

УДК 622.245.542.3

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОГО
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ
СКВАЖИНАХ НА ВЫНГАПУРОВСКОМ
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**
ANALYSIS OF EFFICIENCY OF MULTI-STAGE HYDRAULIC FRACTURING IN
HORIZONTAL WELLS AT VYNGAPUROVSKOYE GAS FIELD

И. Т. Шкряба, С. Ф. Мулявин, И. И. Клещенко, В. Ю. Кусакин

I. T. Shkryaba, S. F. Mulyavin, I. I. Kleshchenko, V. Yu. Kusakin

*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
АО «Сибирский научно-исследовательский институт нефтяной промышленности»,
г. Тюмень
АО «Газпромнефть – Ноябрьскнефтегаз», г. Ноябрьск*

*Ключевые слова: многостадийный гидравлический разрыв пласта; горизонтальная скважина; низкая проницаемость коллектора
Key words: multi-stage hydraulic fracturing; horizontal well; low permeability of reservoir*

Одним из крупных месторождений в Ноябрьском районе Тюменской области является Вынгапуровское нефтегазоконденсатное месторождение.

Район месторождения расположен на границе двух автономных округов: Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского.

В тектоническом плане Вынгапуровское месторождение расположено в пределах Варьеганско-Пурпейской антиклинальной зоны линейных структур. При испытании сеноманских отложений в 1968 г. в скв. 1 был получен фонтан природного газа дебитом 7,3 млн м³/сут. Промышленная нефтеносность установлена в 1971 г. при испытании поисковой скважины 31Р из юрских и ачимовских отложений. Месторождение введено в опытно-промышленную эксплуатацию в 1982 г.

Почти все пласты Вынгапуровского месторождения представлены неравномерным переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов и глин. Важной особенностью строения основных продуктивных пластов месторождения является неравномерное распределение в их объеме прерывистых и монолитных коллекторов. Это обуславливает объективные трудности в организации синхронной, то есть близкой по темпам выработки запасов нефти, содержащейся в различных типах коллекторов.

Самым крупным эксплуатационным объектом является пласт БВ8-1 мегийонской свиты, на долю которого приходится почти две трети от всех запасов нефти, а также 72,2 % всей добычи нефти на месторождении.

Месторождение находится на третьей стадии разработки (отбор от начальных извлекаемых запасов 46,1 %) и характеризуется прогрессирующим обводнением (80,4 %). График разработки по Вынгапуровскому месторождению представлен на рисунке 1.

На основном по запасам пласте БВ8-1, охваченном бурением в краевых участках пласта, отмечаются уменьшение нефтенасыщенных толщин, высокая расчлененность и низкая проницаемость коллекторов. Ухудшение качества коллектора повлияло на снижение среднего входного дебита, а также увеличение входной обводненности скважин. Доля трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) нефти на Вынгапуровском месторождении к 2015 г. составила 75 % ($K_{np} \leq 0,01$ мкм²), а доля активных запасов — 25 %.

За более чем 30-летний период эксплуатации Вынгапуровского месторождения было выполнено более 10 000 геолого-технических мероприятий (ГТМ), из них наиболее эффективным стал гидроразрыв пласта (ГРП), за счет которого было получено 60 % всей дополнительной добычи.

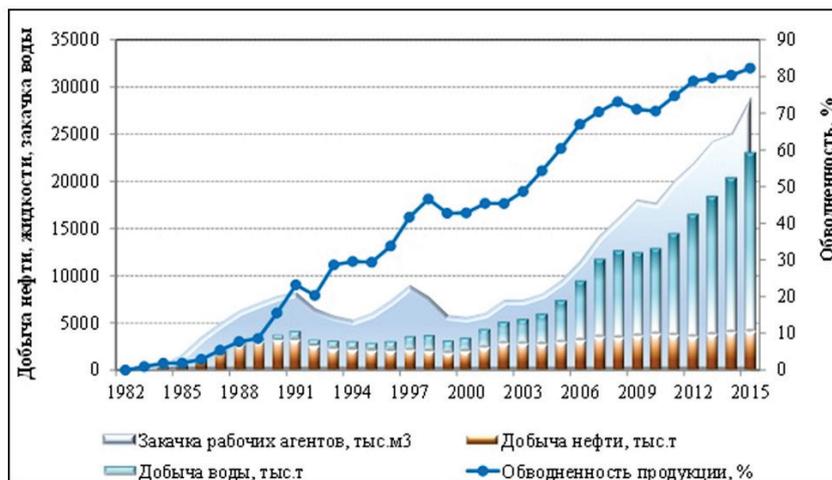


Рис. 1. График добычи нефти, жидкости, закачки воды и обводненности по Вынгапуровскому месторождению

На месторождении ГРП начал внедряться с 1991 г. на объекте БВ8-1. Наиболее активно этот вид ГТМ применяется с 2001 г., в течение 2001–2016 гг. в среднем проводилось около 80 обработок скважин методом ГРП в год на добывающем фонде и на большинстве новых скважин при освоении (рис. 2).

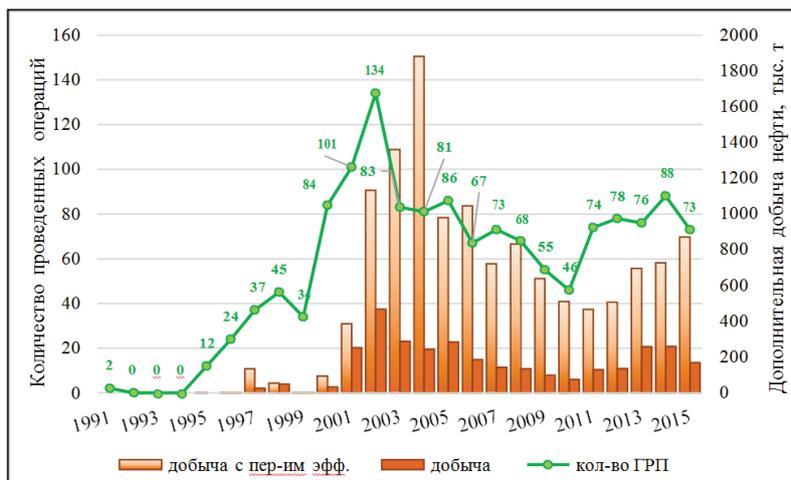


Рис. 2. Динамика выполнения и дополнительная добыча нефти от ГРП

Для эффективной выработки трудноизвлекаемых запасов нефти традиционные методы вскрытия продуктивного пласта и стимулирования скважин на Вынгапуровском месторождении не дают необходимого эффекта. Поэтому насущной потребностью стала реализация современных передовых технологий.

Одной из таких технологий по поддержанию рентабельных уровней добычи в ухудшающихся геологических условиях краевых зон Вынгапуровского месторождения, представленных низкопродуктивными коллекторами с проницаемостью менее $0,01 \text{ мкм}^2$, является применение горизонтальных скважин (ГС), в которых проведен многостадийный гидравлический разрыв пласта (МГРП).

Детальный анализ выработки запасов нефти по объекту, проведенный на основе имеющейся геолого-промысловой информации и гидродинамического моделирования, позволил выявить закономерности механизма выработки и определить местоположение остаточных запасов по площади и разрезу продуктивных пластов с целью обоснования мероприятий по совершенствованию разработки.

Технологическая эффективность проведения ГРП оценивалась по скважинам путем сопоставления базовых дебитов нефти до мероприятия с фактическими после проведения мероприятия.

Для повышения эффективности ввода в разработку краевых зон пласта с конца 2011 г. выполняется бурение горизонтальных скважин в низкопродуктивных зонах объекта. На рисунке 3 представлено сравнение входного дебита и обводненности наклонно направленных скважин (ННС) с ГРП и ГС с МГРП.

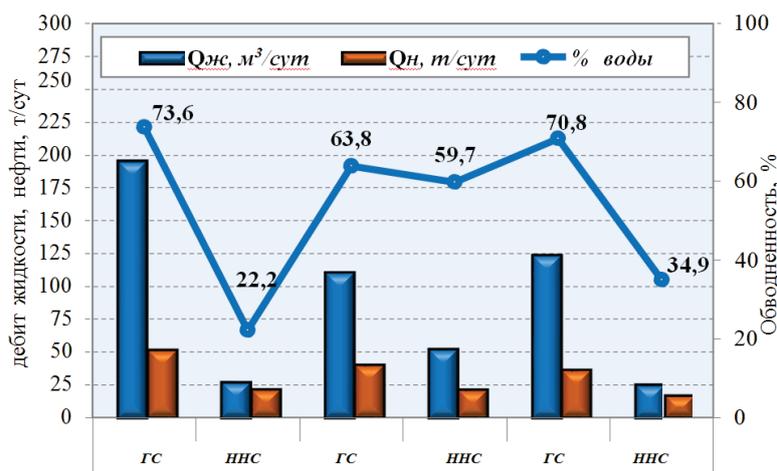


Рис. 3. Динамика дебитов жидкости, нефти и обводненности наклонно направленных скважин (ННС) с ГРП и горизонтальных скважин (ГС) с МГРП по объекту БВ8-1 Вынгапуровского месторождения

Внедрение технологии бурения ГС с МГРП послужило увеличению входного дебита нефти горизонтальных скважин практически в два раза по сравнению с входными дебитами ННС (рис. 4).

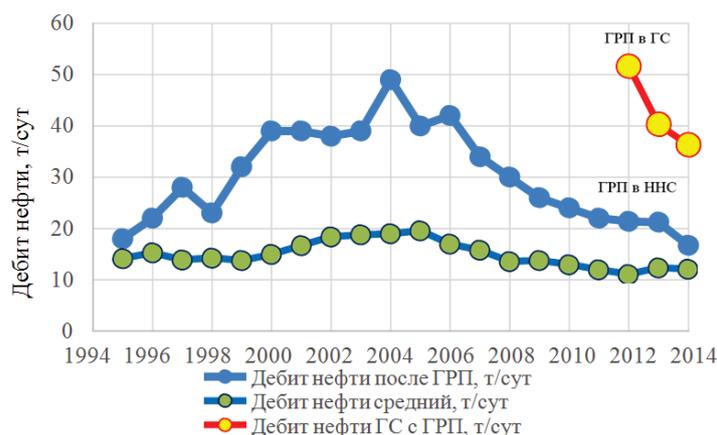


Рис. 4. Динамика дебитов скважин по нефти (объект БВ8-1)

Сравнение показателей ГС с МГРП и ННС с ГРП пласта БВ8-1 Вынгапуровского месторождения показывает большую эффективность ГС с ГРП, чем наклонно направленных: по дебиту жидкости — в 4 раза, по дебиту нефти — в 2,2 раза, по удельному отбору — в 4,5 раза (таблица). При этом количество фразов также увеличивается с 1 до 5 на одну скважину.

Показатели эксплуатации ГС с МГРП и ННС с ГРП объекта БВ8-1 Вынгапуровского месторождения

Год	Тип скважин	Количество скважин	Годовые отборы		Накопленный отбор нефти, тыс. т	Параметры работы скважин			Время работы одной скв.	Количество фразов на одной скв.	Удельный отбор нефти тыс. т/скв.
			жидкости, тыс. т	нефти, тыс. т		Дебит жидкости, м ³ /сут	Обводненность, %	Дебит нефти, т/сут			
2012	ГС	15	214,5	56,5	262,0	195,8	73,6	51,6	73	4,2	17,5
	ННС	42	189,1	147,1	147,0	27,5	22,2	21,4	163	1	3,5
2013	ГС	52	1 085,6	392,9	857,0	111,2	63,8	40,3	188	5,8	16,5
	ННС	14	95,3	38,4	60,2	52,6	59,7	21,2	129	1	4,3
2014	ГС	55	1 309,4	382,7	382,7	124,2	70,8	36,3	192	6,8	6,9
	ННС	9	17,9	11,7	11,7	25,6	34,9	16,7	78	1	1,3

Таким образом, ГС с МГРП показали высокую эффективность при вовлечении в разработку трудноизвлекаемых запасов нефти, что ведет к кратности увеличения добычи. Анализ работы ГС с МГРП произведен в виде сопоставления динамики их работы с ННС, в которых также был внедрен ГРП. Графики и числовые данные отражают средние значения для всех скважин по Вынгапуровскому месторождению. Выявлено, что значения дебитов нефти с внедрением в низкопродуктивные коллекторы МГРП в ГС кратно превосходят те же показатели после применяемой технологии ГРП в ННС.

Сведения об авторах

Шкряба Иван Тарасович, магистрант кафедры бурения нефтяных и газовых скважин, Тюменский индустриальный университет, инженер лаборатории разработки, АО «СибНИИИП», г. Тюмень, e-mail: it_shkryaba@sibniinp.ru

Мулявин Семен Федорович, д. т. н., Тюменский индустриальный университет, заведующий отделом проектирования и анализа разработки, АО «СибНИИИП», г. Тюмень, e-mail: sem@sibniinp.ru

Клещенко Иван Иванович, д. г.-м. н., Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Кусакин Владимир Юрьевич, главный геолог, АО «Газпромнефть – ННГ», г. Ноябрьск, e-mail: kusakin.vyu@yamal.gazprom-neft.ru

Information about the authors

Shkryaba I. T., Master's Student at the Department of Drilling of Oil and Gas Wells, Industrial University of Tyumen, Engineer of Laboratory of Field Development, JSC «SibNIINP», Tyumen, e-mail: it_shkryaba@sibniinp.ru

Mulyavin S. F., Doctor of Engineering, Industrial University of Tyumen, Chief at the Department of Planning and Analysis of Development, JSC «SibNIINP», Tyumen, e-mail: sem@sibniinp.ru

Kleshchenko I. I., Doctor of Geology and Mineralogy, Industrial University of Tyumen

Kusakin V. Yu., Chief Geologist, JSC «Gazpromneft – NNG», Noyabrsk, e-mail: kusakin.vyu@yamal.gazprom-neft.ru