

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 622.276.5:552.5

Повышение эффективности разработки объектов с трудноизвлекаемыми запасами на основе учета глинистого фактора

В.А. Жолудева

ООО «Лукойл-Инжиниринг», Когалым, Россия

В статье представлены результаты изучения различных особенностей глиносодержащих пород, определены основные свойства глинистых минералов, которые необходимо учитывать при подборе оптимального комплекса мероприятий в ходе разработки объектов с трудноизвлекаемыми запасами. Рекомендовано применять дифференцированный подход к подбору вытесняющих агентов с учетом, преобладающих в составе цемента глинистых минералов. Такой подход позволяет оптимизировать геолого-технологические процессы и минимизировать риски негативного воздействия на коллекторские свойства пласта.

Ключевые слова: глинистые минералы, физико-химические особенности, комплекс мероприятий.

Для цитирования: Жолудева В.А. (2026). Повышение эффективности разработки объектов с трудноизвлекаемыми запасами на основе учета глинистого фактора. Трудноизвлекаемые запасы, 1(2), с. 61-63.

Improving the efficiency of the development of facilities with hard-to-recover reserves based on the consideration of the clay factor

V.A. Zholudeva

Limited Liability Company LUKOIL-Engineering, Kogalym, Russian Federation

The article presents the results of studying various features of clay-bearing rocks. The main properties of clay minerals that must be considered when selecting an optimal set of measures during the development of hard-to-recover reserves are determined.

It is recommended to apply a differentiated approach to the selection of displacing agents (displacement fluids) taking into account the prevailing clay minerals in the cement composition. This approach allows optimizing geological and technological processes and minimizing the risks of negative impact on the reservoir properties of the formation.

Keywords: clay minerals, physico-chemical characteristics, integrated set of measures.

Recommended citation: Zholudeva V.A. (2026). Improving the efficiency of the development of facilities with hard-to-recover reserves based on the consideration of the clay factor. Hard-to-recover reserves, 1(2), pp. 61-63.

Введение

В настоящее время в нефтегазовой отрасли наиболее актуальным является вопрос о поддержании существующих темпов добычи и их увеличения за счет вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов и уменьшения рисков неоправданных экономических затрат. В Западно-Сибирском регионе данный тип запасов заключен в том числе в терригенных толщах, характеризующихся повышенным содержанием полиминерального глинистого цемента. Различные глинистые минералы оказывают различное влияние на фильтрационно-емкостные свойства пород (Сердюк, 2010; Шмырина, Саетгалеев, 2011), что, несомненно, отражается на качестве процесса разработки и динамики изменения коэффициента нефтеизвлечения. Для оптимизации процесса добычи нефти используются различные методы интенсификации добычи. Однако результат не всегда положительный, эффект кратковременный, иногда после их применения происходит частичное либо полное нарушение в структуре породы, которое приводит к необратимым последствиям. Успешность геолого-технологических мероприятий зависит от многих факторов. С точки зрения автора статьи, одним из основных является литологический, который учитывает качественные и количественные особен-

ности не только основных породообразующих минералов, но и минералов глинистого цемента, а именно их кристаллохимические, морфологические, физико-химические характеристики, иначе – глинистый фактор пород продуктивного пласта.

Материалы и методы

Объектом исследования являются терригенные отложения нижнемелового возраста Западно-Сибирского региона. Породы представлены песчаниками мелкозернистыми и алевролитами мелко-крупнозернистыми, крупно-мелкозернистыми, мелкозернистыми глинистыми, с незначительной неравномерной примесью карбонатного материала, относящиеся к коллекторам V, VI классов и неколлекторам. Содержание глинистого цемента варьируется от 10 до 30%. Минералогический состав характеризуется преобладанием минералов гидрослюдистой группы, включающей иллит и смешанослойные образования иллит-монтмориллонитового типа (до 10%), а также присутствием хлорита и каолинита.

Каждый из выделенных глинистых минералов характеризуется различными кристаллохимическими особенностями (Соколов, 1996; Кравченко, 1971), которые предопределяют характер их поведения при воздействии на породы продуктивных пластов различных агентов/реагентов. Минералы с «жест-

кой» структурой – каолинит, хлорит и слюда – не подвержены внутрикристаллическому набуханию. Напротив, монтмориллониты (сметиты) обладают лабильной кристаллической решеткой, способной к набуханию. Смешанослойные минералы, по особенностям строения кристаллической решетки, выделяются как промежуточная группа, которая представляет собой упорядоченное или неупорядоченное чередование набухающих и ненабухающих слоев.

Помимо структурных различий, глинистые минералы отличаются по интенсивности адсорбционной способности, которая тесно связана с размером площади удельной поверхности частиц. Согласно экспериментальным данным (Соколов, 1996; Саркисян, Котельников, 1980; Брегг, 1939), максимальная площадь удельной поверхности характерна для монтмориллонитов (сметитов), за ними следуют гидрослюдистые минералы, затем хлориты. Наименьшей площадью удельной поверхности обладают каолиниты.

Влияние минерального состава глинистого цемента на физико-химические свойства пород подтверждается, также результатами сравнительного анализа количественного содержания глинистых минералов в цементе с показателями удельной поверхности и емкости катионного обмена (ЕКО), который выявил единую закономерность (рис. 1).

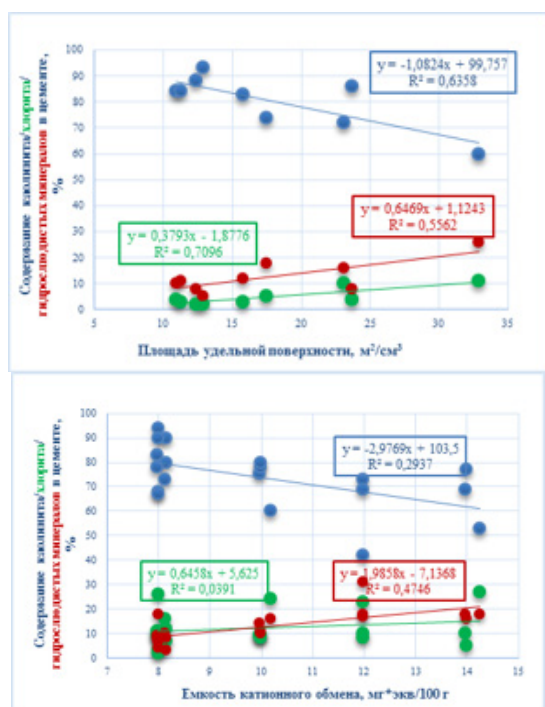


Рис. 1. Графики зависимости содержания каолинита/хлорита/группы гидрослюдистых минералов в цементе пород (%): а) размера площади удельной поверхности (м²/см³); б) значений емкости катионного обмена (мг*экв/100 г)

Наблюдается обратная зависимость между содержанием каолинита и значениями удельной поверхности и ЕКО: повышение доли каолинита сопровождается снижением этих параметров. Напротив,

увеличение концентрации хлорита и гидрослюдистых минералов приводит к росту значений удельной поверхности и ЕКО.

Результаты

Учитывая особенности минерального состава глинистого цемента изучаемых пород, их различия по структурным и физико-химическим свойствам, а также результаты ранее проведенных автором работ (Колпаков, Жолудева, 2017; Жолудева, 2019) на объектах с трудноизвлекаемыми запасами учет глинистого фактора при подборе комплекса мероприятий является особо значимым.

Так, в интервалах (участках) развития пород с повышенным содержанием гидрослюдистых минералов, характеризующихся наиболее высокой вероятностью к набуханию, наибольшей удельной поверхностью и, как следствие, наибольшей способностью к катионному обмену, эффективно проводить мероприятия с использованием добавок различных ПАВ либо углекислого газа (карбонизированная вода 1,5-2%). В случаях использования жидкостей на водной основе для поддержания пластовых давлений рекомендуется проведение лабораторных исследований по подбору оптимальной минерализации воды с целью предотвращения риска возникновения эффекта набухания.

Кроме этого, при подборе оптимального комплекса мероприятий для разработки объектов с трудноизвлекаемыми запасами необходимо учитывать морфогенетические особенности глинистых минералов (седиментогенные, катагенетические и «вторичные» – новообразованные разновидности глинистых частиц) (Шмырина, Морозов, 2012), определяющие динамику фильтрации.

Выводы

Для повышения эффективности разработки объектов с трудноизвлекаемыми запасами на основе учета глинистого фактора и совершенствования методов интенсификации добычи нефти автор рекомендует учитывать особенности тонкодисперсной составляющей терригенных пород продуктивных пластов, в частности – глинистый фактор.

Список литературы

1. Сердюк З.Я., Вильковская И.Ю., Жужель В.С., Зубарева Л.И., Кирилова Н.В., Стефаненко О.Н. (2010). Влияние постседиментационных наноминералов на коллекторские свойства и нефтеотдачу продуктивных пластов. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 4, с. 41–47.
2. Шмырина (Жолудева) В.А., Саетгалеев Я.Х. (2011). Глинистые минералы и их влияние на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных пластов БСIII и ЮСII Кустового месторождения. Материалы 15-й научно-прак-

тической конференции. Ханты-Мансийск, с. 124–130.

3. Соколов В.Н. (1996). Микромир глинистых пород. Соросовский образовательный журнал. М.: МГУ, 3, с. 56–64 с.
4. Кравченко И.И., Бабалян Г.А. (1971). Адсорбция ПАВ в процессе добычи нефти, М: Недра, 159 с.
5. Саркисян С.Г., Котельников Д. Д. (1980). Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии. М.: Недра, 232 с.
6. Брегг В.Г. (1939). О структуре и свойствах глин. Успехи физических наук, 26, с. 1–20.
7. Колпаков В.В., Жолудева В.А., Саетгалиев Я.Х. (2017). Повышение эффективности геолого-разведочных работ и снижение рисков разработки на основе литолого-технологического моделирования глинистых коллекторов пласта Ю1 Когалымского района. Нефтепромышленное дело, 10, с. 9–13.
8. Жолудева В.А. (2019). Повышение эффективности методов интенсификации добычи нефти на основе учета глинистого фактора продуктивных пластов. Нефтяное хозяйство, 8, с. 18–22.
9. Шмырина (Жолудева) В.А., Морозов В.П. (2012). Морфогенетические особенности глинистых минералов продуктивных на нефть отложений Кустового месторождения (пласты БС111 и ЮС11). Ленинградская школа литологии. Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина, Санкт-Петербург: СПбГУ, Т.II, с. 202–204.

Сведения об авторах

Жолудева Виктория Александровна – кандидат геол.-мин. наук, начальник отдела литолого-седиментологических исследований ООО «Лукойл-Инжиниринг»

Россия, 628483, г. Когалым, ул. Береговая, д. 100/9
e-mail: Viktoriya.Zholudeva@lukoil.com

References

1. Serdyuk Z. Ya., Vilkovskaya I. Yu., Zhuzhel V. S., Zubareva L. I., Kirilova N. V., Stefanenko O. N. (2010). The influence of postsedimentary nanominerals on reservoir properties and oil recovery of productive formations. *Geology and mineral resources of Siberia*, 4, pp. 41–47.
2. Shmyrina (Zholudeva) V. A., Saetgaleev Ya. Kh. (2011). Clay minerals and their influence on the reservoir properties of the BS111 and YUS11 productive formations of the Kustovoye field. *Proceedings of the 15th scientific and practical*

conference. Khanty-Mansiysk, pp. 124–130.

3. Sokolov V. N. (1996). *Microworld of Clay Rocks. Soros Educational Journal. Moscow: Moscow State University*, 3, pp. 56–64 p.
4. Kravchenko I. I. (1971). *Adsorption of Surfactants during Oil Production / I. I. Kravchenko, G. A. Babalyan, Moscow: Nedra*, 159 p.
5. Sarkisyan S. G., Kotelnikov D. D. (1980). *Clay Minerals and Problems of Oil and Gas Geology. Moscow: Nedra*, 232 p.
6. Bregg V. G. (1939). *On the Structure and Properties of Clays / V. G. Bregg. Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 26, pp. 1–20.
7. Kolpakov V. V., Zholudeva V. A., Saetgaleev Ya. Kh. (2017). Improving the efficiency of geological exploration and reducing development risks based on lithological and technological modeling of clay reservoirs of the Yu1 formation in the Kogalym region. *Oil Industry Business*, 10, pp. 9–13.
8. Zholudeva V.A. (2019). Improving the efficiency of oil production intensification methods based on taking into account the clay factor of productive formations. *Oil Industry*, 8, pp. 18–22.
9. Shmyrina (Zholudeva) V.A., Morozov V.P. (2012). Morphogenetic features of clay minerals of oil-producing sediments of the Kustovoye field (BS111 and YUS11 formations). *Leningrad School of Lithology. Proceedings of the All-Russian Lithological Meeting dedicated to the 100th anniversary of the birth of L.B. Rukhin, Saint Petersburg: Saint Petersburg State University, Vol. II, pp. 202–204.*

About the authors

Viktoriya A. Zholudeva – Candidate of Geological and Mineral Sciences, Head of the Lithological and Sedimentological Research Department, Lukoil-Engineering LLC

100/9 Beregovaya Street, Bldg., Kogalym, 628483, Russian Federation

e-mail: Viktoriya.Zholudeva@lukoil.com

Статья поступила в редакцию 28.05.2026;

Принята к публикации 24.06.2026;

Опубликована 30.06.2026