

В настоящее время в современных ГИС получило распространение использование языка программирования Python. Данная возможность также реализована в QGIS, где команды прописываются в терминале QGIS, что позволяет автоматизировать процесс проектирования, с помощью написанных скриптов создавать стандартные объекты геометрии, например, устья, инклинометрия, контуры системы расстановки, стили оформления и др.

Систему QGIS можно использовать для решения широкого круга оперативных задач в проектировании и обмене наборов данных между структурными подразделениями в процессе производственной деятельности, для проектирования и контроля работ по МСМ, при проведении сейсморазведочных работ, выделении эксклюзивных зон, где невозможно провести сейсморазведочные работы, при необходимости смещения проектных пунктов приема и возбуждения, проектировании площадок ВСП–НВСП.

Л и т е р а т у р а

1. QGIS – геоинформационная система. – URL: <https://redos.red-soft.ru/base/arm/arm-other/qgis/> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Supported Data Formats. – URL: https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/user_manual/working_with_vector/supported_data.html (дата обращения: 10.04.2024).

УДК 622.276.63

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КАПИЛЛЯРНЫХ И ПЛЕНОЧНЫХ НЕФТЕЙ ИЗ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ)

Ш. М. Алхатиб, Н. А. Демяненко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Показано, что большая часть мировых запасов нефти (более 70 %) находится в месторождениях, истощенных после вторичной стадии эксплуатации с использованием закачки воды для вытеснения нефти. Отмечено, что известные методы, широко применяемые для повышения нефтеотдачи пластов, не позволяют достичь желаемых результатов по извлечению максимально возможного количества нефти из разрабатываемых залежей. Поэтому для повышения эффективности выработки запасов нефти необходимы новые методы и технологии. Рассмотрены результаты исследований, направленных на воздействие на запасы капиллярно-защемленных нефтей и нефтяных пленок на стенках каналов фильтрации, оставшихся в пластах после заводнения, закачкой композиций поверхностно-активных веществ.

Ключевые слова: третичные методы добычи нефти, поверхностно-активные вещества, композиции ПАВ, увеличение добычи нефти.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR EXTRACTING TRAPPED AND FILMY CAPILLARY OILS FROM RESERVOIRS IS IN THE FINAL STAGE OF DEVELOPMENT (USING SURFACTANTS)

Sh. M. Alkhateeb, N. A. Demyanenko

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Most of the world's oil reserves (more than 70 %) are located in fields depleted after the secondary stage of extraction by water injection. Known extraction methods, widely used

to enhance oil recovery, do not allow achieving the desired results in extracting the maximum possible amount of oil. Therefore, new methods and technologies are needed to improve the efficiency of oil extraction. This paper examines the results of studies aimed at influencing the reserves of capillary-trapped oils and oil films on the walls of filtration channels remaining in the formations after water flooding by injecting surfactant compositions.

Keywords: tertiary oil recovery methods, surfactants, surfactant compositions, increased oil recovery.

Большинство нефтенасыщенных пород в результате их длительного контакта с нефтью на протяжении миллионов лет становятся пропитанными нефтью. Образуется гидрофобная нефтяная пленка, покрывающая стенки пор, которую трудно разрушить и извлечь нефть с помощью традиционных методов вытеснения. Для извлечения этих запасов и изолированных резервов внутри узких пор, к которым трудно добраться, необходимо снизить поверхностное натяжение на границе «нефть – вода – порода» и удалить нефть, прилипшую к внутренним стенкам породы («нефтяную пленку»). Для этого следует изменить смачиваемость породы с гидрофобной на гидрофильную. Последнего можно достичь путем использования вытесняющих жидкостей, содержащих поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Поверхностно-активные вещества – это химические вещества, добавляемые в жидкость, которая закачивается в пласт в определенных концентрациях, в зависимости от природы вещества и характеристик как нефти, так и пластовых пород, для стимулирования добычи и улучшения процессов извлечения остаточной нефти. По классификации Международной организации по стандартизации (ISO) все ПАВ подразделяются на анионные, катионные, неионогенные и амфотерные [1]. Эффективность каждого ПАВ и его влияние на увеличение нефтеотдачи зависят от типа пород-коллекторов, взаимодействия этого вещества с пластовыми жидкостями, неоднородности пористой среды, природы адсорбции ПАВ на поверхности твердых пород («ионной силы»), рН среды, температуры пласта, концентрации активного вещества и поляризации ионов [2]. Основные компоненты сырой нефти, ответственные за изменения смачиваемости пород-коллекторов, – это те, которые содержат заряженные группы, такие как кислоты и щелочные соединения. Карбонатные породы обычно имеют положительный поверхностный заряд, поэтому они обладают большей аффинностью к кислотным компонентам сырой нефти, тогда как отрицательно заряженная поверхность песчаников делает их более аффинными к щелочным компонентам сырой нефти.

Катионные ПАВ могут изменить смачиваемость гидрофобной поверхности карбонатных пород в сторону более гидрофильного состояния за счет образования ионных пар между катионными головными группами и отрицательно заряженными карбоксильными группами, адсорбированными на поверхности пород-коллекторов. Анионные ПАВ – более эффективны, чем катионные, в изменении смачиваемости песчаников в сторону гидрофильного состояния, поскольку тогда происходит электростатическое взаимодействие между ионными головными группами молекул ПАВ и положительно заряженными основными компонентами сырой нефти, адсорбированными на поверхности песчаника. В этом случае ионные пары изменяют смачиваемость в сторону более гидрофильного состояния (рис. 1 и 2).

Изменение смачиваемости пород измеряется путем измерения угла смачивания, который представляет собой угол между системой «газ – жидкость» и твердой поверхностью. В системе «вода – нефть – порода» породы являются водосмачивае-

мыми (гидрофильными), когда угол контакта между каплей воды и твердого тела находится в диапазоне от 0 до 75°, гидрофобно-гидрофильными – при углах от 75 до 105°, и гидрофобными – при углах от 105 до 180° [3].

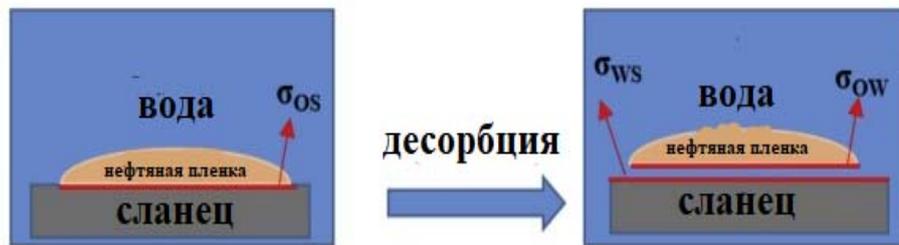


Рис. 1. Иллюстрация добавления ПАВ к гидрофобной породе, показывающая удаление слоя нефти с поверхности породы за счет образования устойчивого слоя воды между поверхностью породы и слоем нефти



Рис. 2. Иллюстрация добавления ионных ПАВ к гидрофобной породе, показывающая, как электростатические взаимодействия способствуют отделению нефти от поверхности породы и изменению смачиваемости

Эксперименты по измерению угла контакта показывают, что угол контакта в системах «порода – нефть – вода» уменьшается по мере добавления большего количества ПАВ, и смачиваемость пород увеличивается за счет адсорбции ПАВ.

В экспериментах, проведенных Альваресом и другими учеными, было установлено, что анионные ПАВ оказывают лучшее влияние на изменение смачиваемости по сравнению с неионогенными и катионными ПАВ, однако механизм изменения смачиваемости анионных ПАВ имеет временную задержку [4, 5]. Эксперименты также показали, что использование ПАВ помогает снизить поверхностное натяжение на границе «нефть – вода – порода». Было доказано, что с увеличением концентрации ПАВ в растворе поверхностное натяжение уменьшается, а фазовая проницаемость нефти увеличивается, в то время как фазовая проницаемость воды остается практически постоянной. При этом коэффициент извлечения нефти увеличивается до 70–80 %, что на 29–40 % выше, чем в случае отсутствия ПАВ в закачиваемой жидкости (например, вода без добавления ПАВ).

Таким образом, добавление ПАВ оказывает значительное положительное влияние на извлечение остаточной нефти из пласта за счет воздействия на поверхностное натяжение на границе «нефть – вода – порода» и изменения смачиваемости пород с гидрофобной на гидрофильную.

Поверхностно-активные вещества подвергаются всестороннему анализу перед их использованием в экспериментальных условиях. Один из аспектов – техническая осуществимость производства ПАВ, что требует детального изучения адсорбции и кинетики на породах пласта. Кроме того, перед планированием ПНП с ПАВ проводится анализ затрат и выгод, учитывающий текущую цену на сырую нефть и цену продажи ПАВ в зависимости от объема добычи нефти, который можно достичь с помощью ПАВ.

Синтетические ПАВ, такие как SDS, Tween-80 и Triton X-100, широко используемые в химических технологиях увеличения нефтеотдачи, производятся путем этоксилирования. Поскольку оксид этилена (ЕО) реагирует с фенолом и спиртами, опасность связана с высокой реакционной способностью и термической нестабильностью ЕО, а также с возможностью образования 1,4-диоксана, известного канцерогена. Поэтому продолжаются поиск и исследования экологически чистых природных ПАВ.

Литература

1. Experimental study of wettability alteration and spontaneous imbibition in Chinese shale oil reservoirs using anionic and nonionic surfactants / L. Junrong, J. James, B. Shenga [et al.]. – Texas, USA, 2019.
2. Mehdi, S. Mechanistic Study of Wettability Alteration Using Surfactants with Applications in Naturally Fractured Reservoirs / S. Mehdi. – Kansas, 2008.
3. Monday, O. M. Adsorption of Natural Surfactant on Sandstone in Enhanced Oil Recovery: Isotherms and Kinetics Studies / O. M. Monday // Open Journal of Applied Sciences. – Baku, Azerbaijan, 2023.
4. Anderson, W. Wettability Literature Survey. – Part 2: Wettability Measurement, W. Anderson, J. Pet // Society of Petroleum Engineers, 1986.
5. Alvarez, J. O. Improving oil recovery in the Wolfcamp unconventional liquid reservoir using surfactants in completion fluids / J. O. Alvarez, D. S. Schechter // Journal of Petroleum Science and Engineering. – Texas, USA, 2017.

УДК 666.9

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ

К. Ф. Мархотко

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение
«Белоруснефть», г. Гомель*

Рассмотрены вопросы разработки комплексного минерального состава компонента тампонажного материала, позволяющего получить тампонажный раствор пониженной плотности без потери механических свойств цементного камня.

Ключевые слова: тампонажный раствор, сульфферрит, техногенное сырье, плотность, синтез.

OBTAINING A COMPLEX MINERAL ADDITIVE FOR CEMENTING SOLUTIONS

K. F. Marhotko

BelNIPIneft RUE “Production association “Belorusneft”, Gomel

This work involves the development of a mineral composition – a component of the cementing material, which allows obtaining a low-density cementing solution without loss of the mechanical properties of the cement stone.

Keywords: cement slurry, sulfoferrite, technogenic raw materials, density, synthesis.