



УДК 622.276.6

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ВЫНГАПУРОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF GEOLOGICAL AND TECHNICAL MEASURES APPLICABLE ON THE VYNGAPUROVSKOYE FIELD

Савенок Ольга Вадимовна

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Поварова Лариса Валерьевна

кандидат химических наук, доцент,
доцент кафедры химии,
Кубанский государственный
технологический университет
larispv08@gmail.com

Даниелян Геворг Гамлетович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
gev43@mail.ru

Аннотация. В процессе эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин происходит повреждение призабойной зоны и ухудшение коллекторских свойств пласта. Кроме того, велика доля не извлеченных из пластов коллекторов запасов нефти. Все это довольно негативно сказывается на качестве и продуктивности разработки месторождения. В связи с этим большую значимость имеют геолого-технические мероприятия, направленные на восстановление фильтрационных характеристик коллектора в призабойной зоне и на повышение нефтеотдачи. В данной статье рассматриваются геолого-технические мероприятия, проведенные на Вынгапуровском месторождении за последние 5 лет его разработки. Приводятся данные об изменении технологических показателей разработки, на основании которых можно судить об эффективности отдельных ГТМ.

Ключевые слова: геолого-технические мероприятия, гидравлический разрыв пласта, повышение нефтеотдачи, кислотные методы, бурение боковых стволов, обработки призабойной зоны.

Savenok Olga Vadimovna

Doctor of Technical Sciences,
Associate professor,
Professor of oil and gas engineering department
named after professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
olgasavenok@mail.ru

Povarova Larisa Valeryevna

Candidate of Chemical Sciences,
Associate professor,
Associate Professor of Chemistry Department,
Kuban state technological university
larispv08@gmail.com

Danielyan Gevorg Gamletovich

Student,
Kuban state technological university
gev43@mail.ru

Annotation. In the process of exploitation of production and injection wells, the bottomhole zone is damaged and the reservoir properties of the reservoir deteriorate. Also often the share of oil reserves not extracted from reservoirs is high. All this negatively affects the quality and productivity of the field development. In this regard, geological and technical measures aimed at restoring the filtration characteristics of the reservoir in the bottomhole zone and increasing the oil recovery are of great importance. This article examines the geological and technical measures taken at the Vyngapurovskoye field for the last 5 years of its development. The data on the change in the technological indicators of development are given, on the basis of which it is possible to reveal the effectiveness of individual geological and technical measures.

Keywords: geological and technical measures, hydraulic fracturing of the reservoir, enhanced oil recovery, acid methods, sidetracking, bottomhole zone treatment.

Эффективность разработки нефтяных месторождений во многом определяется качественной и бесперебойной работой добывающих и нагнетательных скважин. В процессе строительства скважин и в ходе их последующей эксплуатации происходит повреждение призабойной зоны и ухудшение коллекторских свойств пласта.

Основными причинами изменения фильтрационно-емкостных свойств в призабойной зоне пласта являются кольматационное загрязнение коллектора фильтратами бурового раствора, изменение термобарических условий и физико-химических характеристик флюидов в результате первичного и



вторичного вскрытия пласта. В этой связи весьма важное значение приобретают геолого-технические мероприятия (ГТМ), позволяющие оперативно восстановить фильтрационные характеристики коллектора в призабойной зоне.

Для восстановления и повышения продуктивности скважин добывающего и нагнетательного фонда на Вынгапуровском месторождении применяется комплекс следующих ГТМ:

- физические методы;
- перфорационные методы;
- кислотные методы;
- ремонтные работы (капитальные ремонты скважин, подземные ремонты скважин);
- химические методы;
- изоляционные работы;
- гидродинамические методы;
- технические мероприятия.

Эти ГТМ включают ввод новых добывающих и нагнетательных скважин, методы интенсификации (различные виды физико-химических обработок призабойной зоны пласта (ОПЗ), гидроразрыв пласта (ГРП), бурение боковых стволов (БГС), перфорационные работы, переводы скважин на другой горизонт и углубления, ремонтно-изоляционные работы (РИР) с целью ограничения притока пластовой или изоляции чужой воды, ликвидация аварий с оборудованием, оптимизация режима работы скважин, а также различные методы повышения нефтеотдачи пластов (форсированный отбор жидкости, выравнивание профилей приёмистости с использованием различных составов, нестационарное, циклическое заводнение) и другие.

По имеющимся данным за 1998–2016 гг. с 1998 года было выполнено 10862 геолого-технических мероприятия, суммарная дополнительная добыча нефти от которых составила с учётом переходящего эффекта предыдущих лет 26208,3 тыс. тонн нефти или 59,7 % от всей добычи по месторождению (43920,4 тыс. тонн).

Всего за период 2013–2017 гг. на Вынгапуровском месторождении проведено 3432 геолого-технических мероприятия на 1425 скважинах. Ежегодный объём внедрения ГТМ составляет 547–1000 скважино-операций, а дополнительная добыча нефти равна 658,5–807,7 тыс. тонн и изменяется по годам от 19,4 до 22,0 %, в среднем составляя 20,5 % от всей годовой добычи по месторождению.

За пятилетний период суммарная дополнительная добыча нефти от проведённых ГТМ с учётом переходящего эффекта предыдущих лет достигает 11468 тыс. тонн нефти или 63,6 % от всей добычи по месторождению (18030,1 тыс. тонн).

На рисунке 1 показана динамика годовой базовой и дополнительной добычи нефти и проведённых ГТМ на месторождении в период 2015–2017 гг.

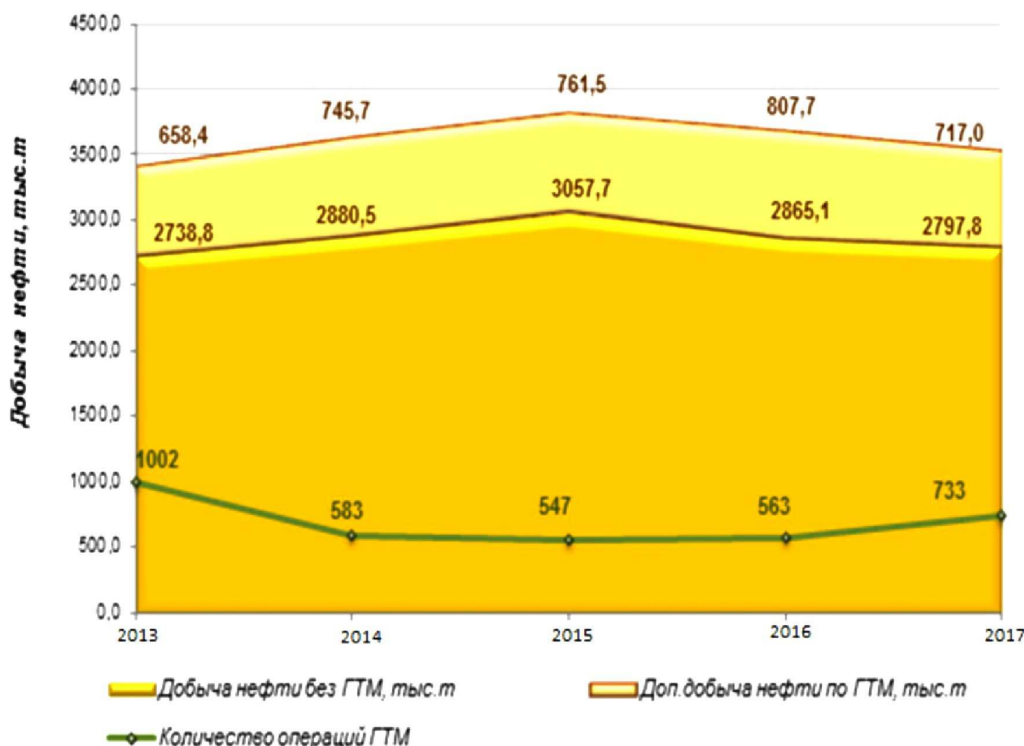


Рисунок 1 – Динамика базовой и дополнительной добычи нефти от ГТМ на Вынгапуровском месторождении за период 2013–2017 гг.



При проведении анализа мероприятий оценивались ГТМ, направленные на непосредственное воздействие на ПЗП, в данном случае работы по оптимизации режима работы скважин, ликвидации аварий и прочих ГТМ.

Следует отметить, что определение эффективности геолого-технических мероприятий осложняется тем, что зачастую на скважине одновременно или последовательно проводятся несколько видов работ, например, ОПЗ и изменение режимов эксплуатации скважин, ГРП и оптимизация режимов работы скважин, что не позволяет достаточно объективно оценить эффект от того или иного вида мероприятия.

Анализ эффективности геолого-технических мероприятий показывает, что средний прирост добычи нефти за период с 2013–2017 гг. по различным видам мероприятий варьируется от 1,0 (кислотные методы) до 15,2 тонн/сут. (перфорационные методы, включая переводы и приобщения) и составляет в среднем на одну скважино-операцию в целом по месторождению 7,6 тонн/сут., что свидетельствует о небольшой эффективности ряда геолого-технических мероприятий.

Основной прирост дополнительной добычи нефти получен от технических мероприятий (за счёт ввода новых скважин, в том числе с ГРП) и от физических методов, в частности, от гидравлического разрыва пласта (ГРП), причём коэффициент успешности по ГРП близок к 100 % (96,6 %).

В таблице 1 представлены данные по годовым объёмам применения ГТМ по различным видам технологической эффективности за анализируемый период разработки месторождения.

Таблица 1 – Общее количество выполненных мероприятий по методам и их эффективность в динамике за 2013–2017 гг.

Виды ГТМ	Годы разработки					Всего 2013–2017 гг.
	2013	2014	2015	2016	2017	
1	2	3	4	5	6	7
1. Ввод новых наклонно-направленных скважин						
количество проведённых операций	68	62	27	55	65	277
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	296,6	320,3	94,8	204,3	211,7	1127,7
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	755,3	1026,8	815,5	663,0	589,9	3850,5
2. Гидроразрыв пласта						
количество проведённых операций	63	62	72	97	89	383
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	121,0	96,3	101,0	143,3	112,1	573,8
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	701,52	575,9	572,1	565,2	576,3	2991,0
3. Горизонтальные скважины						
количество пробуренных скважин	0	8	17	11	21	57
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	0	102,1	287,7	129,2	79,4	598,5
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	0	102,1	354,9	148,7	130,6	736,3
4. Бурение вторых стволов						
количество пробуренных скважин	9	4	15	26	55	109
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	35,1	13,8	56,6	83,6	208,7	397,8
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	86,9	83,4	116,9	173,8	362,3	823,2
5. Физико-химические методы (ОПЗ, глинокислотная обработка)						
количество проведённых операций	13	27	59	51	69	219
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	1,1	6,7	6,3	5,3	23,0	42,4
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	11,1	22,9	24,7	31,5	56,0	146,2
6. Нестационарное заводнение						
количество проведённых операций	13	6	0	6	11	36
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	6,5	2,1	0,0	12,2	5,5	26,3
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	6,5	2,1	0,0	12,2	5,5	26,3



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
7. Потокотклоняющие технологии						
количество проведённых операций	58	78	74	81	75	366
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	44,9	50,77	48,5	64,7	13,4	222,3
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	106,0	162,84	166,7	118,3	100,1	653,9
Итого по п.п. 1-7 добыча нефти, тыс. тонн	208,6	271,8	500,2	438,3	442,1	1860,8
Итого по п.п. 1-7 добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	912,0	949,3	1235,4	1049,6	1226,4	5377,0
8. Другие методы, в том числе						
8.1. Приобщение пластов						
количество проведённых операций	1	0	3	6	11	21
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	0,1	0,0	0,2	43,4	11,9	55,7
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	6,1	4,4	2,2	44,7	38,1	95,5
8.2. Возвраты и углубления на другой объект						
количество проведённых операций	10	27	30	7	5	79
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	22,1	107,8	106,1	18,7	7,4	262,1
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	101,3	202,5	247,7	99,6	95,9	747,0
8.3. Ремонтно-изоляционные работы						
количество проведённых операций	7	0	0	0	0	7
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	13,6	9,4	4,7	2,0	1,2	30,9
8.4. Перфорационные методы						
количество проведённых операций	0	0	0	1	3	4
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	6,8	5,1	1,4	0,7	0,0	14,0
8.5. Прочие методы						
количество проведённых операций	760	309	250	223	332	1874
дополнительная добыча нефти, тыс. тонн	127,3	45,9	60,1	102,2	43,9	379,4
дополнительная добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	313,8	321,6	260,1	266,2	191,4	1353,1
Итого по п. 8 добыча нефти, тыс. тонн	153,3	153,7	166,5	165,0	63,3	701,8
Итого по п. 8 добыча нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	441,6	543,1	516,1	413,2	326,5	2240,4
Всего проведённых операций	1002	583	547	564	736	3432
Всего дополнительно добыто нефти, тыс. тонн	658,5	745,8	761,5	807,7	717,0	3690,3
Всего дополнительно добыто нефти с переходящим эффектом, тыс. тонн	2108,8	2519,2	2567,0	2125,9	2147,1	11467,9

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что за пятилетний период средняя доля дополнительно добытой нефти от текущих ГТМ (с учётом ввода новых наклонно-направленных скважин) составила 20,5 % при среднем значении доли этой добычи с переходящим эффектом 63,5 % (суммарно 11468 тыс. тонн), т.е. 43 % приходится на переходящий эффект.

Из представленных данных видно, что за период 2013–2017 гг. средний темп отбора извлекаемых запасов за счёт ГТМ увеличился на 1,3 %, а коэффициент извлечения нефти – на 0,024 дополнительных единицы.

Основная доля всех выполненных ГТМ – 80,4 % или 2758 скважино-операций за пятилетний период и 75,3 % от проведённых мероприятий в 2017 году приходится на главный объект разработки БВ₁⁰. На объекте ЮВ₁ выполнено 10,1 % мероприятий за период 2013–2017 гг., на объекте БВ₂ – 3,5 % (БВ₂⁰ – 2,83 % и БВ₂² – 0,64 %). На остальные объекты БВ₈², БВ₅, БВ₆, ЮВ₂, ЮВ₅ приходится соответственно 2,4 %, 2,4 %, 1,7 %, 1,3 % и 0,8 %, на ПК₂₁ и ПК₂₂ – по 0,3 % мероприятий. За период 2013–2017 гг.



на прочие объекты разработки (ПК и др.) приходится всего 93 операции или 2,7 % от всего объёма ГТМ. Пропорционально количеству ГТМ соответствует объём дополнительно добытой нефти. Наибольшее количество дополнительной добычи нефти (2805 тыс. тонн или 59,8 %) относится к объекту БВ₈; 15,3 % или 564,4 тыс. тонн добыто из объекта ЮВ₁; 15,1 % или 558,9 тыс. тонн извлечено из объекта БВ₂; 4,7 % или 174,1 тыс. тонн из объекта БВ₆, на остальные объекты приходится около 187,9 тыс. тонн или 5,1 % дополнительной нефти.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что за последние 5 лет на Вынгапуровском месторождении высокую эффективность показали такие мероприятия, как:

- ГРП (383 операции);
- потокоотклоняющие технологии (366 операций);
- ввод наклонно-направленных скважин (277 операций);
- физико-химические воздействия (219 операций).

Суммарная дополнительная добыча нефти без учёта переходящего эффекта по ним составляет 1966,2 тыс. тонн. Также результативным оказалось бурение горизонтальных скважин (598,5 тыс. тонн дополнительно добытой нефти без учёта переходящего эффекта при 57 проведённых операциях).

Литература:

1. Геологический отчёт ОАО «Газпромнефть – ННГ». – Ноябрьск, 2014.
2. Гумерский Х.Х., Жданов С.А., Гомзинов В.К. Прирост извлекаемых запасов нефти за счёт применения методов увеличения нефтеотдачи // Нефтяное хозяйство. – 2000. – № 5. – С. 38–41.
3. Письменский А.В., Арутюнян А.С., Савенок О.В. Математическое моделирование течения жидкости в перфорированных трубах // Ежемесячный научно-технический журнал «Нефтепромышленное дело». – М. : ВНИИОЭНГ, 2013. – № 8. – С. 38–40.
4. Поварова Л.В., Приходько М.Г., Савенок О.В. Факторы, обуславливающие экологическую опасность нефтедобычи / Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодёжи «Экологические проблемы нефтедобычи – 2014» (21–23 октября 2014 года, г. Уфа). – Уфа : изд-во «РИЦ УГНТУ», 2014. – С. 28–32.
5. Савенок О.В., Арутюнян А.С., Петрушин Е.О. Анализ эффективности проведения потокоотклоняющих технологий на Вынгапуровском нефтегазоконденсатном месторождении // Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник». – М. : Издательство ООО «Ай Ди Эс Дрилинг», 2017. – № 4. – С. 16–20.
6. Яковлев А.Л., Самойлов А.С., Сезар Лину Андре, Джоакуим Моисес Висенте. Анализ применения и рекомендации потокоотклоняющих технологий на Вынгапуровском месторождении : Булатовские чтения / Материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 года): в 5 томах : сборник статей под общ. ред. д-ра техн. наук О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – Т. 2: Разработка нефтяных и газовых месторождений. – С. 323–331 – URL : <http://id-yug.com/images/id-yug/Bulatov/2017/2/PDF/2017-V2-323-331.pdf>
7. Антониади Д.Г., Савенок О.В., Шостак Н.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 203 с.
8. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин: в 4 томах. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012–2015. – Т. 1–4.

References:

1. Geological report of JSC Gazpromneft – NNG. – Noyabrsk, 2014.
2. Gumersky H.H., Village of Zhdanov. And., Gomzikov V.K. Prirost of recoverable oil reserves due to application of methods of increase in oil recovery // Oil economy. – 2000. – No. 5. – P. 38–41.
3. Pismensky A.V., Arutyunyan A.S., Savenok O.V. Mathematical modeling of a current of liquid in the punched pipes // the Monthly scientific and technical magazine «Neftepromyslovoye Delo». – M. : VNIIOENG, 2013. – No. 8. – P. 38–40.
4. Povarova L.V., Prikhodko M.G., Savenok O. In the Factors causing ecological danger the oil production / Collection of reports of the IV International scientific and practical conference with elements of school of sciences for youth «Environmental problems of oil production – 2014» (on October 21–23, 2014, Ufa). – Ufa : RITS UGNTU publishing house, 2014. – P. 28–32.
5. Savenok O.V., Arutyunyan A.S., Petrushin E.O. The analysis of efficiency of carrying out potokootklo-nyayushchy technologies on the Vyngapurovsky oil-gas condensate field // the Scientific and technical magazine «Inzhe-ner-nefyanik». – M. : LLC Ai Dee Es Drilling publishing house, 2017. – No. 4. – P. 16–20.
6. Yakovlev A.L., Samoylov A.S., César Lina Andrée, Dzhoakuim Moises of Vicente. The analysis of application and the recommendation of potokootklo-nyayushchy technologies on the Vyngapurovsky field : Bulatovsky readings / Materials the I International scientific and practical conference (on March 31, 2017): in 5 volumes : the collection of articles under a general edition of the Dr. Sci. Tech. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – Т. 2: Development of oil and gas fields. – P. 323–331. – URL : <http://id-yug.com/images/id-yug/Bulatov/2017/2/PDF/2017-V2-323-331.pdf>
7. Antoniadis D.G., Savenok O.V., Shostak N.A. Theoretical bases of development of oil and gas fields : manual. – Krasnodar : LLC Prosveshcheniye-Yug, 2011. – 203 p.
8. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells: in 4 volumes. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2012–2015. – Т. 1–4.