

Технология увеличения дебитов нефтяных и приемистости нагнетательных скважин с использованием энергии ударных волн

Technology of Increasing Rate of Oil And Gas Production and Injection Wells Using Shockwaves

В.С. Войтенко, С.С. Новиков, С.Г. Оника, Белорусский национальный технический университет

V. Voitenko, S. Novikov, S. Onica

Метод основан на акустическом воздействии на продуктивные пласты волновой энергией, формируемой устьевым генератором упругих волн так называемой волны Рэлея. Передача волны «Рэлея» по непрерывному потоку жидкости при любых низких ее уровнях в скважине в продуктивный пласт позволяет раскольматировать прискважинную зону пласта-коллектора и тем самым устранить препятствие выхода флюида из пласта. Генератор упругих волн, смонтированный на устье скважины, по волноводу, которым являются НКТ (рис. 1), заполненные технологической жидкостью, посылает упругую волну на обрабатываемый участок продуктивной толщи. Генерируемая волна трансформируется на продольные, поперечные и поверхностные волны с энергией 5–1500 Дж и частотой 0,5–80 Гц, проходит по волноводу, разворачивается на отражателе и попадает в пласт. Хорошее акустическое согласование жидкостного волновода с породой способствует высокому коэффициенту полезного воздействия на обрабатываемые отложения. Под воздействием высокого импульсного давления технологический раствор про-

никает в естественные трещины, расширяет их, создает новые в соответствии с природой усталостного трещинообразования. К преимуществам метода воздействия силовыми волнами можно отнести следующее:

- простоту оборудования;
- несложность монтажа из-за размещения оборудования на устье скважины;
- противofонтанную безопасность (оборудование можно монтировать на 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, без извлечения отражателя;
- равномерную обработку волнами всего коллектора, а при работах по интенсификации притока кислотами и т.д. их проникновение во все участки интервала перфорации (в отличие от гидроразрыва);
- очистка внутренней поверхности НКТ волнами «Рэлея» во время обработки;
- как сопутствующий фактор в результа-



те этого хорошее прохождение приборов ГИС для контроля за разработкой месторождений;

- отсутствие высоких давлений в скважине и нежелательных побочных явлений;
- возможность расширить контур питания скважин за счет увеличения проницаемости коллектора и улучшить фильтрационную способность нефти;

- в результате вибровоздействия в работу включаются все пропластки, находящиеся в интервале перфорации.

Сравнение результатов волнового воздействия с увеличением дебитов нефтяных скважин за счет бурения горизонтальных стволов и гидроразрыва в различных регионах России показало, что стоимость их многократно выше стоимости волно-

Таблица 1 – Примеры изменения приемистости и суточной добычи нефти в скважинах, подвергнутых волновой обработке

№ СКВ	Дебит до проведения УГСВ-3 общий, м ³	Вода, нефть, %	В том числе нефть, м ³	Приемистость до проведения УГСВ-3/ и после, м ³ /сут	Дебит после проведения УГСВ-3 (декабрь 2004 года), м ³	Вода, нефть, %	В том числе нефть, м ³	Дебит после проведения УГСВ-3 (май 2005 г), м ³	Вода, нефть, %	В том числе нефть, м ³
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
			23.9				38.1			52.7

* Увеличение дебита на скважине № 20 в результате интерференции после проведения УГСВ-3 на скважине № 17 (расстояние между скважинами – 500 м).

вой обработки пласта при более низкой эффективности.

В таблице 1 приведены некоторые примеры изменения приемистости и суточной добычи нефти в скважинах, подвергнутых волновой обработке.

Всего обработке ударными волнами были подвергнуты продуктивные пласты более чем в 200 нефтяных и водозаборных скважинах. Работы проводились на предприятиях ОАО «Нижневартовскнефтегаз», ОАО «Татнефть», ОАО «Пурнефтегазгеология», ОАО «Роснефть», Волгоградском и Астраханском водозаборах.

Результаты волновой обработки водозаборных скважин приведены в табл. 2.

Приведенные данные убедительно иллюстрируют высокую эффективность волнового воздействия на продуктивные пласты.

Весьма показателен пример волновой обработки нефтяного пласта в скважине № 200 Кудиновского месторождения Волгоградского региона, данные по которой приведены в табл. 3.

Эти результаты показывают, что волновое воздействие позволяет «включать в работу» сравнительно дальние «блокированные» участки нефтяного пласта, что существенно для решения проблемы не только увеличения дебита скважины, но и КИН нефтяного месторождения.

Схема монтажа генератора упругих волн УГСВ-3 показана на рис. 1.

Необходимо подчеркнуть, что за весь период выполнения работ по волновому воздействию на продуктивные пласты (как нефтяные, так и водоносные) не было отмечено ни одного случая повреждения обсадных труб и НКТ, а также нарушения



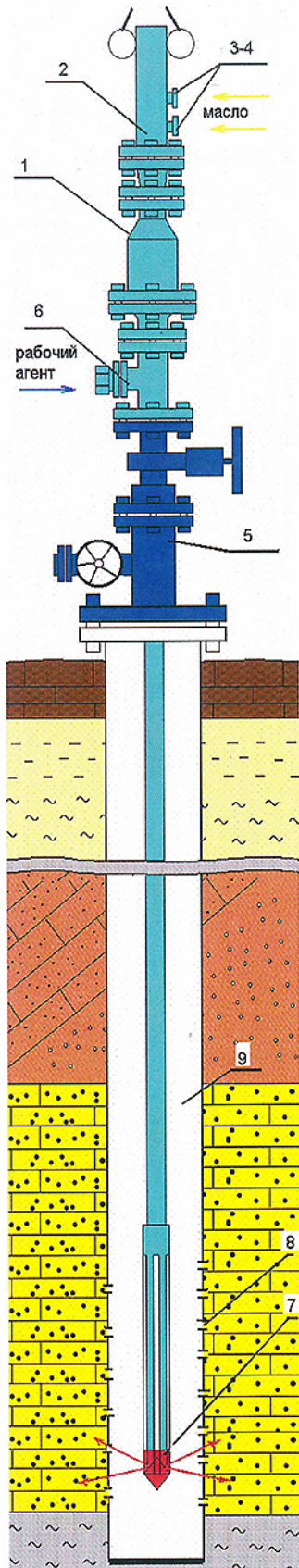
Таблица 2 – Результаты волновой обработки водозаборных скважин

№ п/п	Дата обработки скв.	№ скв., район	Интервал обработки	Тип коллектора	Наличие фильтра	Дебит, м ³ /час		
						первоначальный	до	после
							обработки	
1	06.95	6 – Грачи	35–49	песч.	Фильтр	30	10	15
2	02.95	7 – Грачи	42,5–43,5	песч.	Фильтр	12	0	16
3	08.95	13 – Грачи	35–51	песч.	Фильтр	45	45	72
4	06.95	18 – Грачи	38–44	песч.	Фильтр	10	7,2	20
5	12.91	7 – Выезд	60–73	песч.	Фильтр	нет данных	3	24
6	04.95	9Б – Выезд	18,1–30	песч.	Фильтр		10	30
7	10.94	11 – Выезд	23–28	песч.	Фильтр		7	16
8	10.94	12 – Выезд	23,5–29,5	песч.	Фильтр		3	14
9	09.94	13А – Выезд	22–30	песч.	Фильтр		10	60
10	11.94	15 – Выезд	36,5–38,5	песч.	Фильтр		10	24
11	05.96	4А – Выезд	19–26,4	песч.	Фильтр		10	18
12	11.95	2 – Урюпинск	40–76	извест.	Б/ф.	18	18	70
13	12.95	3 – Урюпинск	36–50	извест.	Б/ф.	18	15	90
14	12.95	4 – Урюпинск	45–58	извест.	Б/ф.	60	15	115
15	03.95	5 – Урюпинск	54–80	извест.	Б/ф.	120	0	120
16	01.96	7 – Урюпинск	52–50	извест.	Б/ф.	100	50	100
17	05.96	14 – Елань	188–200	песч.	Фильтр	10	0	10
18	05.96	15 – Елань	185–189	песч.	Фильтр	8	8	36
19	03.96	19 – Елань	172–188	песч.	Фильтр	16	16	27
20	02.96	20 – Елань	166–182	песч.	Фильтр	16	0	36
21	06.95	1 – Алексеевск	20–29	песч.	Фильтр	нет данных	7,3	15

Таблица 3 – Данные волновой обработки нефтяного пласта в скважине № 200 Кудиновского месторождения Волгоградского региона

Параметры	До обработки	После обработки
Давление нагнетания при определении приемистости, МПа	13	2
Способ эксплуатации	Глубинно-насосный (1975 г.)	Фонтанный (1995 г.)
Дебит по жидкости, м ³ /сут	2,5-3,0	23,0-24,0
Дебит по газу, м ³ /сут	Практически нулевой	21,3
Давление на устье, МПа	0	1,3





герметичности эксплуатационных колонн. Это указывает на то, что при скорости ударной волны 1350–1550 м/с трубы не успевают деформироваться и не разрушаются даже при очень высоких импульсных давлениях.

И еще следует указать на одно важное для практики добычи нефти обстоятельство. Эффект от волнового воздействия на пласт может сохраняться в течение долгого времени: от нескольких месяцев до нескольких лет.

Таким образом, на основании изложенного можно констатировать, что 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 повышения коэффициента извлечения нефти (КИН). ■

Таблица 4 – Характеристики генераторов силовых волн

Характеристика	УГСВ-3	УГСВ-1
Мощность (кДж)	3	0,13
Энергия волны (Дж)	5-1500	До 1
Глубина скважины (м)	5000	1500
Рабочий агент	Жидкость, неспособная кольтимировать пласт	Вода
Радиус действия волны (м)	До 400	До 150
Шаг обработки (м)	0,5–1,5	0,5–1,5
Интервал обработки	Без ограничений	Без ограничений
Привод генератора	Дизель + НШ-100	Компрессор P=0,7–1,0 МПа, Q=10–20 м³/мин
Привязка отражателя к подошве продуктивного горизонта	Геофизическими методами ГК ГАК, ГК	По мере инструмента

Рисунок 1 – Схема монтажа генератора упругих волн УГСВ-3