DOI: 10.17122/ntj-oil-2017-4-36-41

УДК 622.276.3

В.Н. Поляков, А.П. Чижов, В.Е. Андреев (ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», г. Уфа, Российская Федерация)

ЛОКАЛЬНО-ПЛОЩАДНЫЕ СИСТЕМЫ НЕФТЕИЗВЛЕЧЕНИЯ НА ПОЗДНЕЙ И ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В УСЛОВИЯХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

V.N. Polyakov, A.P. Chizhov, V.Ye. Andreev (Institute of Strategic Researches of the Republic of Bashkortostan, State Autonomous Scientific Department, Ufa, Russian Federation)

LOCAL-SQUARE SYSTEMS OF OIL RECOVERY AT THE LATE AND FINAL STAGES OF OIL DEPOSITS DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF CARBONATE COLLECTORS

Введение

В настоящее время большинство нефтяных месторождений как Башкортостана, так и России в целом находятся на поздних стадиях разработки. Основными проблемами на этих стадиях являются существенное снижение эффективности системы нефтеизвлечения и, как следствие, прогрессирующая обводненность добываемой продукции. Особенно остро эти проблемы затрагивают месторождения, приуроченные к карбонатным коллекторам.

Применение прогрессивных водоизоляционных технологий не всегда отвечает требованиям эффективности, предъявляемым к этим мероприятиям. Такая ситуация складывается из-за бессистемности подхода к решению проблем снижения обводненности и повышения эффективности систем нефтеизвлечения.

В этой связи и были проведены исследования, направленные на системный подход к повышению эффективности нефтеизвлечения из залежей, приуроченных к карбонатным коллекторам, эксплуатирующихся на поздних стадиях разработки, что, безусловно, является актуальной задачей.

Background

Currently, most of the oil fields, both in Bashkortostan and Russia in general, are in the late stages of development. The main problems at these stages are a significant reduction in the efficiency of the oil recovery system and, as a consequence, a progressive water cut of the extracted products. Especially acute these problems affect the deposits associated with carbonate reservoirs.

The use of progressive waterproofing technologies does not always meet the efficiency requirements imposed on these measures. This situation is due to the unsystematic approach to solving the problems of water cutting reducing and increasing the efficiency of oil recovery systems.

In this connection, studies were carried out aimed at a systematic approach to increasing the efficiency of oil recovery from deposits associated with carbonate reservoirs at the late stages of development, which is certainly an urgent task.

Цели и задачи

Повышение эффективности систем нефтеизвлечения из карбонатных залежей Волго-Урала с использованием локально-площадных систем.

Методы

В опытно-промышленных испытаниях предлагаемого метода использовались промысловые виды исследований. Результаты промысловых работ по снижению обводненности добываемой продукции и повышению притока нефти к эксплуатационным скважинам обрабатывались с применением аналитико-математических методов.

Результаты

На основе аналитических исследований и практического осуществления механизмов гидромониторной кольматации предложены локально-площадные системы, включающие методы изоляции обводненных интервалов пластов, и подключение к эксплуатации нефтенасыщенных интервалов. Результаты внедрения предложенного метода позволили получить прирост дебитов в 2 раза более по сравнению дебитами до проведения работ. Продолжительность эффекта от мероприятий достигает 3-5 лет и более.

Заключение

Внедрение локально-площадных систем при эксплуатации карбонатных пластов залежей Республики Башкортостан позволит существенно повысить эффективность нефтеизвлечения, в том числе в условиях поздней и завершающей стадий разработки.

Aims and Objectives

Increasing the efficiency of oil recovery systems from the carbonate deposits of the Volga-Ural using local-area systems.

Methods

In experimental-industrial tests of the proposed method commercial types of research were used. The results of field work to reduce the water cut of the production and increase the flow of oil to the production wells were processed using analytical and mathematical methods.

Results

Based on analytical studies and practical implementation of hydromonitoring colmatation mechanisms, local-area systems are proposed, including methods for isolating watered reservoir intervals and connecting to oil-saturated intervals. The results of implementation of the proposed method made it possible to obtain a 2-fold increase in production rates compared to production rates. The duration of the effect from the activities reaches 3-5 years or more.

Conclusion

The introduction of local-area systems in the operation of carbonate reservoirs in the deposits of the Republic of Bashkortostan will significantly improve the efficiency of oil recovery, including in the late and final stages of development.

Ключевые слова: повышение нефтеизвлечения, продуктивный пласт, карбонаты, участок скважин, призабойная зона скважины, открытый забой, эффективность

Key words: increase of oil recovery, productive formation, carbonates, well section, bottomhole well zone, open face, efficiency

Переход многих нефтяных месторождений в позднюю и завершающую стадии разработки существенно осложнил геолого-промысловые условия добычи нефти. Нестационарность термодинамического состояния, высокая и прогрессирующая обводненность добываемой продукции, существенная дифференциация текущего пластового давления

по разрезу и площади обусловили тенденции снижения уровня добычи и роста затрат на разработку истощенных месторождений [1-4].

Анализ состояния работ в этой области показывает, что на эффективность применяемых систем разработки месторождений превалирующее негативное влияние оказывает техническая непригодность для эксплуа-

тации большинства скважин. Нарушение герметичности заколонного пространства, канала гидродинамического взаимодействия нефте- и водонасыщенных пластов происходит при производстве перфорационных работ и продолжается при процессах освоения, эксплуатации скважин, стимуляции обработкой призабойной зоны (ОПЗ), применения методов увеличения нефтеотдачи (МУН), проведения ремонтно-изоляционных работ (РИР), а также после ликвидации скважин [5-7].

Перечисленные процессы, в конечном счете, нарушают экологию окружающей среды и охрану недр.

Обобщение промысловых материалов по ремонтно-изоляционным работам на нефтяных месторождениях различных регионов России показывает, что успешность их в последние 15 лет стабилизировалась в пределах 15-30 %. При этом отмечается устойчивая тенденция снижения времени межремонтного периода эксплуатации скважин, среднее значение которого близко к 9 месяцам [8].

Все отмеченное говорит о том, что показатели широко применяемых технологий гидроизоляции эксплуатируемых объектов от водонасыщенных пластов достигли своего пика, и ожидать их дальнейшего существенного повышения представляется маловероятным.

В этой связи представляют научный и практический интерес концепции, методические и технологические разработки по повышению текущей добычи нефти и коэффициента нефтеотдачи пластов, основанные на системном подходе.

Одной из ключевых проблем в системе разработки нефтяных месторождений является техническое состояние фильтра скважины.

От того насколько надежны и долговечны основные элементы крепи (ствол скважины, цементное кольцо и обсадные трубы), а также изоляция эксплуатируемых объектов от водонасыщенных пластов, зависят как режимы эксплуатации скважин, так и эффек-

тивность применяемой системы разработки месторождения в целом [9, 10].

С целью повышения результативности водоизоляционных работ и совершенствования фильтра скважин в поздней и завершающей стадиях разработки нефтяных залежей в карбонатных коллекторах ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» разработан и испытан технологический комплекс по повышению текущей добычи нефти и конечной нефтеотдачи пластов. Комплекс позволяет на длительно разрабатываемых нефтяных залежах формировать локальные площадные системы с реконструкцией забоя скважины из закрытого в гидродинамически совершенный открытый забой [11, 12]. Суть разработки заключается в следующем.

По материалам промыслового анализа текущего состояния разработки нефтяной залежи и гидродинамических исследований из группы эксплуатационных скважин, взаимодействующих с нагнетательной, выделяют локальный участок. Такой участок будет характеризоваться относительной однородностью гидродинамического состояния, положением его на структуре, влиянием нагнетательной скважины на добывающие.

Затем определяются техническое состояние фильтра скважин, интервал взаимодействия водонасыщенного пласта с продуктивным, режим эксплуатации. По результатам этих работ обосновывается комплекс технологических операций для реконструкции фильтра скважин из закрытого в открытый и селективной изоляции водонасыщенного пласта от продуктивного.

Для этого в выделенном интервале взаимодействия нефте- и водонасыщенного пластов с помощью трубного фрезера удаляется часть обсадной колонны, а расширителем - цементное кольцо.

Поверхность фильтрации продуктивного пласта временно изолируется от ствола гидромониторной кольматацией стенок глинистым раствором.

Вскрытая часть водонасыщенного пласта исследуется на приемистость нагнетанием промывочной жидкости на контрольном режиме.

При выявлении магистральных каналов течения рассчитываются параметры процесса изоляции (подача насоса, давление нагнетания, объем и свойства тампонажной смеси) и производят тампонирующие высокопроницаемых участков через колонну буровых труб и кольмататор при герметизированном устье скважины.

После этого устье разгерметизируется и расчетным объемом гель-цементного (цементного) раствора поверхность фильтрации водонасыщенного пласта обрабатывается гидромониторными струями одним (двумя) циклами [13].

В обработанном интервале устанавливается цементный стакан на заданном расстоянии от подошвы продуктивного пласта. После окончания ожидания затвердения це-

мента и контроля положения «головы» цементного стакана ствол в интервале продуктивного пласта расширяется на 45-70 мм, скважина осваивается и вводится в эксплуатацию открытым забоем.

Выводы

В результате проведения технологического комплекса по повышению текущей добычи нефти и конечной нефтеотдачи пластов:

- возрастает эффективность работы не только эксплуатационных, но и нагнетательных скважин;
- при сокращении объема закачиваемых вод повышается охват запасов процессами заводнения;
- в добывающих скважинах повышаются дебиты по нефти в 2 и более раз;
- снижается объем попутно добываемой воды в 1,3-1,5 раза;
- продолжительность эффекта от мероприятий в целом по выделенным участкам более 3-5 лет.

Список литературы

1. Бахтизин Р.Н., Верещагин А.С., Фурман А.Б. Битва за нефть. Россия в мировой борьбе за «черное золото» (конец XIX - середина XX вв.). Уфа: Изд-во «Монография», 2003. 112 с.
2. Попов А.Ю. О некоторых технологических особенностях разработки совместно эксплуатируемых пластов, вскрытых единым фильтром // Нефтепромышленное дело. 2012. № 5. С. 21-23.
3. Якупов Р.Ф., Мухаметшин В.Ш. Вопросы эффективности разработки низкопродуктивных карбонатных коллекторов на примере турнейского яруса Туймазинского месторождения // Нефтяное хозяйство. 2013. № 12. С. 106-110.
4. Васильев В.А., Гункина Т.А., Зиновьева Л.М., Копченков В.Г. Инновационные технологии повышения продуктивности скважин // Нефтепромышленное дело. 2014. № 6. С. 5-7.
5. Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С. Долговечность тампонажного камня в коррозионно-активных средах. СПб.: Недра, 2005. 318 с.
6. Пономарев А.И. Повышение эффективности разработки залежей углеводородов в низкопроницаемых и слоисто-неоднородных коллекторах. Новосибирск: СО РАН, 2007. 236 с.
7. Кожин В.Н., Федоренко Н.В., Амиров А.А., Сагитов Д.К. Повышение успешности соляно-

References

1. Bakhtizin R.N., Vereshchagin A.S., Furman A.B. Bitva za nef't'. Rossiya v mirovoi bor'be za «chernoe zoloto» (konets XIX - seredina XX vv.) [Russia in the Global Struggle for «Black Gold» (the End of the Twentieth Century - the Middle of the Twentieth Century)]. Ufa, Monografiya Publ., 2003. 112 p. (in Russ.).
2. Popov A.Yu. O nekotorykh tekhnologicheskikh osobennostyakh razrabotki sovместno ekspluatiruemykh plastov, vskrytykh edinyim fil'trom [Some Technological Features of Development of Jointly Operated Layers, Uncovered by a Single Filter]. *Neftpromyslovoe delo - Oilfield Engineering*, 2012, No. 5, pp. 21-23. (in Russ.).
3. Yakupov R.F., Mukhametshin V.Sh. Voprosy effektivnosti razrabotki nizkoproduktivnykh karbonatnykh kollektorov na primere turneiskogo yarusa Tuymazinskogo mestorozhdeniya [Problem of Efficiency of Low-Productivity Carbonate Reservoir Development on Example of Turnaisian Stage of Tuymazinskoye Field]. *Neftyanoe khozyaistvo - Oil Industry*, 2013, No. 12, pp. 106-110. (in Russ.).
4. Vasil'ev V.A., Gun'kina T.A., Zinov'eva L.M., Kopchenkov V.G. Innovatsionnye tekhnologii povysheniya produktivnosti skvazhin [Innovative Technologies in Well Productivity Enhancement]. *Neftpromyslovoe delo - Oilfield Engineering*, 2014, No. 6, pp. 5-7. (in Russ.).

кислотных обработок с помощью построения карт карбонатности и карт прироста добычи жидкости // Нефтепромысловое дело. 2015. № 4. С. 22-25.

8. Буклов А.Г. Определение состояния призабойной зоны продуктивных пластов гидродинамическими методами // Нефтепромысловое дело. 2009. № 8. С. 56-58.

9. Поляков В.Н., Мнацаканов В.А., Фокин В.В., Аверьянов А.П. Аналитическая оценка современного состояния технологии строительства скважин и перспективы их совершенствования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2009. № 3. С. 10-13.

10. Рябченко В.И., Пальчикова Л.С. Пути совершенствования методов контроля структурно-реологических свойств тиксотропных глинистых буровых растворов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2016. № 4. С. 23-28.

11. Поляков В.Н., Постников С.А., Чижов А.П., Блинов С.А. Технология изоляции поглощающих пластов при гидравлически совершенных режимах нагнетания тампонажных смесей // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2013. № 10. С. 14-18.

12. Поляков В.Н., Андреев В.Е., Чижов А.П., Аверьянов А.П., Постников С.А. Системное совершенствование и развитие технологии бурения и эксплуатации нефтяных и газовых скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2017. № 1. С. 4-6.

13. Поляков В.Н., Аверьянов А.П., Постников С.А., Чижов А.П. Методы обработки ствола скважин струйными технологиями (преимущества, недостатки, область эффективного применения) // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2013. № 5. С. 21-22.

5. Agzamov F.A., Izmutkhambetov B.S. *Dolgovechnost' tamponazhnogo kamnya v korrozionno-aktivnykh sredakh* [Durability of Plugging Stone in Corrosive Environments]. Saint-Petersburg, Nedra Publ., 2005. 318 p. (in Russ.).

6. Ponomarev A.I. *Povyshenie effektivnosti razrabotki zalezhei uglevodorodov v nizkopronitsaemykh i sloisto-neodnorodnykh kollektorakh* [Increasing the Efficiency of Developing Hydrocarbon Deposits in Low Permeability and Layered Heterogeneous Reservoirs]. Novosibirsk, SO RAN, 2007. 236 p. (in Russ.).

7. Kozhin V.N., Fedorenko N.V., Amirov A.A., Sagitov D.K. *Povyshenie uspekhov solyano-kislotnykh obrabotok s pomoshch'yu postroeniya kart karbonatnosti i kart prirosta dobychi zhidkosti* [Increase of Hydrochloric Acid Treatment by Means of Development of Carbonate Maps and Maps of Liquid Production Growth]. *Neftpromyslovoye delo - Oilfield Engineering*, 2015, No. 4, pp. 22-25. (in Russ.).

8. Buklov A.G. *Opreделение sostoyaniya prizaboynoi zony produktivnykh plastov gidrodinamicheskimi metodami* [Evaluation of Bottom Hole Formation Zone Conditions by Means of Hydrodynamic Methods]. *Neftpromyslovoye delo - Oilfield Engineering*, 2009, No. 8, pp. 56-58. (in Russ.).

9. Polyakov V.N., Mnatsakanov V.A., Fokin V.V., Aver'yanov A.P. *Analiticheskaya otsenka sovremennogo sostoyaniya tekhnologii stroitel'stva skvazhin i perspektivy ikh sovershenstvovaniya* [Analytical Estimation of the Modern Condition of Well Construction Technologies and Prospects for Their Improvement]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more - Construction of Oil and Gas Wells On-Land and Off-Shore*, 2009, No. 3, pp. 10-13. (in Russ.).

10. Ryabchenko V.I., Pal'chikova L.S. *Puti sovershenstvovaniya metodov kontrolya strukturno-reologicheskikh svoystv tiktotropnykh glinistykh burovyykh rastvorov* [Ways of Improving the Control Methods of Structural and Rheological Properties of Thixotropic Clay Drilling Fluids]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more - Construction of Oil and Gas Wells On-Land and Off-Shore*, 2016, No. 4, pp. 23-28. (in Russ.).

11. Polyakov V.N., Postnikov S.A., Chizhov A.P., Blinov S.A. *Tekhnologiya izolyatsii pogloshchayushchikh plastov pri gidravlicheski sovershenstvennykh rezhimakh nagnetaniya tamponazhnykh smesei* [Technology of Absorbing Layers Isolation in Case of Hydraulically Perfect Modes of Cement Mixtures Injection]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more - Construction of Oil and Gas Wells On-Land and Off-Shore*, 2013, No. 10, pp. 14-18. (in Russ.).

12. Polyakov V.N., Andreev V.E., Chizhov A.P., Aver'yanov A.P., Postnikov S.A. *Sistemnoe sovershenstvovanie i razvitie tekhnologii bureniya i ekspluatatsii neftyanykh i gazovykh skvazhin* [System Improvement and Development of the Technology Applied when Drilling and Operation of Oil and Gas Wells]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more - Construction of Oil and Gas*

Wells On-Land and Off-Shore, 2017, No. 1, pp. 4-6. (in Russ.).

13. Polyakov V.N., Aver'yanov A.P., Postnikov S.A., Chizhov A.P. Metody obrabotki stvola skvazhin struinymi tekhnologiyami (preimushchestva, nedostatki, oblast' effektivnogo primeneniya) [Grout Jetting Techniques for Boreholes (Advantages, Limitations and Efficient Application)]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more - Construction of Oil and Gas Wells On-Land and Off-Shore*, 2013, No. 5, pp. 21-22. (in Russ.).

Авторы

• Поляков Владимир Николаевич, д-р техн. наук, профессор
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
Главный научный сотрудник
Российская Федерация, 450075, г. Уфа, пр. Октября, 129/3
тел. (347) 235-78-32
e-mail: intnm@ya.ru

• Чижов Александр Петрович, канд. техн. наук, доцент
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
Ведущий научный сотрудник
Российская Федерация, 450075, г. Уфа, пр. Октября, 129/3
тел. (347) 235-78-32
e-mail: 4ap@list.ru

• Андреев Вадим Евгеньевич, д-р техн. наук, профессор
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
Руководитель Центра нефтегазовых технологий и новых материалов
Российская Федерация, 450075, г. Уфа, пр. Октября, 129/3
тел. (347) 235-77-19
e-mail: ufanegr@anrb.ru

The Authors

• Polyakov Vladimir N., Doctor of Technical Sciences, Professor
Institute of Strategic Researches of the Republic of Bashkortostan, State Autonomous Scientific Department
Chief Researcher
129/3, October ave., Ufa, 450075, Russian Federation
tel: (347) 235-78-32
e-mail: intnm@ya.ru

• Chizhov Aleksandr P., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Institute of Strategic Researches of the Republic of Bashkortostan, State Autonomous Scientific Department
Leading Researcher
129/3, October ave., Ufa, 450075, Russian Federation
tel: (347) 235-78-32
e-mail: 4ap@list.ru

• Andreev Vadim Ye., Doctor of Technical Sciences, Professor
Institute of Strategic Researches of the Republic of Bashkortostan, State Autonomous Scientific Department
Head of the Center for Oil and Gas Technologies and New Materials
129/3, October ave., Ufa, 450075, Russian Federation
tel: (347) 235-77-19
e-mail: ufanegr@anrb.ru