

УДК 622.279.7

Э.М. Альмухаметова, И.А. Гизетдинов, Н.Х. Габдрахманов

(Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета
в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Республика Башкортостан,
Российская Федерация)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКООБРАЗУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ТАРАСОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

E.M. Almukhametova, I.A. Gizetdinov, N.Kh. Gabdrakhmanov

(Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum Technological University, Oktyabrskiy,
Republic of Bashkortostan, Russian Federation)

EFFICIENCY OF SEDIMENT-FORMING TECHNOLOGY APPLICATION IN THE CONDITIONS OF THE TARASOVSKOYE OILFIELD

Введение

На большинстве месторождений России наблюдается высокая обводненность продукции скважин. Так, на Тарасовском месторождении (Ямало-Ненецкий автономный округ) 67,2 % действующих скважин эксплуатируется с водой, 11,7 % скважин работают с предельной обводненностью, значительное количество высокообводненных скважин находится в категории бездействующих. Все эти явления наблюдаются при невысоком текущем коэффициенте отбора нефти и низком охвате пластов заводнением. Следствием этого являются рост материальных и технических затрат на добычу нефти, снижение темпов разработки, осложнение и удорожание природно-охранных мер.

Решение проблемы возможно путем поиска более совершенных и недорогих методов, позволяющих повысить коэффициент охвата пласта заводнением. На Тарасовском месторождении одним из перспективных направлений является применение осадкообразующих технологий, основанных на закачивании в пласт реагентов, содержащих сульфат натрия.

Background

In most of Russia's oilfields there is a high watering of well production, at the Tarasovskoye oilfield (Yamalo-Nenets Autonomous Okrug) 67.2 % of the active wells are operated with water, 11.7 % of the wells work with marginal water cut, a significant number of high water wells are in the category of inactive. All these phenomena are observed at a low current oil extraction ratio and low formation coverage. The consequence of this is increase in the material and technical costs of oil production, slowdown in development, complication and rise in the price of natural security measures.

The solution of the problem is possible by searching for more advanced and inexpensive methods that allow increasing the coefficient of formation coverage. One of the promising directions is the use of sediment-forming technologies based on injection into the reservoir of reagents containing sodium sulfate at the Tarasovskoye oilfield.

Цели и задачи

Анализ применения осадкообразующих технологий на нагнетательной скважине № 775 Тарасовского месторождения, оценка эксплуатационных характеристик добывающих скважин до и после проведения мероприятий, сравнение по результатам гидродинамических исследований характеризующих пласт параметров до и после закачки.

Методы

Представлена оценка технологической эффективности применения осадкообразующих технологий по методикам, основанным на определении характеристик вытеснения, рекомендованных для завершающих стадий разработки.

Результаты

Расчетные и фактические данные показали эффективность применения осадкообразующих технологий на нагнетательной скважине № 775 Тарасовского месторождения, суточный дебит 6 добывающих скважин после проведения мероприятий в общем составил 30 т/сут, т.е. увеличился по сравнению с базовым вариантом в 2,11 раз. Установлены положительные изменения параметров пласта - отмечено снижение: проницаемости в водонасыщенной зоне пласта с 0,043 до 0,031 мкм², пьезопроводности - с 0,100 до 0,072 м²/с, гидропроводности - с 0,50 до 0,36 мкм²·м/мПа·с.

Aims and Objectives

Analysis of the application of sediment-forming technologies in the injection well No. 775 of the Tarasovskoye oilfield, evaluation of the operating characteristics of the production wells before and after the measures, a comparison based on the results of hydrodynamic studies of the reservoir characterizing the formation before and after pumping.

Methods

In assessing the technological effectiveness of the work performed, methods based on the determination of displacement characteristics recommended for the final stages of development were used.

Results

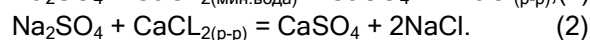
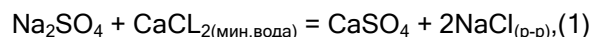
Estimated and actual data showed the effectiveness of the application of sediment-forming technologies in the injection well No. 775 of the Tarasovskoye oilfield, the daily production rate of 6 producing wells after the measures in total was 30 tons/day, i.e. increased in comparison with the base variant by 2.11 times. Positive changes in reservoir parameters have been established - a decrease in permeability in the water-saturated zone of the formation from 0.043 to 0.031 mkm², piezoelectricity from 0.100 to 0.072 m²/s, hydroconductivity from 0.50 to 0.36 mcm² m/mPa·s.

Ключевые слова: месторождение, закачка, очаг заводнения, пласт, осадкообразующая технология, гидродинамические исследования

Key words: field, pumping, waterflood, stratum, sediment-forming technology, hydrodynamic research

Осадкообразующие технологии предназначены для выравнивания профиля приемистости нагнетательных скважин и повышения коэффициента охвата пласта заводнением с одновременным регулированием характеристик вытеснения и извлечения нефти.

Метод заключается в закачке в нефтяной пласт первоначально раствора сульфата натрия или содержащих его композиций, а затем раствора хлорида кальция. При этом протекают следующие реакции:



Образование осадка сульфата кальция происходит при реагировании сульфата натрия с хлоридом кальция, содержащимся как в минерализованной воде (1), так и в закачиваемом растворе (2). В пластовых условиях под действием температуры эти процессы протекают более интенсивно.

Данная последовательность закачки реагентов обоснована следующими причинами:

ми. Закачанный в пласт раствор сульфата натрия начинает реагировать с минерализованной водой, что приводит к медленному выделению высокодисперсного осадка сульфата кальция. Образование твердой фазы в фильтрующейся жидкости способствует росту фильтрационного сопротивления и, как следствие, уменьшению скорости фильтрации нагнетаемой воды. Далее после закачки буфера воды, обеспечивающего продвижение реагента от призабойной зоны пласта (ПЗП) в объем пласта, закачивают раствор хлорида кальция. В процессе распространения хлорида кальция в объеме пласта он реагирует с сульфатом натрия и образует массивный осадок кристаллического сульфата кальция, непосредственно снижающий фазовую проницаемость породы по воде и способствующий перераспределению фильтрационных потоков [1].

Технология обладает следующими основными характеристиками:

- нефтеотдача пласта повышается путем блокирования водопromытых и водонасыщенных зон нерастворимым осадком сульфата кальция;
- при взаимодействии закачиваемого реагента с минерализованной водой блокируются исключительно зоны, промытые водой, что обеспечивает улучшение заводнения в нефтенасыщенных зонах;
- технология закачки приведенных реагентов не требует специального оборудования;
- реализация метода не имеет отрицательных последствий в виде отложения солей, коррозии, осадка на рабочих поверхностях оборудования и т.д.;
- реагент устойчив к термическому разложению, что играет важную роль при использовании в глубокозалегающих пластах.

Выбор опытных участков и скважин для закачки осадкообразующих составов, содержащих сульфат натрия, основывается на результатах комплексного анализа геолого-физической характеристики и особенностей строения пласта, особенностей литологической и гидродинамической связи между пропластками и скважинами.

Для применения осадкообразующей технологии, основанной на использовании сульфата натрия, был выбран опытный участок Тарасовского месторождения, расположенный в восточной его части и удовлетворяющий следующим геолого-физическим и промысловым критериям:

- тип коллектора пористый с послойной и зональной неоднородностью;
- тип пластовых вод преимущественно хлоридно-кальциевый;
- обводненность добываемой продукции более 70 %;
- относительно низкая степень выработанности объекта в целом;
- пористость не менее 10 %;
- средняя проницаемость не менее 0,005 мкм²;
- приемистость нагнетательной скважины не менее 100 м³/сут [2-4].

Обработка скважин по данной технологии предполагает последовательную закачку оторочек (таблица 1).

Для оценки эффективности применения методов увеличения нефтеотдачи из множества методик, основанных на определении «характеристики вытеснения», использованы методики следующих авторов: Г.С. Камбаров, А.М. Пирвердян, коллектив из БашНИПИнефть, Д.К. Гайсин, Э.М. Тимашев, С.Н. Назаров.

Схемы проведения расчетов по приведенным методикам существенно не различаются. Различие заключается в определении зависимости и нахождении накопленной добычи нефти и жидкости [5].

Изменения показателей после применения технологии (дополнительная добыча по нефти, уменьшение обводненности и т.д.) наблюдаются только через довольно длительный период времени.

Определение характеристик воздействия на пласт и оценка его влияния производятся различными гидродинамическими и геофизическими исследованиями в скважинах.

Авторами рассмотрена закачка осадкообразующего состава на основе сульфата натрия по очагу нагнетательной скважины № 775 и 6 добывающим скважинам, которые расположены на первом опытном участке Та-

расовского месторождения. Обобщенные результаты расчетов прироста дополнительной добычи нефти от воздействия по очагу № 775 представлены в таблице 2.

По нагнетательной скважине № 775 методом восстановления давления были рассчитаны коэффициенты проницаемости, пьезопроводности и гидропроводности до и после проведения мероприятий, результаты расчетов сведены в таблицу 3.

Согласно расчетам, суточный дебит добывающих скважин очага № 775 составит 30 т/сут, т.е. увеличится на 15,8 т/сут, или в 2,11 раза.

Увеличение дебита по добывающим скважинам очага № 775 приведено в таблице 4.

Показатели суточной добычи нефти до и после применения осадкообразующей технологии представлены на рисунке 1.

Таблица 1. Закачка оторочек осадкообразующей технологии, содержащей сульфат натрия

1 оторочка	2 оторочка	3 оторочка	4 оторочка
раствор сульфата натрия с гидрофобизатором	буферный объем технической воды	раствор хлористого кальция	буферный объем технической воды

Таблица 2. Количество дополнительно добытой нефти

№ очага	№ закачки	Дата закачки	Количество дополнительно добытой нефти при расчете по методу, т/год					Средние значения
			Камбарова	Пирвердяна	БашНИПИ-нефть	Гайсина, Тимашева	Назарова	
775	1	14 марта	3919	3177	3526	3833	1747	3240

Таблица 3. Результаты исследования скважины №775 методом восстановления давления

№ скважины	Дата исследования	Параметры пласта до и после обработки		
		проницаемость, мкм ²	пьезопроводность, м ² /с	гидропроводность, мкм ² ·м/мПа·с
775	04.03.2014	0,043	0,100	0,50
	16.08.2015	0,031	0,072	0,36

Таблица 4. Изменение дебита скважин до и после мероприятий

№ скважины	Дебит до внедрения, т/сут	Дебит после внедрения, т/сут	Отклонение, т/сут
160	1,5	4,5	3,0
336	2,9	5,2	2,3
337	2,7	5,5	2,8
356	1,6	4,3	2,7
357	2,4	5,1	2,7
826	3,1	5,4	2,3
Итого	14,2	30,0	15,8



Рисунок 1. Показатели суточной добычи нефти до и после проведения мероприятий

Выводы

Выполнен анализ эффективности применения осадкообразующей технологии. Расчеты проводились по шести очагам с использованием пяти методик.

Расчеты показали положительный технологический эффект по нагнетательной скважине № 775 - дополнительная добыча нефти составляет 3240 т/год. По результатам гидродинамических исследований нагнетательной скважины № 775 определены пара-

метры пласта (проницаемость, пьезопроводность и гидропроводность) до и после закачки реагентов, отмечено их снижение: проницаемости в водонасыщенной зоне пласта с 0,043 до 0,031 мкм², пьезопроводности - с 0,100 до 0,072 м²/с, гидропроводности - с 0,50 до 0,36 мкм²·м/мПа·с.

Расчет подтвержден фактическими данными по очагу № 775. Следовательно, прогноз увеличения дебита по другим схожим очагам является достоверным.

Список литературы

1. Мищенко И.Т., Кащавцев В.Е. Солеобразование при добыче нефти. М.: Нефть и газ, 2004. 432 с.
2. Годовой технико-экономический отчет ООО «РН-Пурнефтегаз». Губкинский, 2011.
3. Владимиров И.А., Альмухаметова Э.М., Варисова Р.Р. Влияние увеличения дебита жидкости добывающей скважины на эффективность выработки запасов нефти // Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. Уфа, 2014. С. 60-61.
4. Халимов Р.Н., Тазетдинов И.Р., Корепанов Д.И., Альмухаметова Э.М., Халимов И.Н., Габдрахманов Н.Х., Петрова Л.В., Нугаев Р.Я., Хазипов Р.Х. Исследование нагнетательных скважин с повышенными устьевыми давлениями вследствие высоких пластовых давлений автономными приборами методом термометрии // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 4 (98). С. 98-107.
5. Афонин Д.Г. Дополнения к Технологической схеме разработки Тарасовского и Восточно-Тарасовского месторождений: проектный документ. М.: ООО НВФ «Минерал», 2005. 86 с.

Авторы

• Альмухаметова Эльвира Маратовна, канд. техн. наук
Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском
Доцент кафедры «Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
тел. (34767) 6-60-30
e-mail: elikaza@mail.ru

References

1. Mishchenko I.T., Kashchavtsev V.E. Soleobrazovanie pri dobyche nefiti: uchebnik dlya vuzov [Salt Formation during Oil Production: Textbook for Higher Institutions]. Moscow, Neft' i gaz, 2004. 432 p. (in Russ.).
2. *Godovoi tekhniko-ekonomicheskii otchet OOO «RN-Purneftegaz»* [Annual Technical and Economic Report of LLC «RN-Purneftegaz»]. Gubkinskii, 2011. (in Russ.).
3. Vladimirov I.A., Al'mukhametova E.M., Varisova R.R. Vliyanie uvelicheniya debita zhidkosti dobyvayushchei skvazhiny na effektivnost' vyrabotki zapasov nefiti [Influence of Increase in the Production Rate of the Production Well Fluid on the Efficiency of Producing Oil Reserves]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «problemy i metody obespecheniya nadezhnosti i bezopasnosti sistem transporta nefiti, nefteproduktov i gaza»* [Proceedings of International Scientific and Practical Conference «Problems and Ways of Ensuring Safety and Reliability of Oil/Product/Gas Transporting Systems»]. Ufa, 2014, pp. 60-61. (in Russ.).
4. Khalimov R.N., Tazetdinov I.R., Korepanov D.I., Al'mukhametova E.M., Khalimov I.N., Gabdrakhmanov N.Kh., Petrova L.V., Nugayev R.Ya., Khazipov R.Kh. Issledovanie nagnetatel'nykh skvazhin s povyshennymi ust'evymi davleniyami vsledstvie vysokikh plastovykh davlenii avtonomnymi priborami metodom termometrii [Analysis of Injection Wells with High Wellhead Pressure and High Reservoir Pressure by Autonomous Equipment Based on Thermometry Method]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 4 (98), pp. 98-107. (in Russ.).
5. Afonin D.G. *Dopolneniya k Tekhnologicheskoi skheme razrabotki Tarasovskogo i Vostochno-Tarasovskogo mestorozhdenii: proektnyi dokument* [Additions to the Technological Scheme for the Development of Tarasovskoye and East-Tarasovskoye Fields: a Project Document]. Moscow, OOO NVF «Mineral», 2005. 86 p. (in Russ.).

The Authors

• Almkhametova Elvira M., Candidate of Technical Sciences
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Exploration and Exploitation of Oil and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
tel: (34767) 6-60-30
e-mail: elikaza@mail.ru

• Гизетдинов Ильмир Альмирович
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Октябрьском
Студент кафедры «Разведка и разработка
нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика
Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
тел. (34767) 6-60-30
e-mail: ilmir.gizetdinov@gmail.com

• Габдрахманов Нурфаяз Хабибрахманович, д-р
техн. наук
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Октябрьском
Профессор кафедры «Разведка и разработка
нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика
Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
тел. (34767) 6-60-30
e-mail: elikaza@mail.ru

• Gizetdinov Ilmir A.
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum
Technological University
Student of Exploration and Exploitation of Oil
and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic
of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
tel: (34767) 6-60-30
e-mail: ilmir.gizetdinov@gmail.com

• Gabdrakhmanov Nurfayaz Kh., Doctor of Technical
Sciences
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum
Technological University
Professor of Exploration and Exploitation of Oil
and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic
of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
tel: (34767) 6-60-30
e-mail: elikaza@mail.ru