**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ
ФАИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****GEOLOGICAL STRUCTURE AND DEVELOPMENT PROBLEMS
OF FAINSKOYE OILFIELD****Л. В. Петрова**
Larisa V. PetrovaУфимский государственный
нефтяной технический
университет, филиал,
г. Октябрьский,
Российская ФедерацияUfa State Petroleum
Technological University, Branch,
Oktyabrskiy, Russian Federation**Д. Р. Яруллин**
Denis R. YarullinУфимский государственный
нефтяной технический
университет, филиал,
г. Октябрьский,
Российская ФедерацияUfa State Petroleum
Technological University, Branch,
Oktyabrskiy, Russian Federation**Э. М. Альмухаметова**
Elvira M. AlmukhametovaУфимский государственный
нефтяной технический
университет, филиал,
г. Октябрьский,
Российская ФедерацияUfa State Petroleum
Technological University, Branch,
Oktyabrskiy, Russian Federation**Э. И. Ибрагимова**
Elvira I. IbragimovaУфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа,
Российская ФедерацияUfa State Petroleum
Technological University, Branch,
Ufa, Russian Federation

Приведен анализ Фаинского месторождения, описаны его геологическое строение и проблемы разработки. Месторождение по количеству запасов относится к средним, по геологическому строению – к сложным.

После проведения геолого-разведочных работ было выявлено, что месторождение является многопластовым, в геологическом разрезе представлено осадочными терригенными породами. В статье приведен геологический разрез месторождения, описаны породы различных пластов. В настоящее время по разрезу вскрыты юрские, меловые, третичные и четвертичные отложения.

Установлено, что за годы разработки на Фаинском месторождении пробурено свыше 300 скважин, большая часть которых на данный момент бездействует. Сокращение добычи нефти вызвано выработкой запасов в разбуренных зонах, ежегодным снижением ввода в разработку дополнительных запасов, снижением продуктивности разбуриваемых участков. Снижение показателей добычи связано с преждевременным выходом из строя установок электрических центробежных насосов (УЭНЦ), негерметичностью насосно-компрессорных труб по причине парафино- и солеотложения, а также большой глубины спуска УЭЦН. Немаловажной проблемой снижения продуктивности скважин в процессе их эксплуатации также является загрязнение призабойной зоны скважины.

Фаинское месторождение находится на заключительной стадии разработки, в связи с чем на месторождении применяются различные методы по увеличению нефтеотдачи. В статье приведен оптимальный метод повышения нефтеотдачи – гидроразрыв пласта, поскольку гидроразрыв пласта применяется также в тех случаях, когда нужно запустить в работу бездействующую скважину, которая не работала вследствие невозможности добычи нефти традиционным способом. Следовательно, данный метод действительно актуален на Фаинском месторождении, где большая часть пробуренных скважин бездействует.

Ключевые словабездействующий
фонд скважин,
проектная
добыча нефти,
нефтеотдача,
геологический
разрез, свита,
горизонт,
месторождение

The analysis of Fainskoye oilfield is given, its geological structure and development problems are described. By reserves amount the oilfield refers to the average, by geological structure — to complex oilfields.

After geological exploration work, it was revealed that the oilfield is multi-layered, in the geological section it is represented by sedimentary terrigenous rocks. The article shows the oilfield geological profile, the rocks of different layers are described. At present, Jurassic, Cretaceous, Tertiary and Quaternary deposits have been discovered in the profile.

It has been established that over 300 wells have been drilled at the Fainskoye oilfield over the years of development, most of which are currently out of operation. Oil production reduction is caused by the development of reserves in the drilled zones, an annual decrease in the input into development of additional reserves, a decrease in the productivity of the drilling areas. Decrease in production rates is associated with premature failure of electric centrifugal pumps (ECP) installations, leakage of tubing due to paraffin and salt deposition, as well as large depth of descent of the ECP. An important problem of reducing the productivity of wells in the process of their operation is also contamination of the bottomhole zone of the well.

The Fainskoye oilfield is at the final stage of development, that is why various oil recovery methods are applied at the oilfield. The article analyzes an optimal method of oil recovery increasing — hydraulic fracturing of the reservoir, since hydraulic fracturing is also used in cases when an inactive well needs to be put into operation, which was out of operation due to the impossibility of producing oil in the traditional way. Therefore, this method is really relevant in the Fainskoye oilfield, where most of the drilled wells are out of operation.

Key words

inactive well stock, project oil production, oil recovery, geological profile, formation, horizon, oilfield

Фаинское нефтяное месторождение разрабатывается нефтедобывающей компанией ООО «Роснефть Юганскнефтегаз».

Месторождение было открыто в 1981 г. благодаря разведочной скважине № 1Р. (рисунок 1). Данное месторождение относится к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, которая простирается от Тюменской области до северо-запада Красноярского края, в строении которой участвуют дислоцированный, метаморфизованный докембрийско-палеозойский фундамент и залегающий на нем мезозойско-кайнозойский осадочный чехол. Фундамент Центральной области залегает на глубине от 2 до 4 км, фундамент Северной области — на глубине до 9 км, а фундамент Внешней области — до 2 км. Месторождение относится к средним по количеству запасов и к сложным по геологическому строению. Нефтегазоносными обла-

стями являются васюганская свита верхнеюрских отложений, в частности пласт ЮС11, а также сортымская свита нижнемеловых отложений — пласт Ачим1.

Месторождение является многопластовым, в геологическом разрезе представлено осадочными терригенными породами. По разрезу вскрыты юрские, меловые, третичные и четвертичные отложения.

Скважинами № 31Р и № 2Р были вскрыты породы доюрского фундамента. Вышележащая кора выветривания фундамента мощностью 68 м на глубине 3338 м, которая была определена скважиной № 31Р, представлена миндалевидными породами скрыто-кристаллической структуры с прожилками кварцита.

В скважине № 2Р вскрытая мощность составила 33 м на глубине 3437 м. Порода представлена аргиллитами зеленоватого оттенка и темно-серым песчаником.

Рисунок 1. Этапы и стадии геологоразведочных работ

Тюменская свита представлена нижним и средним отделами юрских отложений, встречаются песчаники с различными размерами зерна и алевролиты разных оттенков.

Отдельного внимания заслуживает васюганская свита. Практически все скважины Фаинского месторождения вскрыли этот пласт. Песчано-глинистые циклиты: ЮС14, ЮС13, ЮС12, ЮС11 представлены в разрезе свиты. К верхней части этой свиты относится нефтеносный пласт ЮС11, различают мелко- и среднезернистые крепкоцементированные песчаники, которые сильно уплотнены в прослоях глины. Мощность свиты колеблется от 20 до 40 м. Нефть пласта ЮС1 характеризуется незначительной вязкостью, плотность — легкая, сернистая, парафинистая и малосмолистая.

Далее по разрезу следуют породы георгиевской свиты, представленные плотными зеленовато-серыми аргиллитами, цвет которых обусловлен наличием глауконита, мощность которого до 10 м.

Завершающими разрез юрской системы являются породы баженовской свиты, которые отличаются от других свит наличием темно-серого битуминозного аргиллита. Мощность пласта находится в пределах от 15 до 30 м.

Сортимская свита представлена пластом Ачим1, в котором идет переслаивание песчаников, алевролитов и глинистых пород. Мощность пласта достигает 38 м.

Пласты на Фаинском месторождении индексируются аналогичным образом, как и на месторождениях сургутского свода. В нем выделяют три горизонта, принадлежащих юрским отложениям: ЮС₀ — баженовская свита, ЮС₁ — васюганская свита, ЮС₂ — тюменская свита. Причем горизонт ЮС₁ делится на пласты:

- ЮС13 — пласт включает темно-серый аргиллит и редко встречающийся песчаник;
- ЮС12 — пласт глинистый, имеется четыре маломощных песчаных пропластка, мощность пласта в пределах 10 м;
- ЮС13 пласт песчаный, промышленная продуктивность в основном относится к юрским отложениям, мощность пласта в пределах от 25 до 30 м.

Эксплуатация скважин на Фаинском месторождении достаточно проблематичная, что связано с трудностями геологического и технического характера.

С 1999 г. объем годовой добычи нефти начал снижаться и в настоящий момент составляет

2,3 млн т, закачка воды — 3,3 млн м³ т. Средний дебит скважин по нефти — 9,6 т/сут, жидкости — 35,5 т/сут. Сокращение добычи нефти вызвано выработкой запасов в разбуренных зонах, ежегодным снижением ввода в разработку дополнительных запасов, снижением продуктивности разбуриваемых участков [1, 2].

Снижение показателей добычи связано с преждевременными поломками установок, в основном из-за технических проблем: некачественный выбор производительности установки электрического центробежного насоса (УЭЦН), негерметичность насосно-компрессорных труб (НКТ). С геологическими проблемами эксплуатации скважин связаны парафино- и солеотложение, а также большая глубина спуска УЭЦН. Немаловажной проблемой снижения продуктивности скважин в процессе их эксплуатации является также загрязнение призабойной зоны скважины. Загрязнение призабойной зоны скважины возможно песком, различного рода частицами при проведении ремонта скважины, продуктами коррозии и солями. Из-за большинства этих причин значительная часть скважин, пробуренных на данном месторождении, бездействует.

Фаинское месторождение находится на заключительной стадии разработки. В связи с этим на месторождении применяются различные методы по увеличению нефтеотдачи.

Для того чтобы увеличить нефтеотдачу пластов на Фаинском месторождении, применяется наилучший для этого способ — гидроразрыв пласта (ГРП). За счет такого метода дополнительная добыча нефти составила 9,6 % от накопленной с начала разработки.

В результате анализа применения гидроразрыва пласта установлено:

- средний дебит жидкости после гидроразрыва пласта — 29 т/сут, нефти — 20 т/сут;
- в среднем дебит жидкости увеличился в 20 раз;
- проведение селективного гидроразрыва пласта приводит к снижению обводненности продукции скважины на 10 % [3–5].

Гидроразрыв пласта применяется и в тех случаях, когда нужно запустить в работу бездействующую скважину, которая не работала вследствие невозможности добычи нефти традиционным способом. Этот метод действительно актуален на Фаинском месторождении, так как большая часть пробуренных здесь скважин бездействует [6–8].

По результатам анализа мировой практики применения методов увеличения нефтеотдачи (МУН) можно отметить, что в США практически не применяются физико-химические МУН вследствие дороговизны используемых реагентов. Ни один проект, связанный с применением полимерно-химического воздействия, не признали экономически выгодным, поэтому большое применение получили тепловое и газовое воздействия.

По нашему мнению, технологии, основанные на способности кислот и органических растворителей ликвидировать большую часть примесей призабойной зоны скважины (ПЗС), способствуют снижению водонасыщенности призабойной зоны скважины, тем самым обеспечивают прирост дебита нефти и должны активно применяться на месторождениях [9–11].

Вывод

На наш взгляд, для Фаинского месторождения оптимальным методом является гидрораз-

рыв пласта. После проведения ГРП скважины с низкопроницаемой призабойной зоной пласта показывают высокий прирост дебита. Скважины, в которых разрез пласта наибольшей проницаемости и расчлененности, где возможно образование застойных зон, имеют высокие отборы нефти. Благодаря ГРП также растет время работы скважины, что положительно сказывается на его дебите. Дополнительная добыча по всем скважинам составила 932 тыс. т. Дебит скважин, вскрывших образования переходного типа, составляет 10 тыс. т/скв., в русловых постройках — 8,8 тыс. т/скв. [12]. Применение ГРП значительно увеличивает нефтеотдачу разрабатываемых пластов, где традиционный метод извлечения остаточных запасов нефти невозможен, а также приводит к увеличению экономической эффективности разработки месторождений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Альмухаметова Э.М. Эксплуатация скважин в осложненных условиях / Э.М. Альмухаметова, Н.Х. Габдрахманов, А.Х. Габзалилова. Уфа: РИЦ УГНТУ, 2015. 116 с.

2. Мазлов В.Л., Сулейманов Р.И., Петров В.А., Миннивалеев А.Н. Состояние трубопроводной системы ОАО «РОСНЕФТЬ-ЮГАНСКНЕФТЕГАЗ» в Мамонтовском регионе // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2012. Вып. 4 (90). С. 71–76.

3. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Хакимова А.И., Ахметшина Д.И., Сафиуллина А.Р. Увеличение извлекаемых запасов нефти нетрадиционными методами на нефтяных месторождениях Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–2. С. 41.

4. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Петрова Л.В., Нафикова Р.А., Герасимова А.В. Влияние комплексной технологии на эффективность нефтеотдачи пласта // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. С. 302.

5. Халимов Р.Н., Альмухаметова Э.М., Халимов И.Н., Габдрахманов Н.Х., Петрова Л.В., Нугаев Р.Я., Хазинов Р.Х. Применение поинтервального гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах ООО «Лукойл-Западная Сибирь» // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 4 (98). С. 56–63.

6. Мухаметшин В.Ш., Андреев А.В., Ахметов Р.Т. Повышение эффективности использования ресурсной базы месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти // Нефтегазовое дело. 2015. Т. 13. № 4. С. 122–125.

7. Гуторов А.Ю., Петрова Л.В. Типовые технологические процессы в теории разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. 78 с.

8. Хузина Л.Б. Использование технологических решений при бурении горизонтальных скважин //

Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2006. № 9. С. 25–26.

9. Гуторов А.Ю., Петрова Л.В. Механизм и условия образования асфальтосмолопарафиновых отложений в условиях завершающей стадии разработки нефтяных месторождений // Нефтепромысловое дело. 2014. № 2. С. 23–27.

10. Гуторов А.Ю. Возможности применения современных методов увеличения нефтеотдачи на поздней стадии разработки нефтяных месторождений. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2012. 196 с.

11. Чихерева Т.В., Жидкова М.В., Макосина С.Б., Петрова Л.В. Самоотклоняющиеся свойства кислотных композиций как результат самоорганизации ПАВ // Матер. 42-ой Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. 2015. С. 230–235.

12. Стариков А.Н., Козлова И.А. Дифференциация запасов нефти в пласте ЮС11 на территории основной залежи Фаинского месторождения в зависимости от литолого-фациальных условий формирования коллекторов и решение проблемы их рациональной разработки путем применения технологии гидроразрыва пласта // Научные исследования и инновации. 2010. № 2, Т. 4. С. 3–8.

REFERENCES

1. Al'mukhametova E.M., Gabdrakhmanov N.Kh., Gabzalilova A.Kh. Ekspluatatsiya skvazhin v oslozhnennykh usloviyakh [Well Operation in Complicated Conditions]. Ufa, RITs UGNTU, 2015. 116 p.

2. Mazlov V.L., Suleimanov R.I., Petrov V.A., Minnivaliev A.N. Sostoyaniye truboprovodnoy sistemy OAO «ROSNEFT'-YUGANSKNEFTEGAZ» v Mamontovskom regione [ROSNEFT'-YUGANSKNEFTEGAZ OAO Pipeline System State in Mamontovskiy Region]. Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov – Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products, 2012, Issue 4 (90), pp. 71–76.

3. Yusifov T.Yu., Fattakhov I.G., Khakimova A.I., Akhmetshina D.I., Safiullina A.R. Uvelichenie izvlekaemykh zapasov nefti netraditsionnymi metodami na neftyanykh mestorozhdeniyakh Zapadnoi Sibiri [Enhancement of Recoverable Oil Reserves by Unconventional Methods in the West Siberian Oilfields]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern Problems of Science and Education*, 2015, No. 2–2, pp. 41.

4. Yusifov T.Yu., Fattakhov I.G., Yusifov E.Yu., Petrova L.V., Nafikova R.A., Gerasimova A.V. Vliyanie kompleksnoi tekhnologii na effektivnost' nefteotdachi plasta [Influence of Complex Technology on Oil Recovery Efficiency]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern Problems of Science and Education*, 2015, No. 1–1, pp. 302.

5. Khalimov R.N., Al'mukhametova E.M., Khalimov I.N., Gabdrakhmanov N.Kh., Petrova L.V., Nugaev R.Ya., Khazipov R.Kh. Primenenie pointinterval'nogo gidrorazryva plasta v gorizontalnykh skvazhinakh OOO «Lukoil-Zapadnaya Sibir» [Multi-Zone Hydraulic Fracturing in Horizontal Wells of OOO Lukoil-West Siberia]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov — Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 4 (98), pp. 56–63.

6. Mukhametshin V.Sh., Andreev A.V., Akhmetov R.T. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya resursnoi bazy mestorozhdenii s trudnoizvlekaemymi zapasami nefti [Increase of Resource Base Usage Efficiency in Hard Removable Oil Fields]. *Neftegazovoe delo — Petroleum Engineering*, 2015, Vol. 13, No. 4, pp. 122–125.

7. Gutorov A.Yu., Petrova L.V. *Tipovye tekhnologicheskie protsessy v teorii razrabotki i ekspluatatsii neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii* [Typical Technological Processes in the Theory of Development and Operation of Oil and Gas Fields]. Ufa, UGNTU Publ., 2014. 78 p.

8. Khuzina L.B. Ispol'zovanie tekhnologicheskikh reshenii pri burenii gorizontalnykh skvazhin [Use of Technological Solutions for Drilling Horizontal Wells].

Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more — Construction of oil and gas wells on land and at sea, 2006, No. 9, pp. 25–26.

9. Gutorov A.Yu., Petrova L.V. Mekhanizm i usloviya obrazovaniya asfal'tosmoloparafinykh otlozhenii v usloviyakh zavershayushchei stadii razrabotki neftyanykh mestorozhdenii [Mechanisms and Conditions of Asphalt-Resin-Paraffin Sediments Formation in Conditions of the Final Stage of Oil Fields Development]. *Neftepromyslovoe delo — Oilfield Engineering*, 2014, No. 2, pp. 23–27.

10. Gutorov A.Yu. *Vozmozhnosti primeneniya sovremennykh metodov uvelicheniya nefteotdachi na pozdnei stadii razrabotki neftyanykh mestorozhdenii* [Possibilities of Application of Modern Methods of Increasing Oil Recovery at the Late Stage of Oil Fields Development]. Ufa, UGNTU Publ., 2012. 196 p.

11. Chikhereva T.V., Zhidkova M.V., Makosina S.B., Petrova L.V. Samootklonyayushchiesya svoystva kislotnykh kompozitsii kak rezul'tat samoorganizatsii PAV [Self-Deflecting Properties of Acid Compositions as a Result of Surfactants Self-Organization]. *Materialy 42-i Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov* [Proceedings of the 42nd International Scientific and Technical Conference of Young Scientists, Post-Graduates and Students]. 2015, pp. 230–235.

12. Starikov A.N., Kozlova I.A. Differentsiatsiya zapasov nefti v plaste YuS11 na territorii osnovnoi zalezhi Fainskogo mestorozhdeniya v zavisimosti ot litologofatsial'nykh uslovii formirovaniya kollektorov i reshenie problemy ikh ratsional'noi razrabotki putem primeneniya tekhnologii gidrorazryva plasta [Differentiation of Oil Reserves in the YuS11 Reservoir in the Main Deposit of the Fainkoye Oilfield, Depending on the Lithologic and Facial Conditions of Reservoir Formation and the Solution of the Problem of Their Rational Development by Hydraulic Fracturing Technology Applying]. *Nauchnye issledovaniya i innovatsii – Scientific Researches and Innovations*, 2010, No. 2, Vol. 4, pp. 3–8.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ ABOUT THE AUTHORS

Петрова Лариса Вениаминовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, УГНТУ, филиал, г. Октябрьский, Российская Федерация

Larisa V. Petrova, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Assistant Professor of Exploration and Exploitation of Oil and Gas Fields Department, USPTU, Branch, Oktyabrskiy, Russian Federation

Яруллин Денис Русланович, студент кафедры разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, УГНТУ, филиал, г. Октябрьский, Российская Федерация

Denis R. Yarullin, Student of Exploration and Exploitation of Oil and Gas Fields Department, USPTU, Branch, Oktyabrskiy, Russian Federation

Альмухаметова Эльвира Маратовна, кандидат технических наук, доцент кафедры разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, УГНТУ, филиал, г. Октябрьский, Российская Федерация

Elvira M. Almukhametova, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Exploration and Exploitation of Oil and Gas Fields Department, USPTU, Branch, Oktyabrskiy, Russian Federation

e-mail: elikaza@mail.ru

Ибрагимова Эльвира Ильдусовна, студент кафедры «Экономика и управление на предприятии нефтяной и газовой промышленности», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Elvira I. Ibragimova, Student of Economics and Management of Oil and Gas Industry Enterprise Department, USPTU, Ufa, Russian Federation