, что ТК ГАК самостоятельно или в комплексе с другими методами позволяет решать обширный круг задач при интенсификации притоков, оценке технического состояния скважин и контроле над разработкой нефтяных, газоконденсатных и газовых месторождений, что убедительно иллюстрируется данными, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Задачи, решаемые с использованием трехкомпонентного геоакустического каротажа

№ п/п	Формулировка задачи	Комплекс геофизических исследований
1	Определение характера насыщения пластов-коллекторов как в открытых, так и в обсаженных стволах	ТК ГАК, термометрия
2	Определение флюидоотдающих интервалов (профиль потока) текущего нефтегазонасыщения	ТК ГАК, термометрия
3	Определение поглощающих интервалов промывочной жидкости в открытом стволе	ТК ГАК, термометрия, манометрия
4	Определение негерметичности промежуточных и эксплуатационных колонн, их башмаков, муфт ступенчатого цементирования и других элементов подземного оборудования, а также толщин стенок колонны и дефектов (нарушений), если они имеются в наличии	ТК ГАК, магнитоимпульсная дефектоскопия-толщинометрия
5	Определение текущего местоположения контактов нефть – вода, нефть – газ, газ – вода	ТК ГАК
6	Определение интервалов активного воздействия высокопластичных пород (солей, увлажненных глин) на обсадные колонны	ТК ГАК, магнитоимпульсная дефектоскопия-толщинометрия
7	Определение интервалов заколонных и межколонных перетоков жидкостей, газов и их смеси	ТК ГАК, термометрия
8	Определение местоположения скопления углеводородов в межколонных и заколонных пространствах	ТК ГАК, термометрия

Физической основой ТК ГАК являются геоакустические шумы, а именно – колебания среды в диапазоне частот 100-5000 Гц, которые генерируются при движении пластовой воды, нефти, газа или их смесей через пустоты за обсадными колоннами, перфорационные отверстия или негерметичные соединения подземного оборудования.

Колебания в диапазоне частот 100-5000 Гц проходят через сталь, газ, жидкость и упругие среды [3]. При этом в диапазоне частот 100-500 Гц обнаруживается движение высокопластичных пород и пластовой воды. В диапазоне частот 500-5000 Гц происходит вибрация при движении углеводородов (вибрация в частотном диапазоне 500-1500 Гц соответствует движению жидких углеводородов, а в диапазоне 2500-5000 Гц – движению газа).

Из теории волновых процессов известно, что чем больше длина волны, тем меньше ее скорость и больше глубина исследования. И наоборот, при меньшей длине волны ее скорость выше и меньше глубина распространения. Это утверждение подтверждается расчетными данными. Так, наибольшей глубинностью исследования в околоскважинном пространстве характеризуется параметр Н1 (движение пластовой воды) – до 70-100 метров. Для параметра Н3 (движение жидких углеводородов) глубинность исследования колеблется от 50 до 70 метров, а для параметра Н4 (движение газа) – от 30 до 50 метров. Однако в реальных условиях (из-за анизотропии пласта-коллектора, извилистости поровых каналов, неоднородности фильтрационно-емкостных свойств породы по простиранию пласта и т.д.) глубинность исследований трехкомпонентного геоакустического каротажа намного меньше, но все же составляет не менее 5-10 метров.

Из всех дополнительных геофизических методов ТК ГАК в настоящее время является наиболее информативным и позволяет решать инженерно-технические, технологические и технические вопросы при строительстве скважин и разработке месторождений.

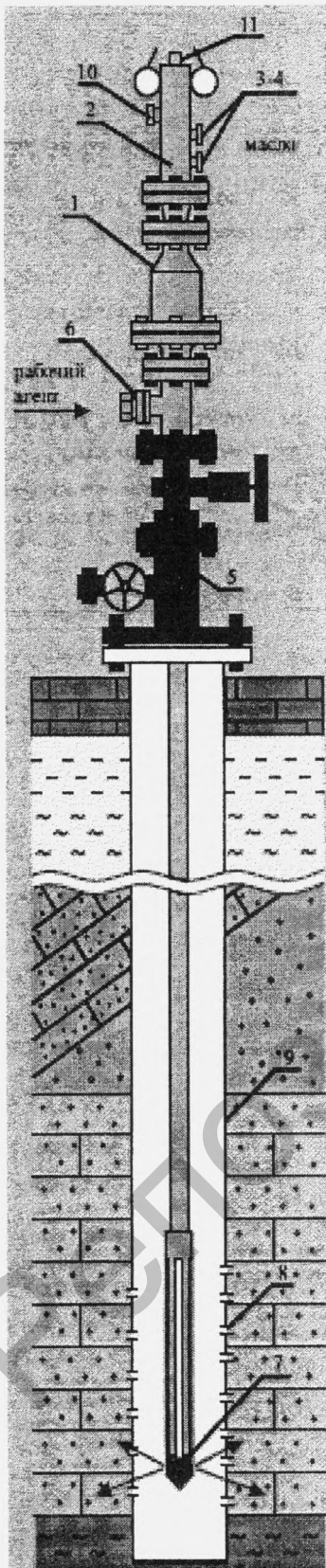


Рисунок – Схема обработки продуктивного пласта направленными силовыми (ударными) волнами

Этот метод – единственный, позволяющий определять через насосно-компрессорные трубы (НКТ) и обсадные колонны (ОК) источники межколонных давлений, направление движения перетоков, проверить на герметичность ОК, НКТ, бурильные трубы и получить реальную информацию о состоянии геосреды в околоскважинной зоне.

После анализа результатов исследований по первому этапу и установлению целесообразности, приступают к волновой обработке выбранного объекта с помощью генератора силовых волн УГСВ-3 производственно-коммерческой фирмы «Недра-С», техническая характеристика которого представлена в таблице 2.

Генератор силовых волн, смонтированный на устье скважины, по волноводу (НКТ, которые позволяют создавать неразрывный поток жидкости при любых ее уровнях в скважине), заполненному технологическим раствором (рабочим агентом), посылает волну сжатия заданной направленности (рисунок).

На рисунке отображены: 1 – корпус генератора; 2 – гидромолот (пневмомолот); 3-4 – подача/сброс масла (воздуха) со станции управления; 5 – устье скважины; 6 – подача рабочего агента от ЦА-320; ЦН-10; 7 – контейнер-отражатель; 8 – зона перфорации; 9 – волновод (НКТ); 10 – подача масла со станции управления; 11 – подача воздуха со станции управления.

В качестве генератора силовых волн используется УГСВ-1 и УГСВ-3 (устьевой генератор силовых волн). Отличие УГСВ-3 от УГСВ-1 в мощности и виде привода, привод УГСВ-1 пневматический, меньшей мощности, но она достаточная для работы в водозаборных скважинах. Кроме того, привод от компрессора позволяет производить очистку пласта сразу после обработки.

Хорошее акустическое согласование жидкостного волновода со спущенным отражателем и обрабатываемым коллектором способствует высокому коэффициенту полезного воздействия на продуктивный пласт. Потери на затухание волны при этом не превышают 10-12 % на километр скважины.

На третьем заключительном этапе производится анализ и оценка эффективности выполненных работ с назначением (при необходимости) дополнительных исследований.

К преимуществам метода воздействия силовыми волнами можно отнести следующее [1]:

- простота оборудования;
- несложность монтажа из-за размещения оборудования на устье скважины;
- противоблужетная безопасность (оборудование можно монтировать на противовыбросное оборудование (ПВО), или на перфорационную задвижку);

- увеличение приемистости и улучшение свойств коллекторов в несколько раз, что приводит к увеличению дебитов флюидов;
- возможность ввода скважины в эксплуатацию сразу после обработки пласта, не извлекая отражатель;
- равномерная обработка волнами всего коллектора, а при работах по интенсификации притока кислотами и т.д., обеспечение их проникновения во все участки интервала перфорации (в отличие от гидроразрыва);
- очистка внутренней поверхности НКТ волнами Релея во время обработки, в результате этого хорошее прохождение приборов геофизических исследований (ГИС) при контроле над разработкой месторождений;
- отсутствие высоких давлений в скважине и нежелательных побочных явлений;
- возможность (в отличие от всех других способов) включения «в работу» всей толщи продуктивного пласта.

Таблица 2 – Характеристика генератора силовых волн УГСВ-3

Параметры	Описание
Мощность (кДж)	3
Энергия волны (Дж)	5-1500
Глубина залегания объекта волновой обработки (м)	До 5000
Рабочий агент	Жидкость, не кольматирующая продуктивный коллектор
Радиус действия волны (м)	До 400
Шаг обработки (м)	0,5-1,5
Интервал обработки (м)	Без ограничений
Привод генератора	Дизель+НШ-100
Привязка отражателя силовых волн к подошве продуктивного пласта	Геофизическими методами

Традиционные методы увеличения дебита скважин хорошо известны: гидроразрыв пласта, бурение горизонтальных скважин и т.д., однако эти методы имеют или высокую стоимость и сложную технологию, или предъявляют высокие требования к объему воздействия.

Сравнение эффективности горизонтальных скважин с волновым разуплотнением пласта в различных регионах России показало, что стоимость горизонтальных скважин многократно выше стоимости волнового воздействия, а добыча с помощью горизонтальных скважин увеличивалась в 1,5-2 раза, в то время как после волнового воздействия – в 3,5-4 раза.

Эффективность применения изложенной технологии наглядно видна по результатам увеличения приемистости и дебитов нефтяных скважин № 17, № 232, № 41 (таблицы 3-7).

### Скважина № 17

Исследованием трехкомпонентным геоакустическим каротажем ВИ 40006 охвачен интервал глубин 3546-3600 метров. В интервале перфорации 3563-3590 метров находятся известняки триасового возраста.

Анализ полученных данных дает основание для следующих выводов.

1. Обнаружен заколонный переток воды, снизу из под башмака (глубже 3590 метров) до отметки 3579 метров, где движение воды меняет направление на горизонтальное.

2. Интервал глубин 3578-3571 метров характеризуется как динамически пассивный, то есть не отмечается интенсивного движения флюида (нефти) как за колонной, так и по пласту. Среда исследования обладает газовым фактором, что связано с присутствием в колонне нефти.

3. В верхнем интервале перфорации (3563-3570 метров) обнаружены аномалии геоакустических сигналов, свидетельствующие о преимущественном движении флюида (нефти) в горизонтальном направлении.

Выдана рекомендация на воздействия волновой технологией на пласт в интервале 3563-3570 метров.

До проведения работ по волновому воздействию было произведено на нефти определение приемистости скважины, которая составила  $240 \text{ м}^3/\text{сутки}$ .

Произведены промысловые работы волновым методом с привязкой «отражателя» по ГК и локатору муфт на глубине 3572 метра. Интервалы установки «отражателя» через 1 метр в интервале 3563-3572 метра, всего 9 этапов. Всего закачено (вбито) нефти плотностью  $0,86 \text{ г/см}^3$  в эти интервалы в объеме  $24,2 \text{ м}^3$ .

После волнового воздействия было произведено на нефти на прежних режимах определение приемистости скважины, которая составила  $560 \text{ м}^3/\text{сутки}$ .

Таблица 3 – Изменение суточной добычи нефти в скважине №17, в которой проводились работы по волновому воздействию

№ скв.	Дебит до воздействия общий (июль 2004 года), $\text{м}^3$	Вода/нефть, %	В том числе нефть, $\text{м}^3$	Приемистость до и после воздействия, $\text{м}^3/\text{сутки}$	Дебит после воздействия (декабрь 2004 года), $\text{м}^3$	Вода/нефть, %	В том числе нефть, $\text{м}^3$	Дебит после воздействия (май 2005 года), $\text{м}^3$	Вода/нефть, %	В том числе нефть, $\text{м}^3$
17	6,6	17/83	5,4	240/560	15,4	61/39	6,0	48	73/21	10,0

#### Скважина № 232

Исследованием трехкомпонентным геоакустическим каротажем ВИ 40006 охвачен интервал глубин 3581,5-3538 м. Шаг измерений составлял 0,5 м. В интервале перфорации 3563-3571 м находятся известняки триасового возраста.

Анализ полученных данных дает основание для следующих выводов:

1. Динамически пассивные участки интервала перфорации, т.е. где нет движения жидкости (нефти), являются интервалы: 3538-3542, 3548-3551, 3556-3562,5 м.

2. Наиболее активное движение жидкости с газовым фактором (нефти) отмечается в интервалах: 3543-3547, 3552,5-3555 м.

3. Наиболее интенсивное движение жидкости с газовым фактором (нефть+вода) отмечается в интервале 3563-3571 м.

4. Заколонных перетоков в интервале исследований не обнаружено.

Рекомендуемый интервал воздействия на перфорированный пласт волновой технологией с глубины 3543 м до 3555 м (интенсификация притока).

До проведения работ по волновому воздействию на пласт было произведено на нефти определение приемистости скважины, которая составила  $720 \text{ м}^3/\text{сутки}$ .

Произведены промысловые работы волновым методом с привязкой «отражателя» по ГК и локатору муфт на глубине 3571 м. Интервалы установки «отражателя» че-

рез 1 м в интервале 3543-3571 м, всего 16 этапов. Всего закачано (вбито) нефти плотностью 0,86 г/см<sup>3</sup> в эти интервалы в объеме 80 м<sup>3</sup>.

После волнового воздействия ввиду интенсивного поглощения в скважине определение приемистости не производилось.

Таблица 4 – Изменение суточной добычи нефти в скважине № 232, в которой проводились работы по волновому воздействию

№ скв.	Дебит до воздействия общий (июль 2004 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть, м <sup>3</sup>	Приемистость до и после воздействия, м <sup>3</sup> /сутки	Дебит после воздействия (декабрь 2004 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть,	Дебит после воздействия (май 2005 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть, м <sup>3</sup>
232	7,5	53/47	3,5	720/поглощение	11	65/35	3,8	30	87/13	3,9

#### Скважина №41

Исследованием трехкомпонентным геоакустическим каротажем ВИ 40006 охвачен интервал глубин 3500-3514 м. В интервале перфорации 3505-3514 м находятся песчаники. В процессе освоения притока флюида не получено.

Анализ полученных данных дает основание для следующих выводов.

1. Интервал перфорации (3505-3510 м) с позиции движения флюида пассивен, хотя слабое движение все же отмечается.
2. Исследуемая среда в интервале 3505-3510 м обладает признаками нефти с газовым фактором.
3. Ниже интервала перфорации наблюдается незначительный переток воды, но в статике не доходит до подошвы перфорированной зоны.

Выдана рекомендация на воздействие волновой технологией на пласт в интервале 3510-3505 м.

До волнового воздействия скважина была переведена на техническую воду плотностью 1,00 г/см<sup>3</sup>, при давлении 100 ат определена приемистость скважины, которая составила 65 м<sup>3</sup>/сутки.

Таблица 5 – Изменение суточной добычи нефти в скважине № 41, в которой проводились работы по волновому воздействию

№ скв.	Дебит до воздействия общий (июль 2004 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть, м <sup>3</sup>	Приемистость до и после воздействия, м <sup>3</sup> /сутки	Дебит после воздействия (декабрь 2004 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть, м <sup>3</sup>	Дебит после воздействия (май 2005 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть, м <sup>3</sup>
41	нет	нет	нет	65/324	11	62/38	4,2	По техническим причинам не эксплуатировалась		

ОБНАРУЖЕНИЕ МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ № 2



Таблица 6 – Изменение приемистости и суточной добычи нефти в скважинах, в которых проводились работы по волновому воздействию

№ скв.	Дебит до воздействия общий (июль 2004 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть, м <sup>3</sup>	Приемистость до и после воздействия, м <sup>3</sup> /сутки	Дебит после воздействия (декабрь 2004 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть, м <sup>3</sup>	Дебит после воздействия (май 2005 года), м <sup>3</sup>	Вода/нефть, %	В том числе нефть, м <sup>3</sup>
17	6,6	17/83	5,4	240/560	15,4	61/39	6,0	48	73/21	10,0
41	Скважина не работала			65/324	11	62/38	4,2	Данных нет, затоплена площадка		
210	3,9	42/58	2,2	288/360	14,5	57/43	6,2	15	48/52	7,8
232	7,5	53/47	3,5	720/поглощение	11	65/35	3,8	30	87/13	3,9
20*	11	37/63	6,9		19	6/94	17,9	41	25/75	31

\*увеличение дебита на скважине № 20 произошло в результате интерференции волнового воздействия на скважине № 17 ( $L=500$  м)

Произведены промысловые работы волновым методом с привязкой «отражателя» по ГК и локатору муфт на глубине 3510 м. Интервалы установки «отражателя» через 1 м в интервале 3510-3505 м, всего 5 этапов. Всего закачано (вбито) воды плотностью 1,00 г/см<sup>3</sup> в эти интервалы в объеме 3 м<sup>3</sup>.

После волнового воздействия на воде было произведено на прежних режимах определение приемистости скважины, которая составила 324 м<sup>3</sup>/сутки.

Этот эффект связан с передачей резонансных импульсов на доминантной частоте не только на призабойную зону пласта (ПЗП) обрабатываемой скважине, но и на обрабатываемый пласт на расстояние более 500 м от ствола скважины. В таблице № 7 представлены сведения по обработанным скважинам.

Таблица 7 – Обработанные скважины

№ скважины	Дебит до обработки, м <sup>3</sup>	Дебит после обработки, м <sup>3</sup>
942 Жирновская	0,35	0,9-1,0
200 Кудиновская	2,5-3,0 насосный	23-24 фонтанный
127 Арчединская (нагнетательная)	200 ( $P_n = 80$ ат)	432 ( $P_n = 60$ ат)
12 Зеленовская	7,9	25
1364 Восточно-Тарко-Салинская	0	10
3491 Ромашкинская	2,7	15,8
6357 Ромашкинская	0	5,0
1311 Ромашкинская	0	0
6361 Ромашкинская	2,0	5,0
3530 Ромашкинская	0,8	21,0
3491 ЦДНГ-1	2,7	10

### Заключение

Всего обработке ударными волнами были подвергнуты продуктивные пласты более чем в 50-ти скважинах. Работы проводились на предприятиях ОАО «Нижевартовскнефть», ОАО «Татнефть», ОАО «Пурнефтегазгеология», ОАО «Роснефть» и др.

Следует отметить, что при проведении этих испытаний не отмечено ни одного случая прорыва обсадных и насосно-компрессорных труб. Объясняется это тем, что при скорости ударной волны 1350-1550 м/с трубы не успевают деформироваться и не разрушаются даже при очень высоких величинах импульсного давления.

Таким образом, технология увеличения дебитов нефтяных скважин с использованием энергии ударных волн высокоэффективна и может быть рекомендована для широкого промышленного освоения. Особое внимание следует обратить на ее очевидную перспективность в решении проблемы резкого повышения коэффициентов извлечения нефти. Развитие этого направления может составить серьезную альтернативу таким сложным и дорогостоящим методам, как гидроразрывы пластов и бурение горизонтально-разветвленных скважин.

### Список использованных источников

1. Волновая обработка коллекторов нефти и газа / В.С. Войтенко [и др.]. – Минск: Юнипак, 2005.
2. Колтюбинг: основы и практика применения в горном деле / В.С. Войтенко [и др.]. – Минск: Юнипак, 2007.
3. **Войтенко, В.С.** Комплексная технология получения информации о нефтегазонасыщенности перспективных горизонтов / В.С. Войтенко, А.Н. Лысенко // Бюллетень БГА. – Минск: 2000. – № 1(4).

**Voitenko V.S., Novikov M.S., Novikov S.S., Rabaeva N.S., Onika S.G., Silkov R.A.**

**Technology of increase of oil-well capacity and intake capacity of injection wells by using the energy of knock waves («power» waves)**

*The article presents recommendations to increase oil-well capacity and intake capacity of injection wells. Oil reservoirs treating method by using the energy of knock waves is described. The advantages of the given type of the formation fluid entry stimulation are emphasized.*

Поступила в редакцию 4.03.2011 г.