

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕНОСНЫХ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДЫНСКОЕ-МОРЕ, ШЕЛЬФ ПЕЧОРСКОГО МОРЯ

науч. сотр. Е.Б.СУВОРОВА

ВНИИОкеангеология им. И.С.Грамберга, Санкт-Петербург, suvork@inbox.ru

Представлены результаты изучения нефтеносных карбонатных пород каменноугольного возраста из продуктивных пластов месторождения Медынское-море. Установлено, что в верхневизейских отложениях породы-коллекторы связаны с вторично образованными доломитами. В средне-верхнекаменноугольных отложениях продуктивные горизонты представлены грейнстоунами и рудстоунами, накопление которых приурочено к фациям известковых песков края карбонатного шельфа.

Ключевые слова: каменноугольные отложения, доломиты, грейнстоуны, рудстоуны, месторождение Медынское-море.

На месторождении Медынское-море в скважинах 2 и 4, пробуренных в 2002 и 2005 гг. соответственно, керном охарактеризованы каменноугольные породы продуктивных пластов-коллекторов II+III и I. Пласты-коллекторы прослеживаются на региональном уровне и относятся к каменноугольно-нижнепермскому нефтегазосносному комплексу, сложенному преимущественно карбонатными породами. Пласт II+III приурочен к породам визейского возраста, а пласт I к верхнесерпуховским-нижнепермским отложениям [Федоровский, 2007]. Практически на всех месторождениях шельфа залежи углеводородов приурочены к пласту I. Наличие коллекторов в верхневизейских отложениях установлено на Приразломном месторождении, но, по данным геофизических исследований скважин (ГИС), коллекторы характеризуются как водонасыщенные. На месторождении Медынское-море в визейских породах получены притоки тяжелой нефти.

Рассматриваемое месторождение расположено в восточной части шельфа (рис. 1) и в структурно-тектоническом отношении приурочено к Варандей-Адзвинской структурной зоне. Целью работы было изучить литологический состав отложений продуктивных пластов для выделения основных типов пород, формирующих природные резервуары, и установления условий их формирования. Были изучены образцы керна и шлифы, исследован геохимический состав нефтеносных каменноугольных отложений месторождения.

Пласт II+III приурочен к верхневизейским доломитам. По данным интерпретации результатов ГИС, коэффициент пористости пород варьирует от 6–7 % до 16–20 % [Вендельштейн и др., 2001] и в среднем составляет 10,4 % [Федоровский, 2007]. В породах месторождения, в отличие от соседних площадей, отмечается сильная доломитизация – 10–70 %, до присутствия собственно доломитов [Вендельштейн и др., 2001].

В керне верхневизейские породы представлены темными нефтенасыщенными доломитами [Суворова, Преображенская, 2009]. Согласно результатам геохимических анализов содержание MgO в породах варьирует от 12,22 до 20,29 %, а CaO 30,1–36,7 % (на воздушно-сухое вещество). По классификации С.Г.Вишнякова и В.Г.Кузнецова



Рис. 1. Карта расположения месторождений на шельфе Печорского моря: 1 – газоконденсатные; 2 – нефтегазоконденсатные; 3 – нефтяные

[Систематика и классификация..., 1998] эти породы относятся к известковым и известковистым доломитам. В результате петрографических исследований выделено несколько структурных разновидностей доломитов, объединенных в два структурных типа. Все эти структуры вторичны и различаются по характеру и типу проявления наложенных процессов. К первому структурному типу отнесены микрозернистые вторичные доломиты, образованные метасоматическим путем по первичному известняку. Размер зерна в породе составляет 0,001–0,02 мм. Отмечаются реликтовая структура первичного известняка, полуразрушенные обломки фауны и микрофауны, тени биокластов (рис. 2). Породы пористые, местами кавернозные, размер пор 0,03–0,06 мм. Пористость, подсчитанная по шлифам, в среднем составляет 10–15 %. В некоторых порах отмечены примазки темно-коричневого битума. Часть пор местами залечена катагенетическим кальцитом. Породы образовались в стадию позднего диагенеза в результате выщелачивания, доломитизации и частичной перекристаллизации исходной породы. По-видимому, первичной породой, испытавшей доломитизацию и перекристаллизацию, служит фораминиферо-водорослевый грейнстоун, содержащий биокласты различной сохранности.

Второй структурный тип объединяет зернистые доломиты и доломитовые известняки, размер зерна в породе в среднем составляет 0,06–0,1 мм. В этом типе выделяются следующие подтипы: гипидиоморфнозернистые, ксеноморфнозернистые и идиоморфнозернистые доломиты.

Гипидиоморфнозернистая структура характеризуется присутствием поли-, округлополи- и реже груборомбоэдрическими зернами (рис. 2). Размер этих зерен практически постоянен и колеблется в небольших пределах от 0,06 до 1 мм. Внешний облик и внутреннее строение могут варьировать. Полиэдрические зерна доломита, часто шести-, восьмиугольной или сферической формы, в большинстве случаев имеют центральную зону, в некоторых случаях она может отсутствовать.

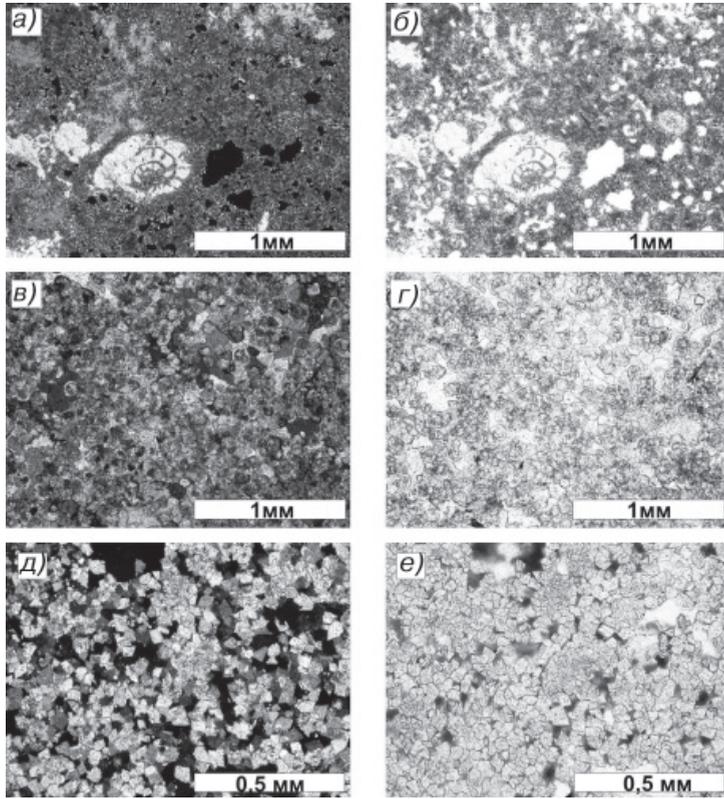


Рис. 2. Структурные разновидности верхнедевонских доломитов: *a, б* – метасоматически замещенный доломит; *в, з* – гипидиоморфнозернистый доломит; *д, е* – идиоморфнозернистый доломит; *a, в, д* – николи скрещены

Центральная зона, окрашенная темным цветом, иногда характеризуется радиально-лучистым строением. В некоторых зернах центральная зона прозрачная, но четко отделяется от внешней зоны. Внешняя зона, как правило, перекристаллизована и имеет практически ровные, гладкие (часто у зерен с прозрачной центральной зоной) или зубчатые края. Местами зерна образуют сростки из нескольких зерен.

При первичном описании шлифов зерна были идентифицированы как перекристаллизованные проблематичные образования *Microcodium*. Внешняя форма и внутреннее строение зерен напоминают внутреннюю структуру отдельных частей образований *Microcodium*. Исследователями [Scholle, Ulmer-Scholle, 2003] показано, что в породах, в которых развита диагенетическая вадозная цементация, часто присутствует *Microcodium*.

В работе Д.К.Патрунова [Патрунов, 1983], посвященной проблеме доломитообразования, отмечено, что при раннедиагенетической доломитизации известковых илов образуются неправильной, изометрично-округлой формы зерна, размер которых соответствует 0,01–0,05 мм, в некоторых случаях не превышает 0,01 мм. В петрографическом атласе Сколле и Ульмер-Сколле [Scholle, Ulmer-Scholle, 2003] похожие образования отнесены к проблематичным. По ряду петрографических признаков предполагается, что эти зерна являются сидеритом или железистым доломитом, возможно магнезитом.

Для обоснованных выводов о генезисе зерен рассматриваемых гипидиоморфнозернистых доломитовых пород необходимы более детальные и обстоятельные исследования с применением методов электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа и т.д.

Ксеноморфнозернистая структура доломита выражается в присутствии сростков лапчатых зерен доломита с редкими ромбическими зернами. В шлифе наблюдаются сплошные массы сростков. Реже всего встречается идиоморфнозернистая структура, где зерна представлены хорошо оформленными ромбоэдрическими кристаллами доломита (рис. 2). Часто в породах наблюдаются типы структур, переходящие один в другой.

Пористость в зернистых доломитах и доломитовых известняках варьирует от 5–7 до 10–15 %, размер пор колеблется от 0,03 до 0,3 мм.

Типоморфные особенности или структура слагающих зерен доломитов по критериям Г.И.Теодоровича и С.Г.Вишнякова указывают на то, в какую стадию литогенеза происходила перекристаллизация [Постседиментационные..., 1980]. Ксеноморфнозернистая и идиоморфнозернистая структуры относятся к диагенезу и позднему диагенезу – катагенезу соответственно. О происхождении гипидиоморфнозернистой структуры можно лишь отметить, что порода, по-видимому, образовалась в стадию диагенеза, а затем подверглась воздействию перекристаллизации в стадию катагенеза.

На основании изложенного выше предполагается, что породы образовались в вадозной зоне (в приповерхностных условиях и под воздействием атмосферных вод) в области осушения мелководного шельфа. Формирование различных структурных типов доломитов связано с тем, что вторичному преобразованию подверглись породы, находящиеся на различных стадиях литогенеза.

Пласт I связан с верхнесерпуховско-нижнепермскими известняками. На месторождении Медынское-море выделяются три продуктивных горизонта пласта I: в верхнесерпуховских, в средне-верхнекаменноугольных и в нижнепермских отложениях. Породы раннепермского возраста достоверно установлены лишь в скважине 1 – Медынское-море [Киреев и др., 2004]. В рассматриваемых скважинах 2 и 4 керном представлены лишь серпуховские и средне-верхнекаменноугольные отложения, к которым приурочены горизонт III и горизонт IIa соответственно. Для описания структурных разновидностей известняков использована классификация Р.Данхема с дополнениями А.Эмбри и Дж.Кловена [Систематика..., 1998].

Горизонт III приурочен к светлым трещиноватым протвинским известнякам, пористость пород по ГИС составляет 9 % [Федоровский, 2007]. Породы представлены пакстоунами, в которых преобладают обломки мшанок и криноидей, в подчиненном количестве встречены кальцесферы, багряные водоросли, гранулированные раковины фораминифер, редкие обломки раковин брахиопод и спикулы иглокожих. Редко в породе наблюдаются микроступковские скопления синезеленых водорослей, содержащие включения алевритовых зерен кварца и мелких обломков фауны. Пористость пород в целом крайне низкая, около 1 %, и связана с вторичными порами растворения и выщелачивания. Форма пор, как правило, изометричная, размер – 0,06–0,12 мм. Развиты редкие микростилолитовые швы.

В этом горизонте примазки нефти отмечаются по керну в зонах трещиноватости. Трещиноватость образована за счет воздействия тектонических процессов.

Продуктивный горизонт IIa выделен в средне-верхнекаменноугольной части разреза. Породы представлены практически чистыми известняками, содержание СаО составляет 52,9–55,9 %.

В основании разреза башкирского яруса установлена водорослевая биогермная постройка небольшой мощности – 16 м. В шлифах известняки представлены

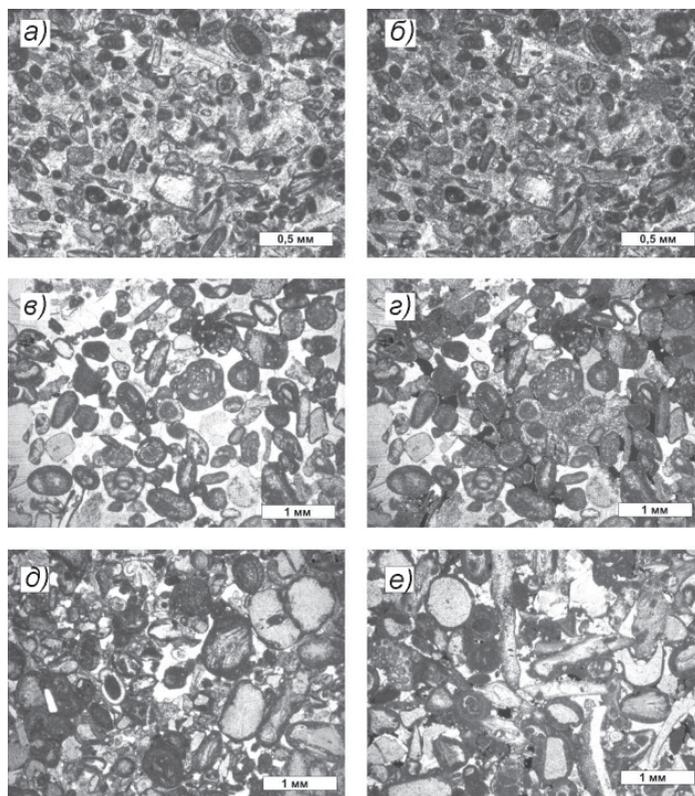


Рис. 3. Грейнстоуны: а, б – фораминиферо-пеллетовый грейнстоун, средний карбон; в, з – фораминиферо-криноидный грейнстоун, верхний карбон; д, е – криноидно-мшанковый грейнстоун, верхний карбон; б, з – николи скрешены

грейнстоунами и реже бафлстоунами. Породы в основном сложены крупными обломками, иногда более 2 мм, багряных водорослей *Ungdarella*. Присутствуют обломки зеленых сифонокладиевых и дацикладиевых водорослей, фораминиферы, кальцесферы, обломки криноидей, реже брахиопод и мшанок. Цемент кальцитовый мозаичный. Пористость 10–15 %, местами 25 %. Поры межформенные и внутриформенные, размер пор колеблется от 0,05–0,06 до 0,2–0,7 мм.

Образование известняков проходило в мелководношельфовых условиях, т.к. места обитания багряных водорослей связаны со склонами рифов [Уилсон, 1981] и поднятий морского дна на мелководном открытом шельфе, с глубиной моря не более 25 м.

Нефтенасыщенные известняки московских отложений представлены фораминиферо-пеллетовыми грейнстоунами (рис. 3) с преобладающим детритом раковин фораминифер, имеющих гранулированную стенку, присутствуют обломки криноидей, зеленых водорослей, зерна грейнстоунов*. Некоторые обломки криноидей имеют внешние тонкие микритовые оболочки, толщиной 0,05 мм. В подчиненном количестве присутствуют зерна с оолитовой оболочкой. Местами в грейнстоунах

* Грейнстоуны – агрегированные составные зерна различной формы, состоящие из комков микрита и кальцитовых сфер [Фортунатова и др., 2005].

преобладают фузулиниды. Биокласты отличаются хорошей сортированностью. Пористость пород составляет 3–5 % и образована за счет вторичных процессов выщелачивания, размер пор составляет 0,03–0,1 мм.

В верхнекаменноугольных отложениях породы-коллекторы приурочены к зернистым, слоистым и косослоистым фораминиферо-криноидным и криноидно-мшанковым грейнстоунам (рис. 3) и грейнстоунам-рудстоунам. Среди биокластов встречены обломки брахиопод, зерен грейнстоунов, редко водорослей; отмечаются единичные спикулы иглокожих. Цемент спаритовый. Местами в породе отсутствует цемент, в этом случае зерна опираются друг на друга. Биокласты окатаны, стенки раковин фораминифер гранулированы. Довольно часто наблюдаются зерна с оолитовой оболочкой, толщина которой составляет в среднем 0,1 мм. Оолитовые зерна имеют затравочные центры в виде неопределимых обломков фауны. Некоторые обломки фауны имеют микритовые оболочки. Сортированность зерен в грейнстоунах средняя, а в рудстоунах, как правило, плохая. Пористость в породах составляет от 3–5 до 5–10 %, тип пористости – межзерновый и внутриверновый. Размер пор 0,05–0,2 мм. Местами часть порового пространства запечатана черным непрозрачным битумом, это характерно для верхней части разреза. Для верхнекаменноугольных пород отмечается тенденция увеличения количества прослоев грейнстоунов-рудстоунов и рудстоунов вверх по разрезу. Формирование средне-верхнекаменноугольных грейнстоунов происходило под воздействием волн и течений.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. На месторождении Медыньское-море в верхневизейских отложениях породы-коллекторы приурочены к доломитам и доломитизированным известнякам, сформировавшимся за счет вторичных процессов доломитизации, выщелачивания и перекристаллизации. Эти породы формировались главным образом в диагенезе в результате осушения участков мелководного шельфа. Коллекторы в средне-верхнекаменноугольных отложениях приурочены к органогенно-обломочным известнякам, грейнстоунам и рудстоунам, накопление которых происходило в фациях известковых песков края карбонатного шельфа.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что формирование пород-коллекторов продуктивных пластов связано с различными механизмами: породы пласта II+III сформированы за счет постседиментационных процессов, а наличие пористых отложений пласта I обусловлено первичными обстановками осадконакопления. Учет этих данных в литолого-фациальных моделях строения и формирования отложений каменноугольно-нижнепермского нефтегазоносного комплекса позволит наметить участки и стратиграфические уровни развития пород, обладающих коллекторскими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вендельштейн Б.Ю., Беляков М.А., Костерина Н.В., Фарманова В.А., Дзюбло А.Д. Сравнительная характеристика залежей нефти на месторождениях Варандей-море и Медыньское-море // Геофизика. 2001. № 4. С. 56–58.

Киреев П.И., Преображенская Э.Н., Зонн М.С., Вевель Я.А., Исакова Т.Н., Николаев А.И., Коссовая О.Л., Соболев Н.Н., Устрицкий В.И. Стратиграфические особенности разрезов каменноугольных и нижнепермских отложений по скважинам площади Медынь-море // Материалы международной конференции «Нефть и газ Арктического шельфа-2004». Мурманск, 2004. URL: <http://www.helion-ltd.ru/medyn-sea> (дата обращения: 23.05.2011).

Патрунов Д.К. Доломиты и доломитизация // Сер. общ. геология. М.: ВИНТИ, 1983. Т. 17. 122 с.

Постседиментационные изменения карбонатных пород и их значение для историко-геологических реконструкций. М.: Наука, 1980. 96 с.

Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / Отв. редактор В.Н.Шванов. СПб.: Недра, 1998. 352 с.

Суворова Е.Б., Преображенская Э.Н. Строение верхневизейско-серпуховского карбонатного разреза месторождения Медыньское-море, шельф Печорского моря // Вестник СПбГУ. 2009. Сер. 7. Вып. 4. С. 44–53.

Уилсон Дж. Л. Карбонатные фации в геологической истории. Пер. с англ. М.: Недра, 1980. 463 с.

Федоровский Ю.Ф. Перспективы нефтегазоносности карбонатных верхне-среднепалеозойских отложений на российском шельфе Баренцева моря: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М.: ВНИИГАЗ, 2007. 28 с.

Фортулатова Н.К., Карцева О.А., Агафонова Г.В., Офман И.П. Атлас структурных компонентов карбонатных пород. М.: ВИНТИ, 2005. 440 с.

Scholle P.A., Ulmer-Scholle D.S. A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. AAPG Memoir. Tulsa: AAPG, 2003. Vol. 77. 459 p.

E.B.SUVOROVA

LITHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF OIL-BEARING CARBONIFEROUS ROCKS FROM MEDYN-MORE OIL-FIELD, THE PECHORA SEA OFFSHORE

The objects of the investigation were oil-bearing carbonate rocks from Medyn-more oil field. The lithological study results are presented in this paper. It is obtained, that Upper Visean oil-bearing rocks are concern with secondary dolomites. Middle – Upper Carboniferous collectors are presented by grainstones and rudstones, which were deposited at limes sandstones facies on the edge of carbonate offshore.

Keywords: *Carboniferous strata, dolomites, grainstones, rudstones, Medyn-more oil-field.*