

Таким образом, разносторонние исследования нефтей и наличие множества слоев нефтеносности, вариации в составе углеводородов, микроэлементного состава нефти указывают на многостадийное формирование месторождения в условиях перераспределения и миграции углеводородов.

Литература

1. Галиева, А. М. Состав и распределение полициклических нафтеновых углеводородов-биомаркеров в нефтях Ромашкинского месторождения [Текст]: дисс.: ... к-та хим. Наук / Галиева Алсу Миннегаяновна. – Казань, 2008. – 158 с.
2. Галимов, Э. М. К вопросу о генезисе нефти супергигантского Ромашкинского нефтяного месторождения [Текст] / Э. М. Галимов, А. С. Немченко-Ровенская, Г. С. Коробейник, Т. Н. Немченко, О. В. Кузнецова, А.А. Пырьева // Сырьевая база и геологоразведка. – 2010. – С. 28–33.
3. Гордадзе, Г. Н. Углеводороды в нефтяной геохимии. Теория и практика [Текст]: монография / Г. Н. Гордадзе – М.: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015. – 559 с.
4. Каюкова, Г. П. Органическая геохимия осадочной толщи и фундамента территории Татарстана [Текст]: монография / Г. П. Каюкова, Г. В. Романов, Р. Г. Лукьянова, Н. С. Шарипова. – Казань: Изд-во ГЕОС, 2009. – 419 с.
5. Каюкова, Г. П. Геохимические аспекты исследования процесса восполнения нефтяных залежей [Текст] / Г. П. Каюкова, Г. В. Романов, И. Н. Плотникова // Георесурсы. – 2012. – Т. 47. – №5. – С. 37–40.
6. Маслов, А. В. Распределение редких и рассеянных элементов в сырых нефтях ряда месторождений Западно-Сибирской и Волго-Уральской провинции [Текст] / А. В. Маслов, Ю. Л. Ронкин, В. Г. Изотов, К. Ш. Биглов, Л. М. Ситдикова // Литосфера. – 2015. – №3. – С. 93–113.
7. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений Ч.1 [Текст]: монография / Под ред. проф. Р. Х. Муслимова. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2007. – 316 с.
8. Сидорова, Н.Н. Естественные и техногенные преобразования нефтей Ромашкинского месторождения [Текст] / Н. Н. Сидорова // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2007. – №8. – С. 65–69.
9. Смирнов, М. Б. Характеристики источников нефтей Ромашкинского месторождения по результатам изучения состава насыщенных и ароматических биомаркеров [Текст] / М.Б. Смирнов, Е.Н. Полудеткина // Геохимия. – 2018. – № 2. – С. 175–184.
10. Смирнов, М. Б. Дифференциация нефтей Татарстана по составу насыщенных биомаркеров [Текст] / М. Б. Смирнов, Н. П. Фадеева, Н. А. Ванюкова // Геохимия. – 2021. – Т. 66. – №5. – С. 436–449.
11. Усманов, С. А. Современная геодинамика Южно-Татарского свода (на примере Ромашкинского месторождения нефти) [Текст] / С. А. Усманов, Б. Р. Шарипов, И. Н. Плотникова, А. Н. Ахметов, А. Н. Делев // Известия вузов. Горный журнал. – 2013. – №1. – С. 15–21.
12. Kolodyazhny S. Yu. Structural and dynamic distribution patterns of oil fields in the central part of the Volga-Ural antecline [Text] / S. Yu Kolodyazhny, A. I. Nekrasov // Geodynamics & Tectonophysics. – 2020. – №11 (1). – P. 123 – 140. doi:10.5800/GT-2020-11-1-0467.

ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ МЕТОДОМ РАМАНОВСКОГО МИКРОЗОНДА В МИНЕРАЛАХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ВЕРХНЕГО ДЕВОНА СЕВЕРО-ОСТАНИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Назарова А.А.

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время в Томской области ведется активная геологоразведка и разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, приуроченными к коллекторам кровельной части доюрского (палеозойского) фундамента. Реализация таких проектов, способствующих увеличению добычи нефти и газа в регионе и обеспечивающих энергетическую безопасность страны, подразумевает проведение детальных и комплексных исследований пород фундамента, позволяющих создавать достоверные геологические модели месторождений.

Объектом изучения является Северо-Останинское нефтегазоконденсатное месторождение, располагающееся на территории Томской области. На месторождении палеозойские отложения представлены отложениями ордовика, силура, девона, карбона. Наибольший интерес вызывают отложения среднего (герасимовская свита) и верхнего девона (лугинецкая свита). Хорошие коллекторские свойства карбонатных пород среднедевонской свиты отмечаются в участках их выхода на эрозионно-тектоническую поверхность фундамента. В отложениях лугинецкой свиты фиксируются признаки битумоидов, что указывает на потенциальную возможность скопления углеводородов на месторождении [3].

Фактическим материалом для исследований послужили образцы керна, петрографические шлифы и двуполированные пластины, полученные из карбонатных пород-коллекторов позднедевонского возраста пласта М1 кровельной части фундамента.

Изучение керна и шлифов девонских отложений месторождения позволило установить основные разновидности пород, слагающие изучаемый разрез. Отмечены все лидирующие типы пород, начиная от известняков, доломитизированных известняков и заканчивая доломитами.

Известняки органогенно-оолитовые и пизолитовые сложены преимущественно пелитоморфным кальцитом с образованием удлинено-овальных, округлых и вытянутых форменных выделений. В интервалах частично доломитизированных известняков еще сохраняются участки реликтовых первичных структурно-текстурных характеристик протолитов. Тонкозернистый агрегат доломита в таких образцах совместно с кальцитом образует

форменные элементы матрицы пород, а также формирует разнонаправленные кристаллы, близкие к ромбоэдрической форме, часто отмечается по периферии пустотного пространства в виде инкрустированных индивидов. В основной массе пород промежутки между кристаллами ромбоэдров доломита заполнены перекристаллизованным крупнокристаллическим кальцитом, в котором фрагментарно проявлены четкие линии спайности.

Последняя стадия вторичных постседиментационных преобразований изучаемых карбонатных пород представляет собой практически доломит метасоматического замещения по известняку, в котором первичный кальцит растворен с последующим развитием доломита. Часто в шлифах наблюдаются реликтовые теневые рисунки первичного вещества, в доломитах фиксируется зональность нарастания ромбоэдрических кристаллов. Такие породы обладают повышенными коллекторскими свойствами за счет пустотного пространства, приуроченного к участкам между кристаллическими ромбоэдрами доломита.

В целом, в породах разреза проявлена разнонаправленная трещиноватость, залеченная, в основном, вторичными карбонатами, иногда с примесью битуминозного, глинистого и рудного вещества; отмечаются микрокаверны, каверны и поры выщелачивания.

По результатам работ [1] установлено площадное распространение доломитов, связанное с кровельной частью органогенной постройки, выведенной на эрозионную поверхность. Поскольку эволюция пористости контролируется разницей в скоростях между растворением и осаждением [5], соответственно, растворение остаточного кальцита является наиболее вероятной причиной формирования пористости доломитов на поздних стадиях доломитизации [6, 7]. Ранее на месторождении выделены четыре генерации доломита, последняя из которых и составляет основную массу вторичных доломитов и в которой обнаружены газово-жидкие включения (ГЖВ) [4].

«Газово-жидкое включение – герметически изолированное в минерале пространство, заполненное при комнатной температуре либо только жидкостью, либо только газом или жидкостью и газом в различных объемных соотношениях и нередко с твердой фазой в виде разных по составу минералов» [2].

Изучение ГЖВ проводилось методом комбинационного рассеяния, представляет собой неразрушающий метод оптической колебательной спектроскопии, который позволяет точно анализировать углеводородные жидкостные и газовые включения, а также твердые включения в том числе.

Исследование проводилось на дисперсионном конфокальном микроскопе комбинационного рассеяния (КР) Thermo Fisher Scientific DXR2 диодным лазером с длиной волны возбуждения 785 нм. Указанная длина волны фиксирует наилучшее соотношение между уменьшением флуоресценции и спектральным разрешением. Спектральный диапазон КР-микроскопа варьирует в пределах $50\text{--}3360\text{ см}^{-1}$, частота $50\text{ Гц} \pm 1$, мощность лазера соответствовала 10–15 мВ. Диаметр лазерного пятна в фокальной плоскости не превышает 2 мкм при увеличении объективов 50 и 100.

Двуполированные пластины для изучения ГЖВ изготавливались из фрагментов и сколов керна доломитов или доломитизированных известняков и участков пород с трещинами и пустотами, выполненными кальцитом.

Включения в кальците и доломите встречаются как однофазные, так и многофазные. Это могут быть газовые, газово-жидкие включения и включения с водно-углеводородными выделениями. ГЖВ в породах имеют разную форму, чаще всего могут наблюдаться вытянутые, прямоугольно-овальные выделения, либо близкие к субизометричным, округлые, неправильные. Размеры включений, пригодных для измерения, варьируют в пределах от 3–5 до 10 мкм; примерно 15–30 % объема занимает газовая фаза (рис.). Могут фиксироваться и мелкие флюидные выделения, располагающиеся примерно по одной линии, в этом случае идет расшнуровывание одного вытянутого выделения с фрагментацией на отдельные мелкие фрагменты.

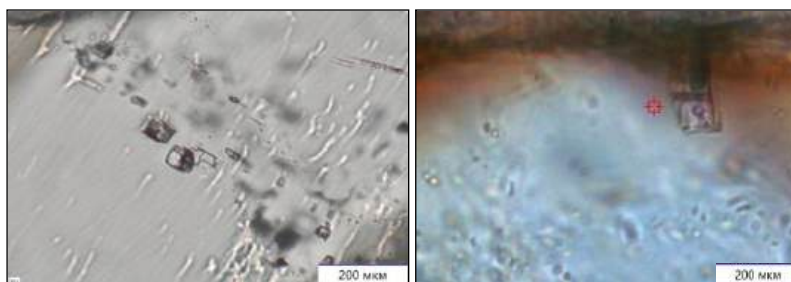


Рис. Газово-жидкие включения в кристаллах доломита

Петрографические наблюдения в двуполированных пластинах позволили установить многочисленные ГЖВ в доломите, распределенных вдоль линий роста границы минерала, и мелкие включения в кальците, выполняющих трещины, поры и микрокаверны в карбонатных породах. В кальците включения часто распределяются по линиям двойникования или спайности минерала. Как и в доломитах, данные включения могут считаться первичными для перекристаллизованного доломита и вновь образованного кальцита, но являться вторичными по отношению к протолиту, изменяемому в результате различных процессов диагенеза и метасоматоза.

Для определения газовой и жидкой фазы снимался спектр комбинационного рассеяния (КР-спектр) минерала-хозяина (доломит или кальцит), жидкой фазы без пузырька и газовой фазы в пузырьке.

Полученные КР-спектры четко фиксировали доломит, с характерными основными пиками 725 , 1097 и 1443 см^{-1} и сетевыми видами в 299 и 176 см^{-1} , или кальцит с пиками 712 , 1085 и 1450 см^{-1} и сетевыми 156 и 284 см^{-1} .

Типичные КР-спектры газовой фазы для различных образцов показывают очень слабую структурную организацию углеродистого материала и типичны для незрелого органического вещества. Разложение спектров

(деконволюция) с выделением отдельных пиков позволило установить вещественный состав углеводородов в ГЖВ. Отмечены колебания $C_{aromatic}-C_{alkyl}$; C–C в ароматических кольцах, соединения типа C=C и типа C=O. Помимо указанных фаз в газовом пузыре в спектрах выделяется пик N_2 и CO_2 .

Наличие этих веществ в газовой-жидких включениях указывает на влияние флюида, из которых шло формирование и доломита, и кальцита, содержащих углеводородные компоненты, поскольку именно последние фиксировались в газовой фазе пузырька. Данный факт следует учитывать при установлении стадийности и определения времени генерации и миграции нефти в контексте диагенетической и тектонической истории территории. Однако необходимы дополнительные исследования, позволяющие накопить аналитический материал и базу данных ГЖВ в осадочных карбонатных образованиях нефтяных месторождений. Отметим и тот факт, что в зарубежной литературе имеется большое количество публикаций, в которых приводятся результаты использования КР-метода применительно к изучению ГЖВ в отложениях месторождений углеводородов, отечественные публикации, касающиеся определения таких включений в осадочных образованиях пока достаточно редки.

Литература

1. Ежова, А. В. Геологическая модель строения палеозойского фундамента Северо-Останинского нефтяного месторождения (Томская область) [Текст] / А. В. Ежова, В. П. Меркулов, В. А. Чеканцев // Горный журнал. Специальный выпуск. – Томск, 2012. – С. 35–38.
2. Кормушин, В. А. Метод гомогенизации газовой-жидких включений в минералах [Текст] / В. А. Кормушин. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 72 с.
3. Краснов, В. И. Новые данные по литостратиграфии палеозойских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты [Текст] / В. И. Краснов, Г. Д. Исаев, В. И. Саев // Региональная стратиграфия нефтегазоносных районов. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1988. – С. 9–13.
4. Краснощёкова, Л. А. Условия образования вторичных доломитов в палеозойских карбонатных коллекторах Северо-Останинского месторождения (Западная Сибирь) по данным микрокриотермометрии [Текст] / Л. А. Краснощёкова, А. С. Гарсия Бальса, В. Б. Белозеров // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2020. – Т. 331. – № 8. – С. 208 – 219. – Режим доступа: DOI 10.18799/24131830/2020/8/2782.
5. Landes, K. K. Porosity through dolomitization [Text] / K. K. Landes // Am. Assoc. Pet. Geol. – 1946. – Bull. 30. – P. 305–318.
6. Machel, H. G. Recrystallization versus neomorphism, and the concept of «significant recrystallization» in dolomite research [Text] / H. G. Machel // Sedimentary Geology. – 1997. – V. 113(3–4). – P. 161 – 168. DOI:10.1016/S0037-0738(97)00078-X
7. Wendte, J. Origin of molds in dolostones formed by the dissolution of calcitic grains: evidence from the Swan Hills Formation in west-central Alberta and other Devonian formations in Alberta and northeastern British Columbia [Text] / J. Wendte // Bull. Can. Pet. Geol. – 2006. – V. 54. – P. 91–109.

ТЯЖЕЛЫЕ МИНЕРАЛЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Нурахметов А.Е.

Научный руководитель доцент А.С. Рубан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Минералогический состав донных осадков содержит в себе уникальную информацию, позволяющую оценивать направленность осадочных и раннедиагенетических процессов как в современных, так и в древних седиментационных бассейнах. Он считается одним из важнейших индикаторов, указывающих на положение источников осадочного материала, состав материнских пород, геоструктурное положение бассейнов, направление транспортировки терригенного вещества.

Кроме того, исследование минералогической специфики донных осадков древних осадочных бассейнов позволяет проводить реконструкцию климатических и гидродинамических условий [1].

Море Лаптевых – эпиконтинентальное море, ограниченное с запада восточными берегами полуострова Таймыр и архипелага Северная Земля, а с востока – западными берегами Новосибирских островов. Северная граница акватории проходит по 81,3° северной широты.

Площадь моря оценивается в 673000 км², а максимальная глубина достигает 3385 м в котловине Нансена. Около 70 % площади моря представлено шельфом с глубиной менее 100 м, ниже которой начинается континентальный склон. Гидрологические условия и географическое положение моря Лаптевых, которые отличают его от соседних морей и Северного Ледовитого океана, позволяют отнести его к типу континентальных окраинных морей. Море Лаптевых принимает речной сток таких крупных Сибирских рек, как Лена, Хатанга, Яна и др., что является одной из важнейших особенностей непосредственно влияющих на специфику осадочных процессов.

Берега моря Лаптевых довольно сильно изрезаны, что объясняется наличием многочисленных полуостровов, мысов, заливов и бухт различной площади. Значительно расчленены восточные берега островов Северной Земли и Таймырского полуострова. К востоку от него береговая черта образует несколько крупных заливов (Хатангский, Анабарский, Оленекский, Янский), бухт (Кожевникова, Нордвик, Тикси), губ (Буор-Хая, Ванькина) и полуостровов (Хара-Тумус, Нордвик).

Западное побережье Новосибирских островов изрезано значительно меньше. Ландшафты берегов моря довольно разнообразны. Местами к воде подходят невысокие горы, местами они отступают в глубь суши. Большая часть побережья низменна. Различное по рельефу и строению побережье моря на разных участках относится к различным морфологическим типам берегов.