

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2022-16-92-95>

ОБЗОР МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ В КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

Семакина А.А.¹, Епифанов Ю.Г.¹, Романько В.В.²

¹*Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия;*

²*Институт Механики Уральского отделения Российской академии наук, Ижевск, Россия*

Ключевые слова: трудноизвлекаемые запасы высоковязкой нефти, технологии воздействия на карбонатные пласты.

Аннотация. В настоящее время изучение проблемы извлечения нефти из карбонатных коллекторов является актуальной в связи с тем, что запасы нефти в терригенных коллекторах истощаются, а значительные запасы нефти в карбонатных коллекторах отбираются низкими темпами. К трудноизвлекаемым запасам (ТРИЗ) нефти относят большинство запасов, приуроченных к карбонатным породам-коллекторам. По различным данным, в карбонатных коллекторах содержится более 40% мировых запасов нефти, и на них приходится около 60% мировой добычи.

OVERVIEW OF METHODS IMPACTS IN CARBONATE RESERVOIRS

Semakina A.A.¹, Epifanov Yu.G.¹, Romanko V.V.²

¹*Udmurt State University, Izhevsk, Russia;*

²*Institute of Mechanics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia*

Keywords: hard-to-recover reserves of high-viscosity oil, technologies of impact on carbonate formations.

Abstract. Currently, the study of the problem of oil extraction from carbonate reservoirs is relevant due to the fact that oil reserves in terrigenous reservoirs are being depleted, and significant oil reserves in carbonate reservoirs are being taken away at a low rate. Hard-to-recover reserves (TrIZ) of oil include the majority of reserves confined to carbonate reservoir rocks. According to various sources, carbonate reservoirs contain more than 40% of the world's oil reserves, and they account for about 60% of world production.

Цель работы заключалась в изучении и выборе методов воздействия на пласты для повышения эффективности выработки ТРИЗ путем управления фильтрационными свойствами породы-коллектора и снижения вязкости нефти, применяя перспективные технологии. Большая часть ТРИЗ на нефтепромыслах Удмуртии сосредоточена в залежах с нефтями повышенной вязкости с большим содержанием АСПО и серы. В качестве примера месторождения с многочисленными осложняющими факторами можно привести Чутырско-Киенгопское месторождение Удмуртии. Применение здесь традиционных методов разработки не приводило к удовлетворительным результатам по уровням добычи нефти.

Термополимерное воздействие (ТПВ). Механизм нефтеизвлечения при использовании метода ТПВ следующий: нагретый до 90-95°C водный раствор

полиакриламида (ПАА), имея вязкость 1,5-2 мПа·с, при закачке в нефтяной пласт поступает в естественно существующую систему трещин и далее проникает в глубь пласта. Гидравлические сопротивления на фронте вытеснения для полимерного раствора оказываются значительно большими, чем для горячей воды, что приводит к увеличению коэффициента охвата пласта воздействием. Так, на Черепецком горизонте Мишкинского месторождения УР данная технология оказалась весьма эффективной: накопленная добыча нефти на участке ТПВ составила 561,0 тыс.т, что превышает расчетную на 146,5 тыс.т. Участок продолжает разрабатываться, средняя обводненность продукции составляет 86%. Конечный КИН ожидается больше 0,45 [1-4].

Циклическое внутрипластовое полимерно-термическое воздействие (ЦВПТВ). Механизм вытеснения нефти осуществляется на сравнительно небольшом (10-15м) удалении от забоя нагнетательной скважины, поскольку закупоривание высокопроницаемых зон препятствует проникновению вязкого (10-15 мПа·с) холодного раствора полимера в более удаленные зоны пласта. При закачке теплоносителя в нагнетательные скважины в пласте создается нагретая зона. При последующей закачке холодного раствора ПАА он, проходя через разогретую зону пласта, нагревается, вязкость его при этом снижается (до 2-3 мПа·с), и нагретый раствор ПАА проникает в менее проницаемые зоны пласта [5].

Импульсно-дозированное тепловое воздействие (ИДТВ и ИДТВ(П)). Основное преимущество механизма состоит в том, что при многократном повторе расчетных циклов «пар – холодная вода» активизируется вытеснение нефти из пор, что в целом приводит к увеличению нефтеизвлечения из залежи. Важным преимуществом метода является энергосбережение, которое можно достичь за счет ограничения объема вводимого в пласт теплоносителя, повышением уровнем нагрева пласта до так называемой «эффективной» температуры. При этом происходит повышение КИН (для Гремихинского месторождения до 0,37 по сравнению с естественным режимом – 0,06, заводнением – 0,12 и технологией воздействия горячей водой – 0,27).

Теплоциклическое воздействие на нефтяной пласт (ТЦВП). Метод заключается в транспорте заданного количества теплоносителя в данный участок залежи через парогенератор и добывающие нефтяные скважины.

Один цикл ТЦВП состоит из трех технологических этапов. 1) Нагнетание теплоносителя одновременно через центральную нагнетательную скважину (НС) и добывающие (ДС) скважины данного элемента. 2) Далее три добывающие скважины, в которые закачивается теплоноситель, переводятся под добычу нефти. Три нефтедобывающие скважины переводятся под закачку теплоносителя. 3) Нагнетание теплоносителя осуществляется только через центральную НС [6].

Соляно-кислотные обработки (СКО). СКО скважин основаны на способности соляной кислоты растворять карбонатные породы-известняки, доломиты, доломитизированные известняки, слагающие продуктивные

породы нефтяных и газовых месторождений. При этом происходят следующие реакции:

1) при взаимодействии на известняк: $2\text{HCl} + \text{CaCl}_2 = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2$;

2) при воздействии на доломит: $4\text{HCl} + \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 = \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$.

Одной из причин, ограничивающей объемы применения кислотных воздействий, является снижение эффективности повторных СКО. Опыт промышленного использования кислотных обработок на карбонатные коллекторы и многочисленные исследования позволили установить, что с увеличением кратности воздействия величина дополнительной добычи нефти снижается [7].

Гидравлический разрыв пласта (ГРП). Одним из способов экономически выгодного извлечения нефти является ГРП. Опыт использования ГРП демонстрирует, что при крупном расчленении пласта и в граничных зонах нефтяных залежей возможно существенно повысить коэффициент охвата пласта разработкой. В комбинации с интенсификацией отборов нефти, также наблюдается прирост КИН. Исследование и анализ демонстрирует, что правильное прогнозирование эффекта ГРП, анализ состояния элемента залежи дает возможность получить увеличение нефтеотдачи и увеличить эффективность разработки залежи нефти [8].

Выводы. Анализируя разработки месторождений с ТриЗ, можно сделать вывод, что рациональное планирование технологий воздействия на пласт с моделированием процессов в призабойной зоне и в целом в пласте дают возможность повысить эффективность освоения подобных запасов нефти. Так, на примере удмуртского нефтепромысла рассмотренные технологии позволяют: снизить капитальные вложения и эксплуатационные затраты; сократить удельный расход теплоносителя на добычу; получать себестоимость добычи нефти ниже, чем при заводнении.

Список литературы

1. Гавура В.Е. Геология и разработка нефтяных и газонефтяных месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 1995. – 496 с.
2. Галикеев И.А., Насыров В.А., Насыров А.М. Эксплуатация месторождений нефти в осложненных условиях. – Ижевск: ООО «Парацельс Принт», 2015. – 354 с.
3. Шеховцова Е.В., Романько В.В., Ким С.Л. Анализ результатов применения магнитных индукторов различной напряженности при эксплуатации осложненного фонда скважин // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2020 № 5 (119). С. 59-64.
4. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела. – Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований; УдГУ, 2004. – 720 с.
5. Мирсаатов О.М. Повышение эффективности управления параметрами состояния природно-техногенных систем в условиях выработки трудноизвлекаемых запасов нефти: дисс. ... докт. техн. наук – Уфа, 2020. – 313 с.

6. Шеховцова Е.В., Романько В.В., Ким С.Л. Комплексное применение методов повышения нефтедобычи на осложненном фонде скважин месторождений Удмуртии // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2021. №4(340). С. 60-64.
7. Иванов Д.В. Повышение эффективности извлечения высоковязких нефтей Мелекесской впадины: дисс. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2018. – 147 с.
8. Ким С.Л., Юхименко В.Г. Экологические аспекты утилизации попутного нефтяного газа при добыче нефти в Удмуртской Республике // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. №9. С. 37-40.

References

1. Gavura V.E. Geology and development of oil and gas–oil fields. – M.: VNIIOENG, 1995. – 496 p.
2. Galikeev I.A., Nasyrov V.A., Nasyrov A.M. Exploitation of oil fields in complicated conditions. – Izhevsk: LLC "Paracelsus Print", 2015. – 354 p.
3. Shekhovtsova E.V., Romanko V.V., Kim S.L. Analysis of the results of the use of magnetic inductors of various strengths during the operation of a complicated well stock // Equipment and technologies for the oil and gas complex. 2020 No. 5 (119). P. 59-64.
4. Kudinov V.I. Fundamentals of oil and gas industry. – Moscow–Izhevsk: Institute of Computer Research; UdGU, 2004. – 720 p.
5. Mirsaetov O.M. Improving the efficiency of managing the parameters of the state of natural and man-made systems in the conditions of production of hard-to-recover oil reserves: diss. ... doc. of tech. sc. – Ufa, 2020. – 313 p.
6. Shekhovtsova E.V., Romanko V.V., Kim S.L. Complex application of methods of increasing oil production on the complicated well stock of Udmurtia deposits // Construction of oil and gas wells on land and at sea. 2021. No.4(340). P. 60-64.
7. Ivanov D.V. Improving the efficiency of extraction of high-viscosity oils of the Melekess depression: diss. ... cand. of tech. sc. – Ufa, 2018. – 147 p.
8. Kim S.L., Yukhimenko V.G. Ecological aspects of utilization of associated petroleum gas during oil production in the Udmurt Republic // Environmental protection in the oil and gas complex. 2013. No. 9. P. 37-40.

Семакина Анна Александровна – студент	Semakina Anna Alexandrovna – student
Епифанов Юрий Геннадиевич – старший преподаватель	Epifanov Yuri Gennadievich – senior lecturer
Романько Василий Васильевич – аспирант	Romanko Vasily Vasilyevich – postgraduate student
lgkim@ya.ru	

Received 05.05.2022