ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОБВОДНЕННОСТИ И
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИТОКА НЕФТИ В СКВАЖИНАХ

APPLICATION OF HYDRAULIC FRACTURING FOR REDUCING WATER CUT
AND INTENSIFICATION OF OIL FLOW IN WELLS

¹Родионов М.В., ²Гадельшин И.Р.

¹Rodionov M.V., ²Gadelshin I.R.

¹Студент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтегазовых месторождений», УГНТУ,
г. Уфа, Россия

²Студент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтегазовых месторождений», УГНТУ,
г. Уфа, Россия

¹Student of Development and Exploitation of Oil and Gas Fields Department USPTU, Ufa, Russia

²Student of Development and Exploitation of Oil and Gas Fields Department USPTU, Ufa, Russia

Аннотация. В настоящее время трудноизвлекаемые запасы углеводородов занимают основное место в нефтедобывающей промышленности. Интенсификация притока и перевод скважин в разряд рентабельных является одной из первых задач при разработке и эксплуатации месторождений [1,9]. Гидро разрыв пласта (ГРП) зарекомендовал себя как эффективный метод воздействия на призабойную зону пласта (ПЗП), состоящий в том, что порода разрывается по плоскостям минимальной прочности под действием избыточного давления, создаваемого закачкой в скважину жидкости разрыва с расходом, который скважина не успевает поглощать [2,3]. Трещины, полученные в ходе ГРП, являются новыми каналами продвижения нефти и увеличивают общую проницаемость пласта [4,5]. Целью работы является анализ эффективности применения гидро разрыва пласта на скважинах сложно построенного высокообводненного месторождения им. Шпильмана В.И. Оптимизирован график закачки, обеспечен оптимальный и наиболее эффективный подбор жидкости разрыва для проведения операций ГРП на месторождении им. Шпильмана В.И. с залежами викуловской свиты, приуроченными к основным пластам – ВК1, ВК2. После проведения операций ГРП снижен общий дебит жидкости, при сохранении дебита по нефти.

Abstract. Currently, hard-to-recover hydrocarbon reserves play the main role in the oil industry. Stimulation of inflow and transfer of wells to the category of profitable wells is one of the first tasks during the development and exploitation of fields [1,9]. Hydraulic fracturing (HF) has established itself as an effective method of influencing the bottomhole formation zone (BFZ), it consists in rock fracturing along the planes of minimum strength under the influence of excess pressure created by the injection of fracturing fluid into the well at such a rate that the well does not have time to absorb it [2,3]. Fractures formed during hydraulic fracturing become new channels for oil movement and increase the overall permeability of the formation [4,5]. The aim of this work is to analyze the efficiency of hydraulic fracturing in the wells of the highly watered complex field named after Vladimir I. Shpilman. The injection schedule was optimized, the optimal and most effective selection of the fracturing fluid for hydraulic fracturing operations at the field named after Vladimir I. Shpilman with deposits of Vikulovskaya suite, confined to the main layers - VK1, VK2, was ensured. After the fracturing operations, the total fluid flow rate was reduced, while the oil flow rate remained the same.

Ключевые слова: геолого-технические мероприятия, гидравлический разрыв пласта, выбор жидкости разрыва, дебит скважин, геометрия трещин.

Keywords: geological and technical activities, hydraulic fracturing, selection of fracturing fluid, flow rate, geometry of the cracks.

В ходе исследования особенностей геологического строения пластов были получены данные, осложняющие проведение ГРП, а именно близкое расположение водонасыщенных пластов и отсутствие мощных экранов [6]. В сложившихся условиях необходим комплексный подход, включающий в себя не только изменение существующего графика закачки, но и изменение реологии используемой жидкости.

Так как существующий подход к проведению ГРП не позволял успешно разрабатывать данный объект, были проведены ряд лабораторных тестов, по результатам которых был подобран вариант рецептуры, использующий два сшивателя.

Использование второго сшивателя WGXL-8.2, являющегося раствором боратных соединений на водной основе, совместно со сшивателем DBXL-90, обладающего замедленным сшивающим действием, позволило снизить вязкость геля, при этом сохранив его реологические свойства. В качестве гелеобразователя был использован реагент WG-40LDS. Загрузки химических реагентов составили: WG-40LDS – 4 л/м³, DBXL-90 - 2 л/м³, WGXL-8.2 – 1,5 л/м³.

На рисунке 1 показан дизайн трещины ГРП, полученной при использовании финального варианта рецептуры. Трещина имеет подходящую геометрию, то есть при этих параметрах риск подключения водонасыщенного горизонта существенно снижается.

После проведения многостадийного гидроразрыва пласта (МСГРП) [7] был осуществлен отбор проб для лабораторного тестирования, осуществлявшийся на стадии освоения скважины. Период отбора проб составляет 14 суток. Частота отбора проб - 1 раз в сутки. Объем одной отобранной пробы составляет не менее 0,5 литра пластового флюида.

Цитометрический анализ проб и их интерпретация определила относительное содержание трассеров разного типа, что позволило, используя данные по общему дебиту, перейти к абсолютным значениям притоков в тоннах/сутки и кубометрах/сутки.

Рис. 1. Окончательный вариант с использованием двух сшивателей.

Операция ГРП проведена успешно. Это подтверждается не только безаварийностью проведенных работ, но и технологической успешностью. Текущий режим работы скважины составляет: дебит жидкости 20 м³/сут, обводненность 32%, дебит нефти 11,46 т/сут. Показатель по обводнённости на данной скважине ниже среднего по месторождению и операциям ГРП выполненным по стандартной технологии более чем на 27%.

По результатам выполненных работ бригадой ГРП была проведена операция МСГРП на другой скважине куста 722 этого же месторождения.

На рисунке 2 представлены графики проведения операции ГРП.

Приведены зависимости расходов химии и блендера, давления в НКТ и давления в затрубном пространстве в зависимости от времени. Общий тоннаж закачки составил 40 тонн проппанта на 5 этапов. Операция проведена безаварийно, текущий режим работы скважины составляет: дебит жидкости 94 м³/сут, обводненность 74,5%, дебит нефти 20,06 т/сут.

Программа опытно-промышленных работ (ОПР) по испытанию полимерных трассеров разработана для определения вклада каждого порта МС ГРП в общую добычу скважины с горизонтальным окончанием [8].

В таблице 1 приведены эксплуатационные характеристики скважин после проведения ГРП со сниженными нагрузками химических реагентов, эксплуатационные характеристики скважин после проведения ГРП с применением агрессивного графика закачки и сниженными нагрузками химических реагентов.

Эксплуатационные характеристики скважин после проведения ГРП с применением агрессивного графика закачки и сниженными нагрузками химических реагентов (WG-40LDS – 4 л/м³ / DBXL-90 – 2 л/м³ / WGXL-8.2 – 1,5 л/м³.)

Из таблицы 1 видим, что данные, полученные с применением системы Альфа, подтверждают технологическую эффективность операции. Это выражается в снижении обводнённости продукции, что, в свою очередь, ведет к снижению общего дебита жидкости, при сохранении дебита по нефти. Кроме того, меньший износ оборудования (коррозия, отложение парафина, вынос частиц породы).

Рис. 2. График проведения операции ГРП

Таблица 1

Эксплуатационные характеристики скважин после проведения ГРП со сниженными нагрузками химических реагентов

№ п/п	№ скважины	Пласт	Параметры на дату запуска				Параметры на текущую дату				Масса пропанта
			Qж, м ³	% обв.	Qн, т/сут	Ндин	Qж, м ³	% обв.	Qн, т/сут	Ндин	
1	95	ВК2	18	25	11,3	850	18	21	11,8	950	1+7
2	45	ВК2	34	79	5,89	989	27	64	8,09	864	0,7+7,3
3	64	ВК1	32	72	7,47	812	22	59	7,53	870	0,7+9,3

Режимы работы скважин

№ п/п	№ скважины	Пласт	Параметры на дату запуска				Параметры на текущую дату				Масса пропанта
			Q _ж , м ³	% обв.	Q _н , т/сут	Н _{дин}	Q _ж , м ³	% обв.	Q _н , т/сут	Н _{дин}	
1	81	ВК1	70	94	3.50	173	20	32	11.46	901	1+7
2	43	ВК2	60	95	2.51	458	42	54	16.17	1087	1+7
3	51	ВК1	17	34	9.36	950	18	21	11.92	1032	1+9

Анализ данных, полученных после проведения ГРП со сниженными нагрузками химических реагентов, показывает снижение обводненности продукции на 10,6% - в среднем, при повышении дебита по нефти на 4,7 - 37,3%.

Снижение обводненности продукции, полученное после проведения ГРП с применением агрессивного графика закачки и сниженными нагрузками химических реагентов, в среднем, составило 38,6%, при повышении дебита по нефти на 27 - 644%.

Список использованной литературы

1. Каневская Р. Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта/. - М.: Недра, 1999. – 211 с.
2. Трофимов М.С., Яркиева Н.Р. Проектирование гидравлического разрыва пласта на скважинах Южно-Тарасовского месторождения Нефтегазовое дело. - 2016. - Т. 14, № 4. - С. 58-63.
3. Яркиева Н.Р., Хазиев А.М. Применение гидроразрыва пласта для интенсификации притока нефти в скважинах Нефтегазовое дело. – 2018. – Т. 16, №5. – С. 30-36.
4. Акрамов Т.Ф., Яркиева Н.Р. Анализ эффективности применения гидроразрыва пласта на поздней стадии разработки (на примере нефтяных месторождений Республики Башкортостан) Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2019. - №5.
5. Хусаинов Б.И., Яркиева Н.Р., Э.С. Самушкова Анализ проведения гидравлического разрыва пласта по технологии Slug Frac Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2019. - №4 (120).
6. Шайхутдинов Т.Ф., Яркиева Н.Р. Анализ отрицательных последствий при проведении гидравлического разрыва пласта Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2020. - №1 (123). – С.104-110.
7. Бархатов Э.А., Яркиева Н.Р. Горизонтальные скважины с многостадийным ГРП в условиях Приобского месторождения NEFTEGAZ.RU: деловой журнал. – 2017. - № 3. – С. 54-58.
8. Яркиева Н.Р., Бархатов Э.А. Эффективность применения многозонного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах = The efficiency of multizone hydraulic fracturing in horizontal well Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов = Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. - 2017. – Т. 328, № 10. – С. 50-58.
9. Belyadi H., Ebrahim F., Belyadi F. Hydraulic Fracturing in Unconventional Reservoirs. – Amsterdam: Elsevier Science, 2016. – 452 p.