СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНО - АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

MODERN TECHNOLOGIES OF ENHANCED OIL RECOVERY BASED ON SURFACTANTS



УДК 622.276

Салтыков Владимир Валентинович, профессор кафедры бурения ТИУ, член-корреспондент РАЕН, Тюменский индустриальный университет РФ, Тюменская область, г. Тюмень, 625000, saltykovvv@tyuiu.ru

Кадыров Марсель Алмазович, аспирант, Тюменский индустриальный университет, ООО «ТюменьНефтеТехнологии», РФ, Тюменская область, г. Тюмень, 625000, kadyrov-marsel@bk.ru

Другов Денис Алексеевич, аспирант, Тюменский индустриальный университет, ООО «ТюменьНефтеТехнологии», РФ, Тюменская область, г. Тюмень, 625000, den.sub2016@yandex.ru

Тугушев Оскар Артурович, магистрант, Тюменский индустриальный университет РФ, Тюменская область, г. Тюмень, 625000 oskar@gosstip.ru

Saltykov Vladimir Valentinovich, Professor of the Department of Drilling, TIU, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Tyumen Industrial University of the Russian Federation, Tyumen Region, Tyumen, 625000, saltykovvv@tyuiu.ru

Kadyrov Marsel Almazovich, postgraduate student, Tyumen Industrial University, TyumenNefteTechnologii LLC, Russian Federation, Tyumen region, Tyumen, 625000, kadyrov-marsel@bk.ru

Drugov Denis Alekseevich, postgraduate student, Tyumen Industrial University, TyumenNefteTechnologii LLC, Russian Federation, Tyumen region, Tyumen, 625000, den.sub2016@yandex.ru

Tugushev Oskar Arturovich, undergraduate, Tyumen Industrial University of the Russian Federation, Tyumen region, Tyumen, 625000, oskar@gosstip.ru

Аннотация. В последние годы мировая экономика имеет тенденцию к усиленному росту, и спрос на нефть и природный газ во многих странах значительно вырос. Чтобы обеспечить достаточную добычу нефти для развития национальной экономики, помимо поиска новых запасов, во многих странах мира в центре внимания научных исследований находится снижение стоимости сырья.

В настоящее время необходимо разрабатывать нефтяные месторождения и увеличивать добычу нефти за счет использования различных химических методов повышения нефтеотдачи.

В большинстве случаев метод химического повышения нефтеотдачи относится к добавлению различных химикатов в нагнетательную воду, что вызывает значительные изменения физических и химических свойств вещества. Полимерное заводнение - это наиболее широко используемый химический метод увеличения нефтеотдачи. Полимерное заводнение может увеличить нефтеотдачу от 5% до 30%.

В данной статье обсуждается механизм использования полимерного заводнения для транспортировки нефти из резервуаров для хранения, а также анализируется эффективность, проблемы и направления погружения полимера в нефтяной промышленности.

Целью данной статьи является анализ технологий повышения нефтеотдачи пластов на основе использования поверхностно – активных веществ.

Задачи статьи:

- описание современных технологий повышения нефтеотдачи пластов;
- изучение факторов, влияющих на повышение нефтеотдачи пластов;

- изучение основных направлений повышения нефтеотдачи пластов на основе использования поверхностно – активных веществ.

Практическое значение статьи заключается в том, что исследование может быть использовано для повышения нефтеотдачи пластов на основе использования поверхностно – активных веществ..

Abstract. In recent years, the global economy has shown a strong growth trend and the demand for oil and natural gas has grown significantly in many countries. To ensure sufficient oil production for the development of the national economy, in addition to finding new reserves, in many countries of the world, the focus of scientific research is on reducing the cost of raw materials.

Currently, it is necessary to develop oil fields and increase oil production through the use of various chemical methods of enhanced oil recovery.

In most cases, chemical enhanced oil recovery refers to the addition of various chemicals to the injection water, which causes significant changes in the physical and chemical properties of a substance. Polymer flooding is the most widely used chemical enhanced oil recovery method. Polymer flooding can increase oil recovery from 5% to 30%.

This article discusses the mechanism for using polymer flooding to transport oil from storage tanks, and analyzes the efficiency, problems and directions of polymer immersion in the petroleum industry.

The purpose of this article is to analyze technologies for enhanced oil recovery based on the use of surfactants.

Objectives of the article:

- description of modern technologies for enhanced oil recovery;

- study of factors influencing the increase in oil recovery;

- study of the main directions of enhanced oil recovery based on the use of surfactants.

The practical significance of the article lies in the fact that the study can be used to enhance oil recovery based on the use of surfactants.

Ключевые слова: нефтеотдача пластов, поверхностно – активные вещества, методы увеличения нефтеотдачи, нефть.

Key words: oil recovery, surfactants, enhanced oil recovery methods, oil.

Погружение поверхностного полимера - многообещающая технология для увеличения нефтеотдачи, которая может продлить срок эксплуатации многих месторождений в Западной Сибири и повысить эффективность использования недр. Салым Петролеум Девелопмент, совместное предприятие «Газпром нефти» и Shell, впервые применив этот подход в России, успешно завершило пилотный проект на Западно-Салымском месторождении. Дальнейшее развитие технологий будет зависеть от наличия экономических стимулов.

В настоящее время заводнение является основным методом разработки месторождений, при котором вода закачивается в резервуары для хранения нефти через нагнетательные скважины [1].

Перемещаясь в резервуарах для хранения, вода переносит углеводороды из пласта в добывающие скважины, повышая эффективность их разработки.

Для повышения эффективности погружной технологии в воду добавляют поверхностно-активные вещества и полимеры.

Поверхностно-активное вещество-полимер относится к третичному способу добычи нефти, суть которого заключается в искусственном изменении физических и химических свойств нефти.

Поверхностно-активные вещества лучше отделяют углеводородные частицы от пласта, а полимеры делают воду более вязкой, позволяя вытеснять нефть из пласта при более равномерном процессе добычи.

Составление и производство коктейлей для заводнения полимеров ПАВ - одна из самых перспективных отраслей российской нефтяной промышленности.

В процессе заводнения пластов различная подвижность нефти и воды серьезно ухудшает способность нефти двигаться. В условиях высокой вязкости нефти возникнет нестабильность вязкости, что приведет к резкому сокращению

охвата пласта за счет разбрызгивания воды, что приведет к снижению нефтеотдачи. Чтобы снизить текучесть воды, можно использовать загуститель, обычно используются водорастворимые полимеры (полиакриламиды, полисахариды).

Считается, что дополнительное количество нефти, образующегося во время закачки раствора полимера, связано с регулировкой гибкости фильтрации [5].

Чтобы использовать полимеры в качестве загустителей, они должны обладать следующими основными характеристиками:

1. Остаточная индуктивность и сопротивление.
2. Реологические свойства раствора.
3. Адсорбция.
4. Полная скорость и масштаб процесса растворения.

Все эти параметры зависят от полимера, технологии растворителя и свойств породы.

Температура пласта не должна превышать 100 ° C, иначе молекулы полимера будут разрушены.

Наиболее важным фактором является этап разработки пласта. Максимальная эффективность может быть достигнута при закачке раствора полимера с самого начала разработки для смывания оставшейся нефти.

На эффективность этого метода не влияет плотность расположения скважин, но для его применения требуется активная спринклерная система (площадная или однопоточная). Технология погружения полимера проста и не требует специальных конструкций и оборудования [4].

Для повышения нефтеотдачи используются два основных типа полимеров: синтетические полимеры и биологические полимеры. В настоящее время широко используются частично гидролизованный полиакриламид, ксантан и модифицированные полимеры.

Следующий пример может быть приведен как технология увеличения нефтеотдачи с использованием поверхностно-активных веществ. «Газпром нефть» успешно разработала и опробовала инновационный метод увеличения

нефтеотдачи, позволяющий увеличить добычу нефти из компонентов с низкой проницаемостью в 3 раза. Новая технология струйного туннелирования апробирована в восточном районе Оренбургского месторождения, разрабатываемого ООО «Газпромнефть-Оренбург». Экономическая эффективность от применения техники превысила 2,3 миллиарда рублей.

Метод струйного туннелирования основан на формировании каналов в пласте, которые создаются с помощью потока реагентов, закачиваемых в пласт под высоким давлением. По каналам в скважину поступает нефть из ранее недоступных пластов. В ходе испытаний новое решение могло увеличить приток нефти из горизонтальных скважин в восточном районе Оренбургского месторождения в среднем на 300%. Эта технология оказалась более рентабельной, чем традиционные методы извлечения нефти. Это в несколько раз дешевле стандартной операции бурения и занимает на 20-30% меньше времени. Такой подход может еще больше снизить затраты за счет дальнейшего тиражирования [3].

Технология туннелирования применима как к действующим, так и к недавно пробуренным скважинам. Она не требует подъема оборудования и закрытия скважины, это обеспечивает непрерывность процесса добычи нефти. За один проход можно создать несколько всенаправленных туннелей. Это увеличивает вероятность вовлечения в разработку максимального количества нефтенасыщенных частей пласта.

Высокотехнологичные методы повышения нефтеотдачи пластов позволяют разрабатывать трудноизвлекаемые запасы на малоизученных участках и участвовать в разработке существующих месторождений, чего не было до недавнего времени.

Для повышения нефтеотдачи необходимо совершенствовать состав ПАВ. Так, могут применяться в практике состав на основе цвиттер – ионных ПАВ.

Состав предназначен для извлечения обойденной, пленочной и капиллярно-удерживаемой нефтей за счет вытеснения ее из продуктивного пласта вязким водным щелочным раствором цвиттер-ионных ПАВ. Состав позволяет повысить

охват пластов заводнением и устранить или уменьшить отрицательное влияние сил, удерживающих нефть в заводненных зонах пласта и снизить проницаемость обводненных участков.

Известен способ коррекции затопленной передней части нефтяных пластов путем прокачки через скважинные кольца рабочего реагента и силиката в водной фазе с изменяющейся концентрацией компонентов (силиката щелочного металла и полимера). Существует также метод разработки нефтяных месторождений, который включает закачку водных растворов биополимер-силикатного компонента в систему через скважину и добычу нефти через эксплуатационную скважину [1].

Также возможна разработка нефтяного пласта, закачкой через нагнетательную скважину суспензии силикатного геля, ПАВ и полимер. Данные способы разработки нефтяного месторождения предполагают использование большого количества технических средств, для приготовления и закачки составов, и времени.

Также может применяться мицеллярный раствор для извлечения нефти, включающий смесь цвиттер-ионного и анионного поверхностно-активных веществ - ПАВ и пресную воду. Состав содержит в качестве анионного ПАВ лаурилсульфат натрия, в качестве цвиттер-ионного ПАВ - кокамидопропилбетаин и дополнительно неионогенное ПАВ - Неонол АФ9-10. Недостатком данного способа является - высокая адсорбция ПАВ на породах и сложность технологии.

Наиболее эффективным по технической сущности и достигаемому результату является способ добычи нефти из подземного пласта, закачиванием смеси 2 цвиттер-ионных загущающих ПАВ, а также, состав дополнительно может содержать основание в количестве, достаточном, чтобы довести значение pH жидкости до уровня более 10. В данном случае при наличии в вытесняющей сточной воде $Ca2+$ и $Mg2+$ образуются $Ca(OH)2$ и $Mg(OH)2$. Осадки гидроокисей Mg и Ca снижают проницаемость лишь в 1,5-2 раза. Кристаллы этих солей лишь частично закупоривают поры, промытые водой.

Задачей данной технологии является применение состава, который обеспечивает увеличение нефтеотдачи из высокоминерализованных пластов.

Указанный технический результат достигается тем, что жидкость для извлечения нефти содержит цвиттер-ионные ПАВы.

В качестве цвиттер-ионных ПАВ были выбираются:

- алкилбетаины (олеиламидопропилдиметилбетаин (ОАПДБ) и кокамидопропилбетаин (КАПБ));

- алкилсульфобетаин (АСБ), реализуемый компанией Sigma-Aldrich (CAS14933-08-5);

- алкилдиметиламиноксид (АДАО).

В составе также есть силикат натрия и кристаллогидраты силиката натрия (Na_2SiO_3 по ГОСТ 13079-93, $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$ по ТУ 2145-52257004-01-2002, $Na_2SiO_3 \cdot 7H_2O$ по ТУ 6-09-1457-87, $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$ по ГОСТ 4239-77), хлорид натрия (NaCl по ГОСТ 4233-77).

В качестве оснований также выбираются гидроксид натрия (ГОСТ 4328-77), гидроокись калия (ГОСТ 24363-80), карбонат натрия (ГОСТ 83-79) и бикарбонат натрия (ГОСТ 2156-76).

Дегидратация силикатно-щелочных ПАВ основана на появлении осадка в погруженных слоях гетерогенной системы. Остаток образуется в результате химической реакции закачиваемого щелочного силикатного раствора с солями кальция и магния, присутствующими в перекачиваемой воде.

При наличии в вытесняющей сточной воде Ca^{2+} и Mg^{2+} образуются $CaSiO_3$, $MgSiO_3$, $Ca(OH)_2$ и $Mg(OH)_2$. Осадок $CaSiO_3$ по природе является коллоидным и способен значительно снизить проницаемость обводненного пласта (до 10 раз и более), которые закупоривают высокопроницаемые породы. Вследствие этого вода начинает поступать в менее проницаемые зоны и участки пласта, не охваченные заводнением [2].

Кроме того, силикатно-щелочные растворы реагируют с органическими кислотами в сырой нефти, и, таким образом, образуются вторичные

поверхностно-активные вещества, дополнительно снижая поверхностное натяжение между перекачиваемой жидкостью и нефтью.

Также измененяется смачиваемость породы щелочным раствором за счет адсорбции органических кислот на поверхность породы из нефти. В результате происходит гидрофилизация пористой среды, за счет этого снижается адсорбция ПАВ на породах в 2,5-5 раз.

Применение в технологии вытеснения цвиттер-ионные ПАВ позволяют получать загущенные водные растворы. Это способствует одновременному увеличению, как коэффициента вытеснения, так и коэффициента охвата пласта, что приводит дополнительно уменьшению обводненности добываемой нефти.

Список литературы

1. Амелин И.Д., Сургучев М.Л., Давыдов А.В. «Прогноз разработки нефтяных залежей на поздней стадии». М., Недра, 2014. 308 с.
2. Климов А.А. «Методы повышения нефтеотдачи пластов» Материалы XXX1X научно-технической конференции по итогам работы профессорскопреподавательского состава СевКавГТУ, 2009.
3. Степанова Г.С. «Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты». Москва: Газоил пресс, 2016. 198 с.
4. Сургучев М.Л. «Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи». М.: Недра, 1985. 308 с.
5. Сургучев М.Л., Желтов Ю.В., Симкин Э.М. «Физико-химические микропроцессы в нефтегазоносных пластах». М.: Недра, 1985. 215 с.

References

1. Amelin I.D., Surguchev M.L., Davydov A.V. "Forecast of the development of oil deposits at a late stage." M., Nedra, 2014.308 p.
2. Klimov A.A. "Methods of enhanced oil recovery" Proceedings of the XXX1X scientific and technical conference on the results of the work of the faculty of SevKavGTU, 2009.

3. Stepanova G.S. "Gas and water-gas methods of impact on oil reservoirs." Moscow: Gazoil press, 2016.198 p.
4. Surguchev M.L. "Secondary and tertiary methods of enhanced oil recovery". Moscow: Nedra, 1985.308 p.
5. Surguchev M.L., Zheltov Yu.V., Simkin E.M. "Physicochemical microprocesses in oil and gas reservoirs." Moscow: Nedra, 1985.215 p.