

ВОЛНОВЫЕ МЕТОДЫ В ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ

М.В. Омелянюк¹⁾, И.А. Пахлян²⁾, О.В. Концевич³⁾

1) к.т.н., зав. кафедрой МОНГП Армавирского механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

2) к.т.н., доцент кафедры МОНГП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

3) студент кафедры МОНГП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, stalin149@mail.ru

Аннотация: в статье проанализированы методы волнового воздействия на пласты для интенсификации добычи нефти; кратко изложено их моделирование.

Ключевые слова: скважина, пласт, генератор, колебание, бурение, амплитуда, частота, вибрация.

WAVE METHODS IN THE OIL PRODUCTION INTENSIFICATION

Maxim V. Omelyanyuk¹⁾, Irina A. Pahlyan²⁾, Oleg V. Kontsevich³⁾

1) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

2) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

3) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, stalin149@mail.ru

Abstract: in article methods of wave impact on layers for an oil production intensification are analysed; their modeling is briefly stated.

Key words: hole, layer, generator, hesitating, drillings, amplitude, frequencies, oscillation

Технологии, основанные на использовании высоконапорных струй жидкости, применяются в нефтегазовом деле для резания обсадных колонн; перфорирования скважин; интенсификации добычи углеводородов различными методами – путем гидроразрыва пласта, виброобработки

призобойной зоны пласта (ПЗП); очистки обсадных и насосно-компрессорных колонн от песчаных пробок; разрушения застрявших долот и пакеров; демонтажа морских платформ; срезания устьевой арматуры на ликвидируемых или аварийно фонтанирующих скважинах. Данные технологии и устройства, их реализующие, уже апробированы и широко используются нефтегазодобывающими компаниями. При реализации данных технологий струи жидкости истекают под давлением через гидравлические насадки, достигая высоких скоростей. В ряде случаев в жидкость добавляют абразивные материалы.

В РФ и за рубежом оценивается возможность использования ВСЖ при решении прочих актуальных проблем, возникающих при бурении, эксплуатации и ремонте скважин; добыче, транспорте и переработке углеводородного сырья. Одним из перспективных направлений применения технологий, основанных на применении струй жидкости, является создание колебаний в скважинных условиях в различных устройствах при протекании через них жидкостей [1-4]. Промышленно апробированными и широко используемыми в российской и зарубежной практике являются следующие направления использования импульсных высоконапорных струй в скважинных условиях: бурение скважин; интенсификация производительности добывающих скважин и повышение приемистости нагнетательных; разветвленно-струйное бурение; гидромониторное расширение; цементирование скважин. В данной работе рассматриваются методы генерирования колебаний в гидродинамических излучателях.

Авторами [5] при проведении работ по объемному волновому воздействию обнаружено, что в нефтяных пластах на глубинах 2 км и более возникают эффекты, большинство из которых наблюдались ранее только в лабораторных условиях при мощности воздействия на 4-5 порядков выше. Авторы объясняют это тем, что изменяется состояние блочной структуры нефтяных пластов, источником энергии при этом является напряженное состояние самих пластов. Причина неустойчивости блочной структуры нефтяных пластов – изменение пластового давления в процессе разработки.

Большинство исследователей считают, что для эффективного воздействия на пласт в процессе бурения или интенсификации добычи следует использовать генераторы низкочастотных высокоамплитудных колебаний. Поскольку при воздействии с поверхности Земли до пласта доходит порядка 1% излучаемой энергии, то рекомендуется использовать скважинный источник. Наиболее перспективно использовать генераторы колебаний на частотах в диапазоне от единиц до 200-300 Гц, в котором пластовые структуры могут возбудиться в резонанс на доминантных

частотах [6]. Указывается, что источники колебаний на частотах 5-40 кГц воздействуют только на призабойную зону пласта, вызывая локальный эффект очистки на глубину нескольких метров от оси скважины. На данных частотах рассчитывать на воздействие на значительное расстояние не приходится. Авторы [6] предлагают доминантные частоты определять по упрощенной формуле:

$$\omega \cdot g_i = \frac{v_i \cdot \beta_i}{k_i} \quad (1)$$

где v_i - скорость плоской волны в горной породе, м/с;

$\beta_i = \sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}$ - безразмерная величина, определяемая физико-

механическими свойствами горных пород;

k_i - размер осциллятора, м.

Коэффициент поглощения предложено [6] определять по формуле:

$$\alpha = \frac{8f^2 \pi^2 \mu_{cp}}{3\rho_{cp} v_{cp}^2}; \quad (2)$$

где f - частота излучения, Гц;

μ_{cp} - средняя динамическая вязкость, Па·с;

ρ_{cp} - средняя плотность породы, кг/м³;

v_{cp} - средняя скорость распространения упругой волны в пласте, м/с.

В работе [7] авторами предложено для определения собственной частоты использовать формулу:

$$\omega^2 = \frac{3 \cdot \left(1 + \frac{K_H k_B k \theta}{K_{II} \mu} \cdot |\Delta P| \right) \cdot |\Delta P|}{2\rho_n (1 - \varphi) K_H L_0}; \quad (3)$$

где K_H - начальная нефтенасыщенность коллектора;

K_{II} - пористость коллектора;

k_B - относительная фазовая проницаемость для воды в промытой зоне;

k - абсолютная проницаемость коллектора, м²;

θ - коэффициент, зависящий от особенностей строения пластов, с/м;

$|\Delta P|$ - модуль градиента давления, Па/м;

ρ_n - плотность нефти, кг/м³;

φ - доля адсорбированной нефти, оставшейся на стенках пор и глинистых агрегатов; зависит от особенностей формирования и строения коллектора;

$L_0 = 1$ м.

Также в работе представлены результаты расчета данных частот для ряда примеров (согласно авторов, оптимальный спектр частот излучателя должен составлять 200-1000 Гц). Установлено, что наибольшая суммарная дополнительная добыча нефти достигается, когда угол расхождения составляет 20-30°. При больших углах расхождения увеличивается зона охвата пласта воздействием, но уменьшается амплитуда волны и, следовательно, воздействие на остаточную нефтенасыщенность [7].

Список использованных источников:

1. Омелянюк М.В. Повышение эффективности кавитационной реанимации скважин // Нефтепромысловое дело, 2008. - № 5. - С. 35 – 41.
2. Омелянюк М.В. Интенсификация работы и реанимация водозаборных скважин // Нефтепромысловое дело. 2010. - № 8. - С. 22 – 25.
3. Омелянюк М.В. Кавитационные технологии в нефтегазовом деле // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, 2010. - № 1. - С. 29-33.
4. Омелянюк М.В. Разработка технологии гидродинамической кавитационной очистки труб от отложений при ремонте скважин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Краснодар, 2004.
5. Симонов Б.Ф. и др. Технология объемного волнового воздействия на нефтегазовые залежи для повышения углеводородоотдачи пластов// Нефтяное хозяйство, 1998. - № 4. - С. 42 – 44.
6. Боголюбов Б.Н., Лобанов В.А., Бриллиант Л.С. и др. Интенсификация добычи нефти низкочастотным акустическим воздействием // Нефтяное хозяйство, 2000. - № 9. - С. 80 – 81.
7. Черемисин Н.А., Черемисин А.Н. Проектирование необходимого спектра частот и оптимальной интенсивности волновых воздействий на пласты // Нефтяное хозяйство, 2007. - № 6. - С. 61 – 65.