

УДК 622.276

Г.Ф. Шамсутдинова, Э.М. Альмухаметова, Н.Х. Габдрахманов
(Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета
в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Республика Башкортостан,
Российская Федерация)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ФЕДОРОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

G.F. Shamsutdinova, E.M. Almukhametova, N.Kh. Gabdrakhmanov
(Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum Technological University, Oktyabrskiy,
Republic of Bashkortostan, Russian Federation)

APPLICATION OF METHODS TO INCREASE EXTRACTION AND INTENSIFICATION OF HYDROCARBON PRODUCTION AT THE FEDOROVSKOYE OILFIELD

Введение

Эффективность разработки нефтяных месторождений в первую очередь определяется состоянием призабойной зоны пласта, которая наиболее подвержена различным физико-химическим и термодинамическим изменениям как в процессе вскрытия пласта, так и при эксплуатации скважин.

Цели и задачи

Анализ проведения мероприятий по увеличению фильтрационных свойств пород в призабойной зоне пласта, выравниванию профилей притока и приемистости, ликвидации конусов обводнения и заколонных перетоков воды на Федоровском месторождении.

Результаты

Установлено, что на поздней стадии эксплуатации скважин более эффективным является совместное применение растворов поверхностно-активных веществ и растворителей, при этом как в добывающие, так и в нагнетательные скважины первоначально закачивается углеводородный растворитель.

Background

The efficiency of oilfield development is primarily determined by the state of the bottomhole formation zone, which is most susceptible to various physicochemical and thermodynamic changes, both during the opening of the formation and the operation of the wells.

Aims and Objectives

To analyze the implementation of measures to increase the filtration properties of rocks in the bottomhole zone of the reservoir, align the inflow and intake profiles, eliminate the cones of watering and stained water flows at the Fedorovskoye oilfield.

Results

It was found that at the late stage of well operation, the joint application of solutions of surfactants and solvents is more effective, while hydrocarbon solvent is initially pumped into both production and injection wells.

Удельные объёмы закачки оторочек и концентрация поверхностно-активных веществ принимаются такими же, что и при их отдельной закачке. Эффективно применение на месторождении гидродинамических методов (повышение давления нагнетания, нестационарное заводнение).

Use of hydrodynamic methods (increase of discharge pressure, non-stationary water flooding) at the field is effective.

Ключевые слова: Федоровское месторождение, призабойная зона пласта, поверхностно-активные вещества, гидродинамические методы

Key words: Fedorovskoye oilfield, bottomhole formation zone, superficially active substances, hydrodynamic methods

Фёдоровское - крупное нефтегазовое месторождение Западно-Сибирской провинции, открытое в 1971 г., расположено вблизи Сургута в Ханты-Мансийском автономном округе. Оператором месторождения является российская нефтяная компания «Сургутнефтегаз», для которой оно является основной ресурсной базой.

Эффективность разработки нефтяных месторождений в первую очередь определяется состоянием призабойной зоны пласта (ПЗП), которая наиболее подвержена различным физико-химическим и термодинамическим изменениям как в процессе вскрытия пласта, так и при эксплуатации скважин.

Как правило, фильтрационные свойства пород-коллекторов в ПЗП ниже, чем в удаленной зоне пласта вследствие влияния технологических факторов: загрязнения фильтратом бурового раствора и жидкости глушения, выпадения асфальтосмолопарафиновых отложений.

Высокая послойная неоднородность по проницаемости, наличие контакта с водоносной частью залежи приводят к опережающему обводнению продукции скважин, а также к частичному или полному отключению из разработки интервалов пласта с пониженной проницаемостью.

Таким образом, возникает необходимость проведения мероприятий по увеличению фильтрационных свойств пород в ПЗП, выравниванию профилей притока и приемистости, ликвидации конусов обводнения и заколонных перетоков воды. Из-за кратковременности эффекта от воздействия на ПЗП, который редко длится более года, эти работы проводятся на протяжении всего срока разработки пластов и являются основным средством вывода скважин на оптимальный режим эксплуатации.

В процессе разработки залежей выделяются два основных направления воздействия на пласты: воздействие через добывающие скважины и через нагнетательные.

При воздействии на пласты через добывающие скважины решаются задачи вовлечения в разработку всей перфорированной толщины пласта, сохранения и, при необходимости, улучшения фильтрационных свойств пород в ПЗП, а также ограничения водопритокков.

При воздействии на пласты через нагнетательные скважины решаются те же задачи, что и при воздействии через добывающие скважины, но акцент переносится на более глубокое воздействие, что

достигается закачкой оторочек химреагентов и применением гидродинамических методов.

На месторождении в добывающих и нагнетательных скважинах проводились мероприятия по воздействию на призабойную зону в процессе эксплуатации, при переводе скважин с объекта на другой объект, при вводе в эксплуатацию, в том числе после зарезки боковых стволов, а также при переводе нагнетательных скважин из отработки в систему поддержания пластового давления (ППД) и совместно с гидроразрывом пласта (ГРП).

Для планирования наиболее эффективных мероприятий на прогнозный период разработки анализ проведен по скважинам, в которых воздействия на ПЗП проведены в период эксплуатации.

Применяемые технологии по воздействию на удаленную и призабойную зону пласта разделены на следующие виды воздействий:

- обработка призабойной зоны (ОПЗ) пласта физико-химическими методами (обработка химическими реагентами, депрессионные методы);
- перфорационные технологии;
- ремонтно-изоляционные мероприятия;
- современные методы увеличения нефтеотдачи (МУН);
- гидродинамические методы.

Проведенный анализ показывает, что в целом применение методов повышения извлечения и интенсификации углеводородов положительно повлияло на разработку объектов Федоровского месторождения.

Наибольший вклад за период 2010-2013 гг. в общую дополнительную добычу по месторождению (с учётом переходящего эффекта) приходится на долю мероприятий по гидравлическому разрыву пласта (54,6 %) и по выравниванию профиля приёмистости и доотмыву остаточной нефти (28,7 %) [1-6].

Поскольку дальнейшая разработка месторождения будет сопровождаться высокой обводненностью продукции добывающих скважин, роль современных МУН, целью которых является снижение фильтрационных параметров высокопроницаемых, промытых водой интервалов

пласта, выравнивание профиля приёмистости и увеличение охвата пласта воздействием и доотмыв остаточной нефти, будет возрастать.

Одним из направлений является увеличение объемов закачки составов МУН и применение всего спектра имеющихся технологий на основе реагентов: эмульсий, полимеров, растворов ПАВ, дисперсных наполнителей, а также осадкогелеобразующих композиций.

В перспективе планируется проведение всех ранее применявшихся технологий МУН, увеличение объемов закачки составов, а также применение большеобъемных комплексных закачек (ПДН + ВЭС + ПАВ, ОГС + ВЭДС + ПАВ, ОГС + ДСК + ПАВ, ДСК + ВЭДС + ПАВ, ДСК + ПГС + ВЭС, ДСК + ОГС + ВЭС).

Необходимость комплексирования базовых составов вызвана значительной расчлененностью и неоднородностью строения продуктивных коллекторов как по проницаемости, так и по нефтенасыщенности. Закачка оторочек ПАВ и вязких эмульсионных составов способствует усилению действия более «жестких» составов (ПДН, ОГС, ДСК, ПГС), доотмывая остаточную нефть и создавая в пласте оторочки эмульсий повышенной вязкости. Целесообразность закачки составов на основе нефтеноса (ВЭС) «второй оторочкой» связана с отсутствием химической и термической деструкции нефтеноса в пласте, что обуславливает сохранение рабочих свойств эмульсии при глубоком проникновении в пласт. Поскольку внешней фазой таких эмульсий является углеводород, то эти эмульсии легко солюбилизируют капли остаточной нефти, создавая на фронте вытеснения зону с повышенным содержанием нефти, за счет создания повышенных градиентов перемещая ее к добывающим скважинам [7-9]. Для увеличения приёмистости скважин в зонах с пониженными коллекторскими свойствами совместно с закачкой составов по выравниванию профиля приёмистости и фронта вытеснения планируется проведение ОПЗ химическими реагентами.

С целью восстановления и увеличения продуктивности и приёмистости скважин предлагается продолжить применение кислотных ОПЗ (СКО, ГКО, кислотными составами КС-2, КС-3, СКО + ПАВ, ГКО + ПАВ, СГКО + ПАВ, СКО + ОФК, ГКО + ОФК), в том числе с добавлением ПАВ, а также использование перфорационных методов. Добавка ПАВ способствует диспергированию глинистых агрегатов цемента, более полному растворению асфальтосмолистых отложений, создаваемые при этом нефтекислотные эмульсии менее вязкие и стойкие. Наличие ПАВ, спиртов и ацетона в кислоте существенно снижает скорость реакции как с породой, так и со скважинным оборудованием.

При обработке в скважине призабойной зоны пласта более трех раз содержание неионогенных поверхностно-активных веществ в кислотах увеличивается до 3-5 %, а удельный объём кислотного состава повышается с 1,5 до 3,0 м³ на 1 метр нефтенасыщенной толщины. Планируется продолжить применение растворов ПАВ, растворителей, а также их комплексов (растворитель + СКО, растворитель + ГКО, растворитель + ПАВ). Поверхностно-активные вещества и органические растворители при ОПЗ пластов, в основном, используются в виде добавок и сопутствующих реагентов при других видах воздействия на пласт. Однако в скважинах, где при других видах воздействия возможно образование заколонных перетоков, а также в скважинах с обводненностью продукции более 70 %, где кислотные ОПЗ пластов являются низкоэффективными, растворы ПАВ и органические растворители используются как самостоятельные методы.

Применение растворов ПАВ направлено на разрушение глинистых агрегатов цемента, структурированных систем фильтрата бурового раствора и водонефтяных эмульсий, а также на снижение содержания неподвижной воды, на доотмыв остаточной нефти и частичное растворение асфальтосмолистых отложений.

Растворители, применяемые при борьбе с асфальтосмолопарафиновыми отложениями, наибольшую эффективность показывают в нагнетательных скважинах, где проводится закачка подтоварной воды, и в добывающих скважинах с высокой обводненностью продукции.

Рабочая концентрация ПАВ для добывающих скважин составляет 2-3 % с объёмом закачки раствора около 1 м³ на 1 м нефтенасыщенной толщины.

Для нагнетательных скважин концентрация повышается и может достигать 10 % при том же объёме закачки реагента. Наиболее оптимальный объём закачки органического растворителя как в добывающих, так и в нагнетательных скважинах составляет около 1 м³ на 1 м нефтенасыщенной толщины [10].

Выводы

Проведения мероприятий по увеличению фильтрационных свойств пород в ПЗП, выравниванию профилей притока и приёмистости, ликвидации конусов обводнения и заколонных перетоков воды являются основным средством вывода скважин на оптимальный режим эксплуатации.

На поздней стадии эксплуатации скважин более эффективным является совместное применение растворов ПАВ и растворителей. В этом случае как в добывающие, так и в нагнетательные скважины первоначально закачивается углеводородный растворитель, удельные объёмы закачки оторочек и концентрация ПАВ принимаются такими же, как и при раздельной закачке.

В добывающих и нагнетательных скважинах планируется проведение ремонтно-изоляционных работ с применением технологий на основе цементных составов, АКОР-БН, силиката натрия.

Считается возможным применение на месторождении гидродинамических методов (повышение давления нагнетания, нестационарное заводнение).

Список литературы

1. Федоров К.М., Андреев В.Е., Котенев Ю.А., Хайрединова Д.Н. Повышение эффективности выработки запасов тепловыми методами интенсификации добычи // Методы увеличения нефтеотдачи трудноизвлекаемых запасов. Проблемы и решения: сб. науч. тр. НИИнефтеотдача. Уфа: Монография, 2003. Вып. 4. С. 105-107.
2. Альмухаметова Э.М. Результаты применения технологии нестационарного заводнения с изменением направления фильтрационных потоков на участке залежи высоковязкой нефти первого эксплуатационного объекта месторождения Северные Бузачи // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2015. Вып. 3 (101). С. 20-27.
3. Дубинский Г.С., Андреев В.Е., Мияссаров А.Ш., Хузин Р.Р., Хузин Н.И. Геологическое обоснование адресных методов увеличения нефтеотдачи и ограничения водопритока в залежах высоковязких нефтей // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2013. Вып. 2 (92). С. 5-15.
4. Гусманова А.Г. Фрактальный анализ основных технологических показателей разработки нефтегазовой многопластовой залежи // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2010. Вып. 2 (80). С. 11-15.
5. Альмухаметова Э.М., Ворсина Н.А., Сыртланов О.В. Эффективность применения гидроразрыва пласта в условиях Повховского месторождения // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2013. Вып. 3 (93). С. 23-29.
6. Стабинскас А.П. Оценка эффективности работы скважин после проведения гидравлического разрыва пласта // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 1 (95). С. 10-20.
7. Годовой отчет 2013 ОАО «Сургутнефтегаз» [Электронный ресурс]. 2013. 63 с. Режим доступа: URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/2896568/3D&page=1&lang=ru>.
8. 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.
9. Владимиров И.В., Велиев Э.М., Альмухаметова Э.М. Определение оптимальных периодов работы/простоя нагнетательных скважин при нестационарном заводнении залежей высоковязкой нефти с коллектором двойной проницаемости // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 4 (98). С. 64-74.

References

1. Fedorov K.M., Andreev V.E., Kotenev Yu.A., Khairidinova D.N. Povyshenie effektivnosti vyrabotki zapasov teplovymi metodami intensivatsii dobychi [Increasing the Efficiency of Producing Reserves by Thermal Methods of Intensification of Production]. *Sbornik nauchnykh trudov NIInefteotdacha «Metody uvelicheniya nefteotdachi trudnoizvlekaemykh zasopov. Problemy i resheniya»* [Collection of Scientific Works of NIInefteotdacha «Methods of Increasing Oil Recovery of Hard-to-Recover Reserves. Problems and Solutions»]. Ufa, Monografiya Publ., 2003. Issue 4. P. 105-107. (in Russ.).
2. Al'mukhametova E.M. Rezul'taty primeneniya tekhnologii nestatsionarnogo zavodneniya s izmeneniem napravleniya fil'tratsionnykh potokov na uchastke zalezhi vysokovyazkoi nefiti pervogo ekspluatatsionnogo ob'ekta mestorozhdeniya Severnye Buzachi [Results of Applying Non-Stationary Water Flooding with the Change of Filtration Flow Direction in High-Viscous Oil Reservoir of The First North Buzachi Oilfield Production Facilities]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2015, Issue 3 (101), pp. 20-27. (in Russ.).
3. Dubinskii G.S., Andreev V.E., Miyassarov A.Sh., Khuzin R.R., Khuzin N.I. Geologotekhnologicheskoe obosnovanie adresnykh metodov uvelicheniya nefteotdachi i ogranicheniya vodopritoka v zalezhakh vysokovyazkikh neftei [Geotechnical Substantiation of Targeted Enhanced Oil Recovery and Water Control in Viscous Oil Deposits]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2013, Issue 2 (92), pp. 5-15. (in Russ.).
4. Gusmanova A.G. Fraktal'nyi analiz osnovnykh tekhnologicheskikh pokazatelei razrabotki neftegazovoi mnogoplastovoi zalezhi [Fractal Analysis of the Basic Technological Indices of Multibed Oil-and-Gas Deposit Development]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2010, Issue 2 (80), pp. 11-15. (in Russ.).
5. Al'mukhametova E.M., Vorsina N.A., Syrtlanov O.V. Effektivnost' primeneniya gidrorazryva plasta v usloviyakh Povkhovskogo mestorozhdeniya [Effective Application of Hydraulic Fracturing in Povkhovskoye Oilfield]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2013, Issue 3 (93), pp. 23-29. (in Russ.).
6. Stabinskask A.P. Otsenka effektivnosti raboty skvazhin posle provedeniya gidravlicheskogo razryva plasta [Efficiency Estimation of Oil Well after Hydraulic Fracturing Treatment]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov - Prob-*

10. Владимиров И.В., Велиев Э.М., Альмухаметова Э.М. Применение нестационарного заводнения в однородном по проницаемости коллекторе, насыщенном высоковязкой нефтью // Энергоэффективность. Проблемы и решения: матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф. Уфа, 2014. С. 50-52.

lems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products, 2014, Issue 1 (95), pp. 10-20. (in Russ.).

7. *Godovoi otchet 2013 OAO «Surgutneftegaz»* [Elektronnyi resurs]. Annual Report 2013 OAO «Surgutneftegaz» [Electronic Resource]. 2013. 63 p. Available at: URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/2896568/3D&page=1&lang=ru>. (in Russ.).

8. Khalimov R.N., Tazetdinov I.R., Korepanov D.I., Al'mukhametova E.M., Khalimov I.N., Gabdrakhmanov N.Kh., Petrova L.V., Nugaev 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 nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 4 (98), pp. 98-107. (in Russ.).

9. Vladimirov I.V., Veliev E.M., Al'mukhametova E.M. Opredelenie optimal'nykh periodov raboty/prostoya nagnetatel'nykh skvazhin pri nestatsionarnom zavodnenii zalezhei vysokovyazkoi nefi s kollektorom dvoinei pronitsaemosti [Determination of the Optimal Operation/Shutdown Periods of Injection Wells under Nonstationary Flooding of Highly Viscous Oil Deposits with Reservoir Dual Permeability]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 4 (98), pp. 64-74. (in Russ.).

10. Vladimirov I.V., Veliev E.M., Al'mukhametova E.M. Primenenie nestatsionarnogo zavodneniya, v odnorodnom po pronitsaemosti kollektore, nasyshchennom vysokovyazkoi nef'tyu [Application of Non-Stationary Waterflooding in a Uniform Permeability Reservoir Saturated with High-Viscosity Oil]. *Materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Energoeffektivnost'. Problemy i resheniya»* [Proceedings of XIV International Scientific and Practical Conference «Power Efficiency. Problems and Solutions»]. Ufa, 2014, pp. 50-52. (in Russ.).

Авторы

• Шамсутдинова Гульназ Фагимовна
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

The Authors

• Shamsutdinova Gulnaz F.
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

• 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

• 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

• Almukhametova 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

• 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