

of organic matter accumulation the Neogene deposits (the section of the SG-12000-Kuban superdeep well)]. *Neftegazovaya geologiya na rubezhe vekov, prognoz, poiski, razvedka i osvoenie mestorozhdeniy : doklady v trekh tomakh yubileynoy konferentsii* [Petroleum Geology at the Turn of the Century, Weather, Search, Exploration and Development: Papers in Three Volumes Anniversary Conference], Saint-Petersburg, 1999, Vol. 2 Stratigraphy, General Geology, Regional Forecast, pp. 282–285.

10. Mikerina T. B. Katageneticheskaya preobrazovannost chokrakskikh i maykopskikh otlozheniy Zapadno-Kubanskogo progiba [Catagenetic transformation of Tschokrakian and Majkopian sediments of West Kuban Foredeep]. *Geologiya, geofizika i razvedka nefii i gaza* [Geology, Geophysics and Exploration of Oil and Gas], 2007, no. 8, pp. 4–11.

11. Mikerina T. B., Fadeeva N. P. Tsiklichnost nakopleniya organicheskogo veshchestva v kaynozoykikh otlozheniyakh Azovo-Kubanskogo neftegazonosnogo basseyna [The Cyclicity of organic-matter Accumulation in the Cenozoic deposits of the Azov and Kuban Petroleum Basin]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta imeni M. V. Lomonosova. Seriya Geologicheskaya* [Bulletin of Moscow State University named after MV Lomonosov. Geological Series], 2013, Vol. 68, no. 4, pp. 234–241.

12. Muzylev N. G., Golovina L. A. Svyaz Vostochnogo Paratetisa i Mirovogo okeana v rannem-srednem miotsene [Connection of Eastern Paratethys and Global Ocean in Lower and Middle Miocene]. *Izvestiya Akademii nauk SSSR. Seriya Geologicheskaya* [Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR. Geological Series], 1987, no. 12, pp. 62–63.

13. Fillipova N. Yu. Fitoplankton verkhnesarmatskikh i nizhnekimmeriyskikh otlozheniy razreza Zheleznyy Rog [Fitoplankton of Upper-Sarmatian and Low Kimmerian sediments in section Zheleznyy Rog]. *Opornye razrezy neogena Vostochnogo Paratetisa (Tamanskiy poluostrov) : tezisy dokladov Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Bases sections of Neogene Eastern Paratethys (Taman peninsula). Proceedings of the International Symposium], Volgograd-Taman, 1998, pp. 51–53.

14. Mikerina T. B., Pinchuk T. N. Distribution of dispersed organic matter in the Neogene Sediments in the section of superdeep well of the West-Kuban foredeep. *Proselding of the Field Meetings held in Yugoslavia in 1995, 1996. Special publication Geoinstitute*, April 1997, no. 21, pp. 7–14.

15. Mikerina T. B. The Characteristic of dispersed organic matter and its bituminous components in Chokrakian sediments of the West-Kuban Foredeep. *Neogene Stratigraphy and Paleontology of Kerch and Taman Peninsulas of the IGCP. Proceedings of the Symposium. Project "Parathetys Neogene. Moscow-Krasnodar-Anapa"*, Krasnodar, 1996, pp. 15.

16. Ognjanova-Rumenova N. G. Middle Sarmatiens iliceous microfossil in the diatom it sediments, V. Lognica, North-East Bulgaria. *Neogene Stratigraphy and Paleontology of Kerch and Taman Peninsulas of the IGCP. Proceedings of the Symposium. Project "Parathetys Neogene. Moscow-Krasnodar-Anapa"*, Krasnodar, 1996, pp. 29.

17. Popov S. V. Brief essay on the Neogen stratigraphy of the region. *Neogene Stratigraphy and Paleontology of Kerch and Taman Peninsulas of the IGCP. Proceedings of the Symposium. Project "Parathetys Neogene. Moscow-Krasnodar-Anapa"*, Krasnodar, 1996, pp. 6–10.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ТЕПЛОПОЛИМЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗАЛЕЖИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

Глебова Любовь Владимировна

кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: lvglebova@mail.ru

Харлашкина Алия Камильевна, магистрант

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: akurazova@mail.ru

В данной работе рассматривается метод теплополимерного воздействия на залежи высоковязкой нефти; определяется эффективность данного метода. Эта тема является актуальной, так как трудноизвлекаемые запасы с нефтями повышенной вязкости составляют около 50 % остаточных запасов нефти в России. Эффективность применения метода теплополимерного воздействия заключается в значительном повышении нефтеотдачи до 40–45 %, а также уменьшении затрат при разработке месторождений вязких нефтей. Состояние ресурсной базы углеводородного сырья в России и мире в целом характеризуется значительным увеличением доли трудноизвлекаемых запасов в низкопроницаемых коллекторах с нефтями высокой вязкости. В Российской Федерации практически все месторождения, независимо от особенностей их геологической характеристики, продолжают разрабатываться с применением традиционных технологий с заводнением или на естественном режиме. Совершенно очевидно, что применение заводнения не оправдывает себя практически на всех месторождениях с карбонатными, трещиновато-пористыми коллекторами и с аномальными нефтями. Если традиционно применяемые технологии заводнения в карбонатных коллекторах с нефтями повышенной и высокой вязкости могут обеспечить конечную нефтеотдачу не более 20–25 %, то новые технологии позволяют довести нефтеотдачу до 40–45 %. Не имеющие аналогов в мировой практике термополимерные технологии воздействия на пласт научно обоснованы на уровне изобретений и патентов, испытаны и широко внедрены в производство.

Ключевые слова: теплополимерное воздействие, метод, эффективность, нефтеотдача, полиакриламид, углеводородное сырье, заводнение, вязкость

EFFECTIVENESS OF THE METHOD OF WARM POLYMERIC IMPACT ON VISCOUS OIL DEPOSITS

Glebova Lyubov V.

C.Sc. in Geology and Mineralogy

Associate Professor

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

E-mail: lvglebova@mail.ru

Kharlashkina Aliya Kamilevna

Undergraduate

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

E-mail: akurazova@mail.ru

In this paper the method teplopolimernogo impact on viscous oil deposits, determined the effectiveness of this method. This topic is relevant because Russia has about 50 % of residual oil up as reserves from oil increased and high viscosity. The effectiveness of the method teplopolimernogo exposure is a significant increase to 40–45 % recovery and reducing costs in the development of deposits of viscous oil. State of the hydrocarbon resource base in Russia and in the world as a whole is characterized by a significant increase in the share of hard-permeability reservoirs with oil increased and high viscosity. In almost all fields of Russia, regardless of their geological characteristics features continue to be developed with the use of traditional technologies with flooding or natural mode. It is quite obvious that the application of flooding can not be justified in almost all fields with carbonate, fractured porous reservoirs with abnormal oil. If flooding technology traditionally used in carbonate reservoirs with oil increased and high viscosity can provide the ultimate oil recovery is not more than 20–25 %, the new technologies allow increasing the oil

recovery upto 40–45 %. Which have no analogues in the world practice thermopolymer technology stimulation scientifically justified as inventions and patents, tested and widely implemented in production.

Keywords: teplopolimernoe exposure, method, efficiency, oil recovery, polyacrylamide, hydrocarbon feedstock, waterflooding, viscosity

Состояние ресурсной базы углеводородного сырья в России и мире в целом характеризуется значительным увеличением доли трудноизвлекаемых запасов в низкопроницаемых коллекторах с нефтями повышенной и высокой вязкости. В России доля таких запасов составляет почти 50 % остаточных запасов нефти. Для большинства таких объектов в мировой практике имеются и широко применяются современные технологии, адекватные самым сложным геологическим условиям залежей.

К таким технологиям относятся тепловые, газовые, химические, микробиологические методы и их различные модификации и комбинации. Однако в РФ практически все месторождения, независимо от особенностей их геологической характеристики, продолжают разрабатываться с применением традиционных технологий с заводнением или на естественном режиме. Совершенно очевидно, что применение заводнения не оправдывает себя практически на всех месторождениях с карбонатными, трещиновато-пористыми коллекторами и с аномальными нефтями. Если традиционно применяемые технологии заводнения в карбонатных коллекторах с нефтями повышенной и высокой вязкости могли обеспечить конечную нефтеотдачу не более 20–25 %, то новые технологии позволяют довести нефтеотдачу до 40–45 %.

Не имеющие аналогов в мировой практике термополимерные технологии воздействия на пласт научно обоснованы на уровне изобретений и патентов, испытаны и широко внедрены в производство.

Вода, проникая в нефтяную часть пласта, оставляет за фронтом невытесненные участки нефти. Равномерного продвижения водонефтяного контакта можно достигать за счет увеличения вязкости воды. Путем загущения полимерными добавками. Механизм нефтеизвлечения при использовании метода теплополимерного воздействия (ТПВ) заключается в том, что нагретый до 90–95° водный раствор полиакриламида (ПАА), при закачке в нефтяной пласт, поступает, прежде всего, в систему трещин и далее проникает в глубь пласта.

Таким образом, часть залежи оказывается охваченной горячим агентом воздействия, что приводит к снижению вязкости нефти, содержащейся в блоках матрицы трещиновато-порового коллектора. Продвигаясь в начале закачки, прежде всего, по трещинам, горячий раствор ПАА через некоторое время остывает, вязкость его при этом существенно увеличивается. Общие гидравлические сопротивления пласта начинают возрастать. В этой связи основная емкостная часть пласта оказывается охваченной воздействием горячего раствора полиакриламида.

Снижение вязкости нефти и увеличение ее подвижности положительно влияет на усиление роли механизма капиллярной пропитки блоков матрицы. Нагнетание нагретого раствора ПАА в пласт приводит к улучшению смачиваемости пористой среды, что положительно сказывается на капиллярной пропитке матрицы. Если система трещин в пласте достаточно разветвленная, то эффективность от закачиваемого горячего раствора ПАА будет выше по сравнению с воздействием горячей воды, работающей только по макротрещинам.

Преимущество ТПВ заключается в ограничении общего количества раствора ПАА, которое необходимо нагревать. Так как для создания необходимого теплового охвата не потребуется больших количеств, как в случае нагнетания горячей воды. Изученный механизм ТПВ показывает, что горячий раствор полиакриламида, проникающий, прежде всего по трещинам, увеличивает свою вязкость примерно на порядок по сравнению с горячей водой. Гидравлические сопротивления на фронте вытеснения для полимерного раствора оказываются большими, чем для горячей воды, что приводит к увеличению охвата пласта воздействием.

Практическое применение данного метода показывает, что прирост конечного нефтеизвлечения при ТПВ, по сравнению с воздействием необработанной водой, составляет 20–25 %. Обязательным технологическим условием успешности процесса ТПВ является обеспечение непрерывности закачки горячего полимерного раствора и соблюдение температурного режима.

Преимущество данного метода заключается в том, что при его применении не требуется проектной разработки и создания нового, дополнительного оборудования. Успешность процесса ТПВ во многом зависит от строгого выдерживания режима воздействия и соблюдения непрерывности закачки полимерного раствора. Температура полимерного раствора на забое скважины должна быть выше первоначальной температуры пласта не менее чем на 20–30 °С.

Термические методы на месторождениях высоковязких нефтей обеспечивают кратное увеличение нефтеотдачи относительно таковой при естественных режимах разработки и методах заводнения. В механизме нефтеизвлечения выделяются три основных фактора:

- улучшение отношения подвижностей нефти и воды;
- тепловое расширение пластовой системы;
- улучшение проявления молекулярно-поверхностных сил в пласте.

Таким образом, новые технологии позволили устранить главное препятствие на пути применения тепловых методов при разработке месторождений вязких нефтей – большие затраты, поскольку традиционные тепловые методы по затратам примерно в 2 раза выше методов заводнения.

Список литературы

1. Алварado В. Методы увеличения нефтеотдачи пластов / В. Алварado, Э. Манрик. – Москва : ООО «Премииум Инжиниринг», 2011. – 220 с.
2. Антонов К. В. Испытание пластов с регулируемой депрессией на пласт / К. В. Антонов, Р. Р. Зарипов // Нефтяное хозяйство. – 2004. – № 7. – С. 86–88.
3. Билалова Г. А. Применение новых технологий в добыче нефти : учебное пособие / Г. А. Билалова, Г. М. Билалова. – Волгоград : Издательский Дом «Ин-Фолио», 2009. – 272 с.
4. Булатов А. И. Детективная биография герметичности крепи нефтяных и газовых скважин / А. И. Булатов. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2009. – 863 с.
5. Булатов А. И. Освоение скважин / А. И. Булатов, Ю. Д. Качмар. – Москва : Недра, 1999. – 472 с.
6. Бурже Ж. П. Термические методы повышения нефтеотдачи пластов / Ж. П. Бурже, М. Сурио, М. Комбарну. – Москва : Недра, 1988. – 424 с.
7. Вафин Р. В. Стимулирование добычи нефти обработкой призабойных зон добывающих скважин / Р. В. Вафин, М. С. Зарипов // Нефтепромысловое дело. – 2004. – № 7. – С. 16–20.
8. Гайворонский И. Н. Современные методы вторичного вскрытия пластов / И. Н. Гайворонский, В. М. Тебякин // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 5. – С. 43–46.
9. Гумерский Х. Х., Горбунов А. Т., Жданов С. А., Петраков А. М. // Нефтяное хозяйство. – 2000. – №10. – С. 31–33.

10. Гумерский Х. Х. Повышение нефтеотдачи пластов с применением системной технологии воздействия / Х. Х. Гумерский, А. Т. Горбунов, С. А. Жданов, А. М. Петраков // Нефтяное хозяйство. – 2000. – № 12. – С. 12–15.
11. Гурьянов А. И. Структуросберегающая технология импульсного дренирования нефтяных пластов / А. И. Гурьянов, Д. В. Прошечальников, Р. Х. Фассахов, Я. М. Сахапов, И. К. Файзуллин, А. К. Розенцвайг // Нефтяное хозяйство. – 2004. – № 12. – С. 92–93.
12. Дейк Л. П. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений / Л. П. Дейк. – Москва : ООО «Премииум Инжиниринг», 2009. – 548 с.
13. Закиров С. Н. Новые принципы и технологии разработки месторождений нефти и газа / С. Н. Закиров, Э. С. Закиров, И. С. Закиров, М. Н. Баганова, А. В. Спиридонов. – Москва : Недра, 2004. – 520 с.
14. Кокорев В. И. Техничко-технологические основы инновационных методов разработки месторождений с трудноизвлекаемыми и нетрадиционными запасами нефти : автореф. ... д-ра техн. наук. – Москва : ОАО «Российская инновационная топливно-энергетическая компания», 2010. – 48 с.
15. Крылов А. П. Научные основы разработки нефтяных месторождений / А. П. Крылов, М. М. Глоговский, М. Ф. Мирчик. – Москва : Институт компьютерных исследований, 2003. – 416 с.
16. Кудинов В. И. Совершенствование тепловых методов разработки месторождений высоковязких нефтей / В. И. Кудинов. – Москва : Нефть и газ, 1996. – 284 с.
17. Персиянцев М. Н. Добыча нефти в осложненных условиях / М. Н. Персиянцев. – Москва : Недра-Бизнесцентр, 2000. – 700 с.
18. Сучков Б. М. Температурные режимы работающих скважин и тепловые методы добычи нефти / Б. М. Сучков. – Москва : Недра, 2007. – 408 с.
19. Халимов З. М. Динамика запасов нефти и проектной нефтеотдачи в России / З. М. Халимов, Ф. И. Салманов, К. Э. Халимов // Геология нефти и газа. – 2003. – № 4. – С. 35–37.

References

1. Alvarado V., Manrik E. *Metody uvelicheniya nefteotdachi plastov* [Methods of EOR], Moscow, ООО “Premium Inzhiniring” Publ., 2011. 220 p.
2. Antonov K. V., Zaripov R. R. Ispytanie plastov s reguliruemoy depressiey na plast [Formation testing with controllable depression on formation]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil Industry], 2004, no. 7, pp. 86–88.
3. Bilalova G. A., Bilalova G. M. *Primenenie novykh tekhnologiy v dobyche nefi* [Application of new technologies in oil production], Volgograd, "In-Folio" Publ. House, 2009. 272 p.
4. Bulatov A. I. *Detektivnaya biografiya germetichnosti krepki neftyanykh i gazovykh skvazhin* [Detective biography sealing lining of oil and gas wells], Krasnodar, Prosveshchenie-Yug Publ., 2009. 863 p.
5. Bulatov A. I., Kachmar Yu. D. *Osvoenie skvazhin* [Well completion], Moscow, Nedra Publ., 1999. 472 p.
6. Burzhe Zh. P., Surio M., Kombarnu M. *Termicheskie metody povysheniya nefteotdachi plastov* [Thermal EOR methods], Moscow, Nedra Publ., 1988. 424 p.
7. Vafin R. V., Zaripov M. S. Stimulirovanie dobychi nefi obrabotkoy prizaboynykh zon dobyvayushchikh skvazhin [Stimulation of oil processing bottomhole zone wells]. *Neftpromyslovoe delo* [Oilfield Engineering], 2004, no. 7, pp. 16–20.
8. Gayvoronskiy I. N., Tebyakin V. M. *Sovremennye metody vtorichnogo vskrytiya plastov* [Modern methods of secondary opening seams]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil Industry], 2003, no. 5, pp. 43–46.
9. Gumerskiy Kh. Kh., Gorbunov A. T., Zhdanov S. A., Petrakov A. M. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil Industry], 2000, no. 10, pp. 72–74.
10. Gumerskiy Kh. Kh., Gorbunov A. T., Zhdanov S. A., Petrakov A. M. *Povyshenie nefteotdachi plastov s primeneniem sistemnoy tekhnologii vozdeystviya* [Enhanced oil recovery using the system impact of technology]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil Industry], 2000, no. 12, pp. 12–15.
11. Guryanov A. I., Proshchekalnikov D. V., Fassakhov R. Kh., Sakhapov Ya. M., Fayzullin I. K., Rozentsvayg A. K. *Strukturosbergayuschaya technology pulsed drainage oil reservoirs* [Structure and conservation technology of oil layers pulse drainage]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil Industry], 2004, no. 12, pp. 92–93.
12. Deyk L. P. *Osnovy razrabotki neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Fundamentals of oil and gas fields], Moscow, ООО “Premium Inzhiniring” Publ., 2009. 548 p.

13. Zakirov S. N., Zakirov E. S., Zakirov I. S., Baganova M. N., Spiridonov A. V. *Novye printsipy i tekhnologii razrabotki mestorozhdeniy nefi i gaza* [New principles and technologies of oil and gas fields], Moscow, Nedra Publ., 2004. 520 p.

14. Kokorev V. I. *Tekhniko-tekhnologicheskie osnovy innovatsionnykh metodov razrabotki mestorozhdeniy s trudnoizvlekaemymi i netraditsionnymi zapasami nefi* [Technical and technological bases of innovative development fields with hard and unconventional oil reserves], Moscow, OAO «Rossiyskaya innovatsionnaya toplivno-energeticheskaya kompaniya» Publ., 2010. 48 p.

15. Krylov A. P., Glogovskiy M. M., Mirchik M. F. *Nauchnye osnovy razrabotki nefyanykh mestorozhdeniy* [Scientific basis for the development of oil fields], Moscow, Institute of Computer Science Publ. House, 2003. 416 p.

16. Kudinov V. I. *Sovershenstvovanie teplovykh metodov razrabotki mestorozhdeniy vysokovyazkikh nefey* [Improving the thermal field development methods viscous oils], Moscow, Neft i gas Publ., 1996. 284 p.

17. Persiyantsev M. N. *Dobycha nefi v oslozhnennykh usloviyakh* [Oil production in complicated conditions], Moscow, Nedra-Biznestsentr Publ., 2000. 700 p.

18. Suchkov B. M. *Temperaturnye rezhimy rabotayushchikh skvazhin i teplovye metody dobychi nefi* [Temperature regimes of operating wells and thermal methods of oil production], Moscow, Nedra Publ., 2007. 408 p.

19. Khalimov Z. M., Salmanov F. I., Khalimov K. E. *Dinamika zapasov nefi i proektnoy nefteotdachi v Rossii* [Dynamics of oil and oil project in Russia]. *Geologiya nefi i gaza* [Oil and Gas Geology. - 2003. - № 4. - 35-37 p.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ, ИЗМЕРЯЮЩИЕ ТЕМПЕРАТУРУ И ОБЪЕМ РАСХОДА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Саушин Александр Захарович

доктор технических наук, профессор

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева 16
E-mail: a.saushin@mail.ru

Никишкина Юлия Вячеславовна, магистр

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева 16
E-mail: krasnova.u@gmail.com

География добычи углеводородов расширяется, а вместе с ней уровень технической оснащенности отрасли. В настоящее время на рынке появились более современные сенсорные датчики температуры. Данный вид датчиков предназначен для измерений температуры жидких и газообразных сред путем преобразования сигнала, поступающего с сенсора на измерительный преобразователь в унифицированный токовый сигнал и в цифровой сигнал. Датчики температуры состоят из первичного преобразователя температуры – сенсора, соединенного с измерительным преобразованием. Измерительное преобразование выполнено конструктивно с расположенными на нем клеммами для подключения сенсора и клеммами для вывода выходного сигнала. Питание измерительного преобразователя совмещено с выходным сигналом по двухпроводной схеме. Измерительное преобразование может быть встроенным в соединительную головку сенсора, либо иметь собственный защитный кожух, либо быть помещенным в защитную арматуру с защитной головкой или иными монтажными приспособлениями для соединения с измерительным преобразователем. Сенсор может быть одиночным