

## НАНОРАЗМЕРНЫЕ НАДМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СТРУКТУРЫ БИОГЕННОГО КАРБОНАТНОГО ПОРОДООБРАЗУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА ОРГАНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Н.А. Скибицкая, О.П. Яковлева, В.А. Кузьмин  
Институт проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН, e-mail: [yakovlevaop@mail.ru](mailto:yakovlevaop@mail.ru)

Породообразующие карбонаты, в частности карбонат кальция, представляют собой уникальную группу минералов, которые широко участвуют в биологических, физических и химических процессах практически на протяжении всего геологического времени. К настоящему времени накоплен обширнейший фактический материал, касающийся строения и ресурсного потенциала карбонатных продуктивных толщ, однако остается еще много нерешенных вопросов, связанных с закономерностями изначального формирования фациально-генетических типов органогенных, и в первую очередь наиболее распространенных рифогенных построек в различные времена, в том числе и в настоящую эпоху.

Масштабность распространения органогенных (рифогенных) нефтегазоконденсатных месторождений на Земле и их нефтегазоносность трудно переоценить. Известно, что карбонатные породы вмещают почти половину всех мировых запасов нефти и газа, а также запасы бокситов, фосфоритов, руд различных металлов и т.д., и, естественно, понимание закономерностей их формирования в карбонатных продуктивных толщах имеет весьма важное значение.

Как отмечает Э.Флюгель [1], быстрая эволюция наших представлений о карбонатных породах в середине и конце 1950-х гг. была вызвана открытием фантастически богатых углеводородами карбонатных резервуаров в различных частях мира, что обусловило интенсивное изучение современных обстановок карбонатонакопления.

Органогенные постройки известны практически во всей геологической истории Земли. В работах Жмура С.И., например в работе [2] и др., посвященных изучению формирования строматолитовых построек цианобактериальными матами, накопления, захоронения и преобразования в них органического вещества (ОВ), отмечается, что первый планетарный всплеск их развития произошел 3,5–3,0 млрд лет тому назад. Второй и наиболее мощный всплеск пришелся в докембрии на ранний протерозой (2.6–1,9 млрд

лет назад). В палеозое, с появлением всех типов организмов, присущих современным морям, цианобактериальная бентосная система вынуждена была войти во вновь появившиеся биоценозы, разраставшиеся как качественно, так и количественно.

Эволюция карбонатакопления в истории Земли детально описана в работе В.Г. Кузнецова [3]. Автор отмечает, что продуктивные рифогенные толщи известны уже с кембрия (Марковское месторождение Восточной Сибири) и очень широко распространены в более молодых отложениях. С раннего палеозоя и до настоящего времени среди органогенных построек ведущее значение приобретают именно рифы, которые с того же времени образуют практически все ныне известные их разновидности. Наряду с рифами продолжают существовать биостромы и биогермы, хотя относительная доля их резко сократилась. В девоне господствовали рифы с мощностью до тысячи метров.

Относительно нефтегазоносности карбонатных продуктивных отложений автор [3], со ссылкой на работу Дж. Муди, указывает, что средняя величина запасов углеводородов в карбонатных коллекторах в 1,35 раза выше, чем в терригенных. Ссылаясь на работу Г.А. Габриэлянца с соавторами, он отмечает, что средние запасы месторождений нефти в карбонатных отложениях примерно в 2,5 раза, а газа в 1,8 раза больше, чем в терригенных отложениях.

По поводу возможности нефтегазообразования в рифах и сопутствующих им фациях В.Г. Кузнецов в работе [4] отмечает, что, по мнению одних исследователей, основную роль в образовании нефтяных углеводородов играют прилегающие к рифам предрифовые и депрессионные отложения, а, по мнению других, нефтегазообразование происходит непосредственно в рифах за счет собственно ОВ, образующегося при захоронении организмов, строящих риф и обитающих на нем. Мы придерживаемся именно второго положения на основании полученных нами экспериментальных данных и некоторых теоретических представлений.

Даже короткое перечисление вышеназванных проблем нефтегазообразования в органогенных постройках свидетельствует об их чрезвычайной сложности ввиду их междисциплинарного характера. Ведь эти проблемы не только геологические. Еще раньше В.И. Вернадский говорил о том, что геологическая история Земли суть история биологическая. Очевидно, эта история и геодинамическая, и минералогическая, и биохимическая, и микробиологическая (связанная с живым веществом биогеоценозов,

формировавших органогенные постройки), а также и химическая, если иметь в виду химическую сторону формирования исходного биогенного карбонатного породообразующего вещества и его преобразования в геологическом времени.

Целью наших исследований было выявление и обоснование некоторых биогеохимических закономерностей формирования карбонатного породообразующего вещества в рифогенных продуктивных структурах с привлечением собственных экспериментальных данных изучения образцов карбонатных пород из различных зон и стратиграфических горизонтов Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ), а также литературных данных по древним погребенным рифогенным структурам и современным рифовым экосистемам.

Согласно классическим представлениям в геологии нефти и газа, высокая продуктивность погребенных органогенных построек определяется благоприятным сочетанием ряда факторов: наличием карбонатного, состоящего из кальцита (арагонита)  $\text{CaCO}_3$  или доломита  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  резервуара (ловушки) с высокими коллекторскими свойствами (большим пустотным пространством), часто возникающими уже в период формирования рифового комплекса, надежной покрывки и, наконец, высокобитуминозных отложений относительно глубоководных депрессионных фаций с высоким содержанием (до 7%) органического вещества, формирующихся преимущественно планктоном и являющихся генераторами углеводородов [4, 5]. Из депрессионных фаций углеводороды мигрируют и аккумулируются в пустотных объемах органогенной (рифогенной) постройки. При этом детально изучается только коллекторский потенциал карбонатных толщ, т.е. процессы формирования и сохранения пустотного емкостного пространства (пор, каверн, трещин) в карбонатных толщах различного состава и генезиса. Наличие нефтегазопроизводящего ОВ в собственно рифогенных (биогермных) постройках если и признается, то в минимальных количествах, т.е. практически оно отрицается.

Объектами наших исследований в течение многих лет являются образцы карбонатных пород (керновый материал), а также насыщающие их углеводородные и неуглеводородные (высокомолекулярные) соединения ОНГКМ. Результаты многолетних комплексных экспериментальных исследований карбонатных пород заставили нас по-новому, с учетом положений теории самоорганизации и последних достижений геологии, биологии, микробиологии, биохимии и других естественных наук, посмотреть на

проблему формирования и эволюции в геологическом времени биогенного карбонатного породообразующего вещества залежей углеводородов.

Нами проведены многочисленные комплексные (петрофизические, микроскопические, геохимические и др.) исследования образцов карбонатных пород (карбонатного породообразующего вещества) из различных зон и стратиграфических горизонтов ОНГКМ. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что карбонатное вещество залежей углеводородов обладает рядом ранее не известных оригинальных свойств, указывающих на то, что оно не является чистым карбонатом кальция или доломитом, а имеет достаточно сложное строение и состав.

Научной базой для постановки задачи исследований на начальном этапе работ в данном направлении были установленные и экспериментально подтвержденные нами при изучении представительной коллекции образцов карбонатных пород факты нахождения карбонатного породообразующего вещества в определенных зонах залежей углеводородов в особом, метастабильном, набухшем – в низкомолекулярных углеводородах (газе, конденсате) и, возможно, воде – коллоидном студнеобразном состоянии.

Так, на некоторых снимках в растровом электронном микроскопе «Хитачи S-800», например, как показано на рис. 1, структура образцов имеет глобулярные образования в набухшем состоянии. Вместе с тем, структура вещества выглядит как полимерная (многомерная, достаточно упорядоченная, глобулярная), характерная и известная для органических полимеров.

На рис. 2 приведено электронно-микроскопическое изображение образца карбонатной породы (известняка), на котором в масштабе 10 мкм видны кристаллические образования, как будто покрытые сверху пленкой, возможно, органической. Внутри кристаллов в масштабе 1 мкм наблюдаются некие образования, похожие на глобулы, находящиеся в коллоидном состоянии.

Нахождение в пласте образцов карбонатной породы в набухшем в углеводородах коллоидном состоянии показалось нам чрезвычайно интересным, поскольку из литературы известно, что свойство набухать в различных растворителях характерно для органических полимеров с различной степенью сшивки [6].

Набухание – это процесс поглощения, или сорбции, низкомолекулярных жидкостей (или их паров) полимером, сопровождающийся увеличением объема образца. И этот процесс принципиально отличается от процессов физической

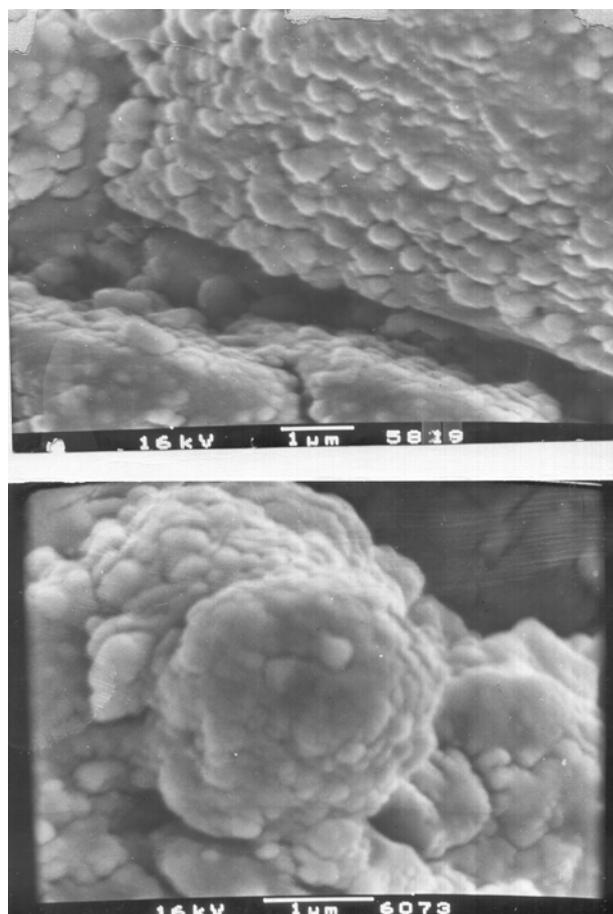


Рис. 1. Полимерная глобулярная структура образца карбонатной породы в коллоидном состоянии. ОНГКМ. Part. Масштаб 1 мкм

адсорбции, происходящей на внешней или внутренней поверхности известных минеральных адсорбентов, и от процессов растворения в их микропорах паров или газов, которые, как правило, не сопровождаются существенным изменением структуры и объема сорбента. При набухании полимера молекулы низкомолекулярной жидкости (или ее пара) проникают между элементами структуры полимера, вызывая межструктурное набухание, или внутрь структур, раздвигая макромолекулы (внутриструктурное набухание). Следовательно, процесс набухания – это сорбция (поглощение) низкомолекулярного вещества полимером, сопровождающаяся увеличением его массы, объема и изменением структуры [6].

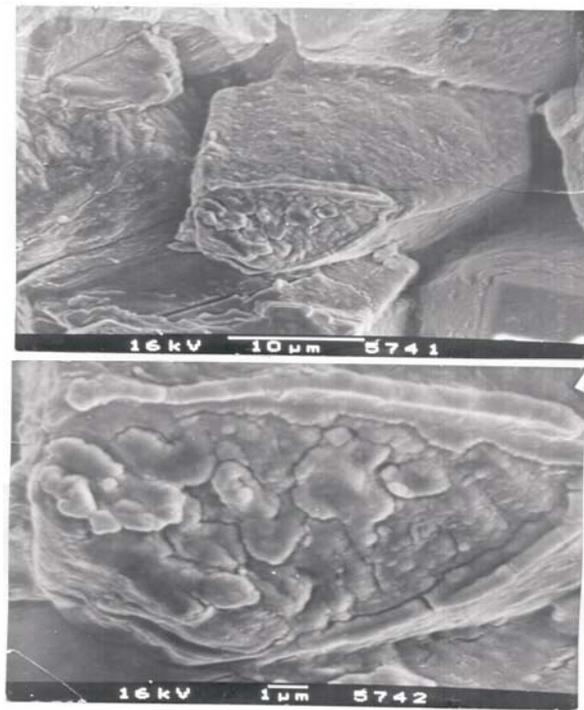


Рис. 2. Полимерная коллоидно-кристаллическая структура карбонатных зерен в образце известняка. ОНГКМ. Р<sub>1</sub> art. Масштаб вверху 10 мкм, внизу – 1 мкм

Действительно, полимерная природа карбонатного породообразующего вещества месторождений углеводородов была подтверждена нами экспериментально способностью его набухать в углеводородах (свойством, характерным для органических полимеров с различной степенью сшивки). С этой целью были проведены опыты по набуханию образцов карбонатных пород при взаимодействии с углеводородными флюидами (дизельным топливом и гептаном). В качестве примера на рис. 3. приведена микрофотография образца карбонатной породы, набухшего в дизельном топливе в течение 60 дней. Процесс набухания во времени зерен карбонатных пород в углеводородах (дизельном топливе, гептане) изучался седиментационным способом в условиях комнатной температуры и атмосферного давления до состояния предельного набухания – выхода на асимптоту кинетических кривых набухания

Анализ полученных экспериментальных данных процесса набухания в углеводородах зерен карбонатных пород Оренбургского НГКМ (скважины № 321, 333, 352) показал, что для карбонатных пород с различной степенью преобразованности вещества характер набухания изменяется от ограниченного набухания, сопровождающегося липким прозрачным состоянием зерен, вплоть до частичного

растворения. При этом ограниченное набухание сопровождается существенным ростом объема (увеличением их среднего радиуса  $r_{cp}$  в 1,5 – 4 раза) и массы зерен образца [7].

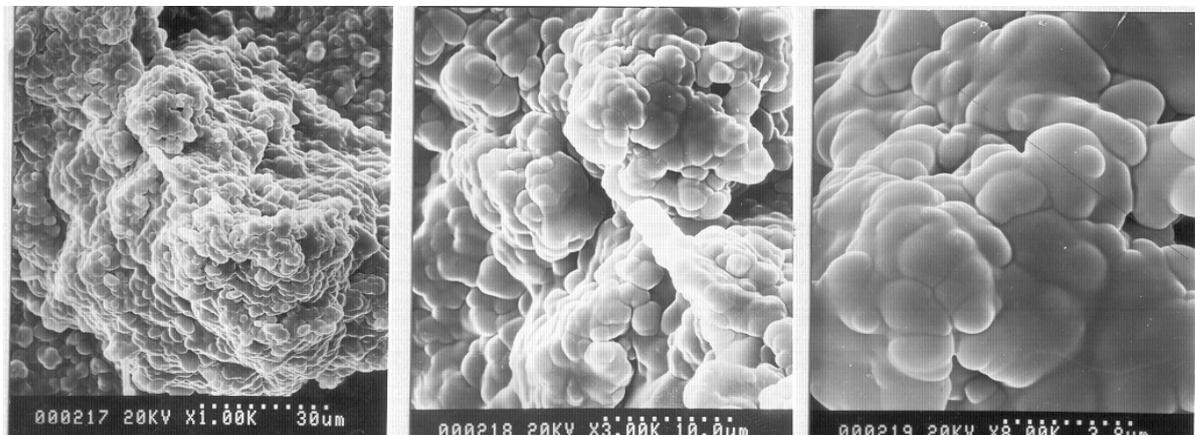


Рис. 3. Набухание образца карбонатной породы (в 5,5 раз) в дизельном топливе. ОНГКМ, известняк, P<sub>1</sub> art. Увеличения в ряду слева направо 1, 3 и 8 тыс. раз соответственно

Далее нами исследовались фазовое состояние карбонатного породообразующего вещества и структура порового пространства пород в растровых электронных микроскопах (РЭМ) высокого разрешения «Хитачи S-800», а также «LEO SUPRA 50 VP» с энергодисперсионным анализатором, с полевой эмиссионной пушкой и с разрешением менее 1 нм.

В результате изучения образцов пород в РЭМ высокого разрешения «Хитачи S-800» было установлено, что карбонатное породообразующее вещество находится в отдельных зонах залежи в различных фазовых состояниях – от коллоидного до кристаллического, но во всех случаях для отдельных элементов на молекулярном уровне оно имеет глобулярную (и фибриллярную) надмолекулярную структуру. В качестве примера приведем структуры образцов известняка (карбонатного зерна) ОНГКМ, отобранных из отложений карбона (микрофотографии на рис. 4). На рис. 4 при увеличениях в РЭМ в 30, 60 и 100 тыс. раз отчетливо видны надмолекулярные глобулярные структуры упорядоченной полимерной матрицы.

В РЭМ нового поколения «LEO SUPRA 50 VP» высокого разрешения полимерное глобулярное строение карбонатного зерна было подтверждено. На рис. 5 при увеличении

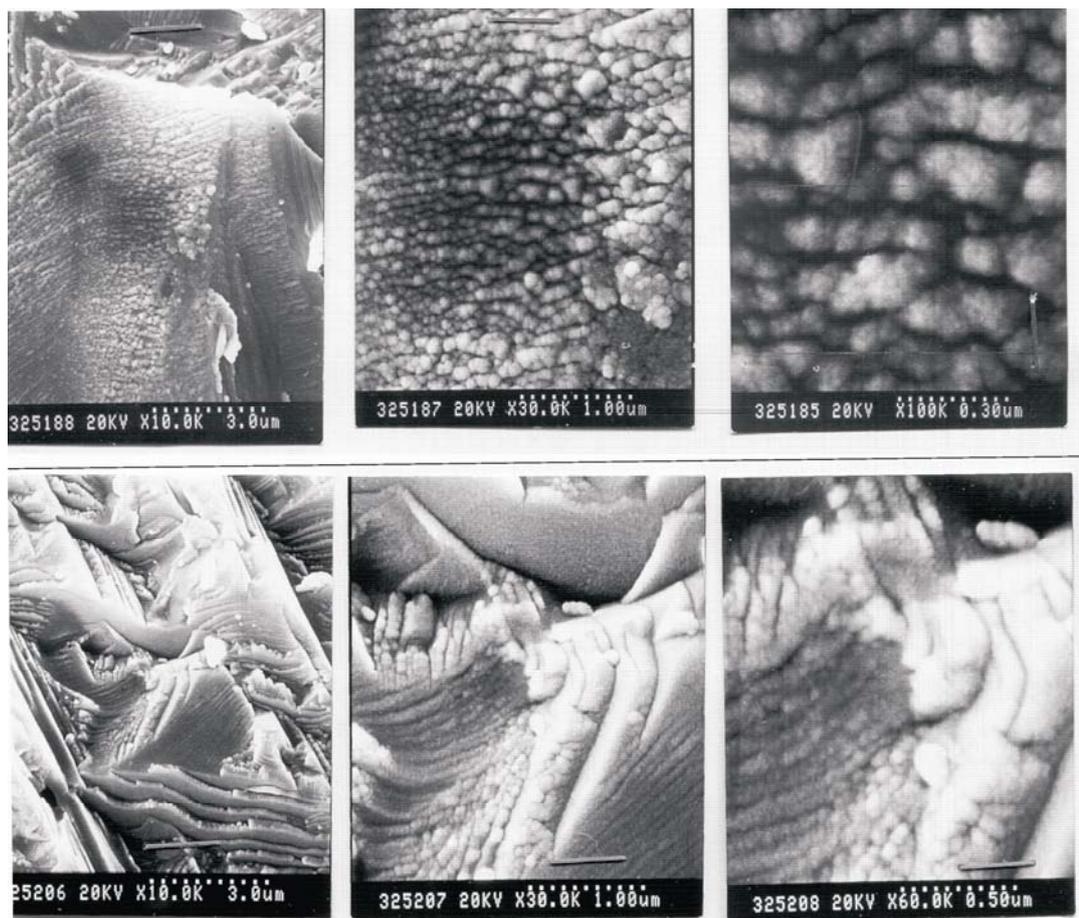


Рис. 4. Полимерные глобулярные структуры карбонатных зерен в образцах карбонатной породы из продуктивных газонасыщенных отложений  $C_3$  ОНГКМ.

Увеличения в верхнем ряду слева направо 10, 30 и 100 тыс. раз, в нижнем ряду – 10, 30 и 60 тыс.раз соответственно

300 тыс. раз видны упорядоченные надмолекулярные (глобулярные) микроструктуры карбонатных зерен нанометрового размера, свидетельствующие о полимерном строении карбонатного породообразующего вещества. Подобные глобулярные нанометровые микроструктуры характерны для органических блок-сополимеров [8] и битумов [9] и др.

Кроме того, в результате изучения образцов пород в РЭМ «LEO SUPRA 50 VP» с энергодисперсионным анализатором элементного состава установлены значительные превышения содержаний углерода и кислорода, а также значительное уменьшение содержания кальция в кристаллах породы, которые визуальнo имеют форму кальцита (рис. 6).

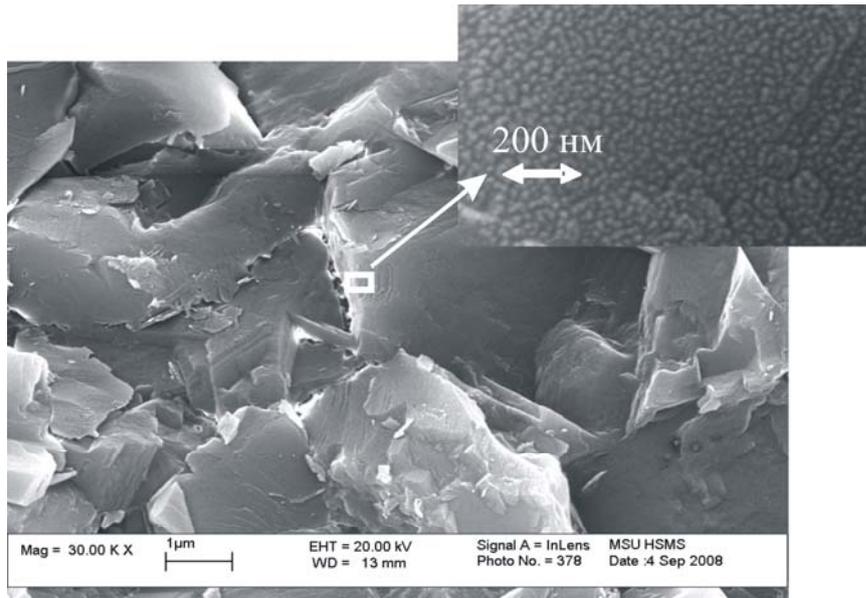


Рис. 5. Глобулярная структура карбонатных зерен. Увеличение основного рисунка 30 тыс. раз, масштаб 1 мкм. Вверху справа увеличение части рисунка 300 тыс. раз, масштаб 200 нм. ОНГКМ, известняк

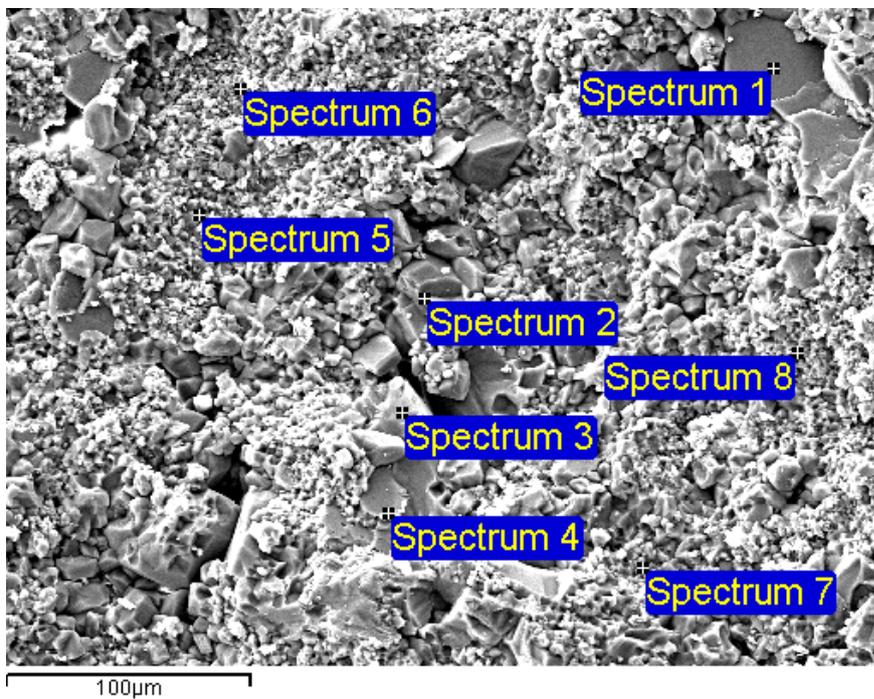


Рис. 6. Микростроение образца карбонатной породы (масштаб 100 мкм) и точки зондирования

Эти кристаллы содержат в основном Са, С и О, и их можно было бы принять за чистый карбонат кальция –  $\text{CaCO}_3$ , однако в изучаемых образцах содержание углерода составляет в среднем 23,34% атомных, содержание кислорода составляет в среднем 59,37% атомных, максимально 63,55% атомных, а содержание Са составляет в среднем 16,88% атомных, а в некоторых образцах менее 10% атомных (Таблица 1).

**Таблица 1**

**Результаты элементного анализа образцов карбонатной породы ОНГКМ, имеющих кристаллографическую форму кальцита. \*Все результаты в атомных %**

Спектры	С*	О*	Na*	Mg*	Si*	Ca*
Спектр 1	24.82	61.58	0.00	0.25	0.00	13.35
Спектр 2	26.60	63.55	0.00	0.21	0.00	9.64
Спектр 3	18.56	51.86	0.00	0.38	0.06	29.14
Спектр 4	27.62	62.33	0.00	0.04	0.03	9.97
Спектр 5	23.08	61.90	0.70	0.22	0.00	14.10
Спектр 6	27.97	63.47	0.00	0.12	0.00	8.44
Спектр 7	14.70	50.90	0.06	0.20	0.59	33.54
Среднее значение	23.34	59.37	0.11	0.20	0.10	16.88

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют не только о необычном полимерном строении карбонатного породообразующего вещества, аналогичном строению органических полимеров и битумов, но и, кроме того, о содержании в нем больше углерода и кислорода и меньше кальция, чем в стехиометрической формуле карбоната кальция. Из этих данных следует, что это полимерное вещество содержит в своем составе не только карбонат Са, но и некоторую органическую составляющую.

Экспериментально установленные в РЭМ высокого разрешения факты глобулярного и фибриллярного строения карбонатного породообразующего вещества, а также способность карбонатного породообразующего вещества ограниченно набухать в углеводородах по типу в различной степени сшитых органических полимеров и многие другие экспериментальные данные убедительно показали, что карбонатная порода является полимером, причем полимером достаточно сложного строения, имеющим не только неорганическую (как можно было полагать), но и органическую природу.

Все вышеперечисленные и другие необычные, установленные нами экспериментально свойства карбонатного породообразующего вещества рифогенных

продуктивных построек могут быть обусловлены тем, что оно является биогенным образованием, созданным живым веществом рифового биогеоценоза в процессе его роста и захоронения (в седиментогенезе и диагенезе). Нанообъектами при этом могут быть основные биологические, физические и химические системы – клетки, мембраны, домены, кластеры. В состав его наночастиц входит не только карбонат Са, но и органическая составляющая, в которой изначально заложены все основные структурные характеристики будущих углеводородов нефти алифатического, нафтенового и ароматического характера, а также различные органические (элементоорганические) соединения, содержащие кислород, серу, азот, фосфор, кремний. Эти химические соединения могут быть образованы на основе продуктов метаболизма живого вещества или синтезированы живым веществом в процессе роста организмов и входят в их состав (клетки, мембраны и др.), а затем освобождаются после их отмирания в результате деструкции биополимеров.

На основе полученных экспериментальных данных, литературных источников и некоторых теоретических положений мы пришли к выводу, что традиционный взгляд на залежь углеводородов в рифогенных карбонатных продуктивных толщах только как на ловушку, состоящую из карбоната кальция и доломита и аккумулирующую углеводородное сырье, а также некоторые другие полезные ископаемые извне, чрезвычайно сужает и упрощает круг сложнейших проблем, связанных с образованием углеводородного и неуглеводородного сырья в карбонатных продуктивных толщах. Карбонатные продуктивные толщи изначально сложены биогенным минерально-органическим породообразующим полимером, имеющим высокий нефтегазо- и рудогенерационный потенциал.

Высокая биологическая продуктивность и известные концентрационные и каталитические свойства живого вещества, особенно характерные и отмеченные многими исследователями именно для морских организмов (в том числе для всех многочисленных морских организмов, живущих в составе рифовой экосистемы), аэробных и анаэробных бактериальных сообществ, продукты их жизнедеятельности, а также продукты деструкции биополимеров, образующиеся после отмирания живого вещества. Все названные компоненты обуславливают формирование в седиментогенезе и раннем диагенезе во всем объеме рифогенного полифазического комплекса карбонатного, мозаично построенного, поликомпонентного породообразующего минерально-органического полимера с высоким

комплексным генерационным потенциалом. При этом органической составляющей принадлежит ведущая роль в эволюционных преобразованиях этого природного минерально-органического полимера (МОП).

Мы полагаем, что создание комплексного генерационного потенциала происходит не только за счет ОВ депрессионных фаций рифогенных построек (и уж тем более не из рассеянного ОВ – достаточно абстрактного понятия и еще более абстрактного его местонахождения), но и за счет накопления органической (элементоорганической) составляющей в концентрированном виде в порообразующем полифациальном рифогенном МОП в процессе роста и захоронения рифа. Химический состав органической составляющей определяется мощной массообразующей (концентрационной, каталитической и др.) и продолжительной деятельностью бактериальных сообществ, живущих во всех фациях рифа, и, особенно, анаэробных бактерий в глубоководном иловом концентрате (мобилизате, если иметь в виду его подвижность), захоранивающим риф, в том числе и его пустотные объемы.

Полимерные нанообъекты имеют свою специфику, не характерную для неорганических наночастиц. Если неорганические системы образуются из однотипных атомов и небольших молекул, то полимерные строятся из макромолекул, которые сами попадают под определение нанообъектов. Макромолекулы могут существенно отличаться по размеру, поэтому их характеризуют функцией распределения размера (молекулярной массы), и для них характерен изомерный эффект, связанный с различной конформацией молекул – расположением радикалов в пространстве при одинаковом химическом составе. Сами макромолекулы образованы из нескольких типов атомов, что делает их сложными образованиями. Все перечисленное приводит к значительному разнообразию вариантов структуры полимеров, многовариантности строения полимерных нанообъектов и, соответственно, их свойств. Химические связи как внутри исходных макромолекул, так и между макромолекулами в составе полимера носят различный характер [ 6 ].

Все реальные тела, как известно, содержат большее или меньшее число искажений строгого порядка в виде так называемых дислокаций, дефектов различного вида и т. п. В полимерах отклонения от строгой упорядоченности могут быть связаны как с нарушениями строгой регулярности строения цепи, так и с тем, что связанность атомов в единую длинную цепь препятствует их свободной диффузии, необходимой для

образования идеального кристалла. Поэтому в полимерах всегда чередуются области большего и меньшего порядка. Эти области нельзя отделить друг от друга, так как в них входят одни и те же цепи. Следовательно, эти области не образуют отдельных фаз, и всю структуру кристаллического полимера можно рассматривать как дефектный кристалл или как сложное сочетание кристаллических и аморфных участков различной степени упорядоченности.

Как представляется, упорядоченная биогенная минерально-органическая матрица породообразующего рифогенного полимера изначально формируется в фациях рифовой постройки за счет различных природных механизмов самоорганизации молекул и макромолекул:

а) известного процесса биоминерализации при росте тела (ядра) коралла и других живущих в рифовой постройке карбонат- и кремнийфиксирующих организмов на полифункциональной полимерной органической матрице [10] и др.;

б) самоорганизации в бислои (геобиохимические, подобные биологическим, мембраны) и дальнейшее упорядочение в кластеры (домены) дифильных липидных и белковых компонентов, как это описано в [11] и др., в составе глубоководного гумусово-сапропелевого, сформированного анаэробными бактериальными сообществами самого рифового биогеоценоза, ила, который захоранивает собственно рифовую постройку, а также мигрирует в пустотные объемы рифовой постройки как в область разгрузки при его уплотнении и является питательным бульоном для живущих там бактерий-цементаторов [12] и др.

В то же время следует признать, что изучаемые нами биогенные минерально-органические наноминеральные образования являются на самом деле доминеральными формами организации породообразующего вещества (протоминералами), поскольку содержат органическую составляющую.

Организованная в диагенезе высокочувствительная природная минерально-органическая полимерная система (нанобиокомпозит) в процессе многостадийных физико-химических и фазовых превращений органической составляющей формирует углеводороды газового и нефтяного рядов с параллельным образованием и сбрасыванием аутигенных минералов, в частности кальцита, и формированием новых породных литотипов.

Безусловно, изучаемое нами сегодня карбонатное породообразующее вещество (его минерально-органическая матрица) является в разных зонах месторождения в разной степени измененным в геологическом времени в процессе эволюционных преобразований, по сравнению с его начальным состоянием. Поэтому, как мы отмечали ранее, залежь углеводородов представляет собой открытую метастабильную пространственно-временную геологическую систему, состоящую в объеме из множества подсистем, породообразующее вещество которых находится на различных стадиях эволюции [13].

На основе анализа всего комплекса полученных нами экспериментальных данных исследований образцов карбонатных пород (карбонатного породообразующего вещества) месторождений углеводородов, сформированных в погребенных рифах (биогермах), насыщающих их углеводородных и неуглеводородных компонентов, а также анализа литературных источников мы пришли к выводу, что рифогенные продуктивные постройки являются не только гигантскими аккумуляторами (ловушками) углеводородов и других полезных ископаемых (как традиционно принято считать), но и источниками их образования изначально. По сути, они являются природными реакторами, заполненными неорганическим веществом (в основном карбонатом кальция или доломитом) и органическим (элементоорганическим) веществом не в рассеянном, а в концентрированном виде во всем объеме органогенных (биогермных, рифогенных) построек.

Признание ведущей роли живого вещества рифовой экологической системы в формировании МОП может раскрыть ряд важных обстоятельств для выяснения причин высокой продуктивности рифогенных толщ.

Во-первых, мы получаем ключ для объяснения возможностей захоронения ОВ в органогенных (рифогенных) постройках в концентрированном виде. И дело не только в том, что рифовая экосистема – одна из самых продуктивных в морских акваториях (как на мелководных шельфах, так и в глубоководных условиях), но и в том, что она максимально приспособлена для захоронения вырабатываемой ею же биомассы. Эту приспособленность определяют: изначально придонное расположение рифового колониального сообщества и, соответственно, рифогенной постройки; прижизненная и посмертная литификация в объеме рифовой постройки продуктов метаболизма всех организмов, входящих в состав рифового биогеоценоза, и их самих после отмирания (биополимеров в мягких и скелетных тканях); заполнение пустотных объемов рифогенной

постройки при ее погружении в относительно глубоководные условия гумусо-сапропелевыми илами (иловыми концентратами, сформированными в седиментогенезе в процессе роста (жизнедеятельности) рифа) и их цементация бактериями-цементаторами; захоронение собственно рифовой постройки гумусо-сапропелевыми илами, содержащими липидные компоненты, и их последующая самосборка в липидные бислои и полимеризация.

Во-вторых, указанные выше положения дают возможность с определенной долей уверенности определять различные фациальные зоны рифа – зоны накопления ОВ и, соответственно, области создания МОП. В каждой фации рифа в процессе роста, жизнедеятельности и последующего его захоронения формируется карбонатно-органический полимер определенного строения и состава. В рамках настоящей статьи невозможно детально рассказать обо всех процессах формирования фаций рифа и создания живым веществом неоднородного по составу и строению карбонатно-органического полимера рифогенной постройки.

Проблемы нефтегазообразования в органогенных постройках напрямую связаны с вопросами осадочного породо- и минералообразования, с вопросами мобилизации исходных органических и неорганических (минеральных) соединений, формирования в седиментогенезе и раннем диагенезе каркасных скелетных образований и осадочных иловых концентратов вплоть до их преобразования в породообразующее вещество и далее в полезные ископаемые. Накопленные фактические данные о необычных свойствах карбонатного породообразующего вещества месторождений углеводородов требуют иного взгляда, иного подхода к проблеме формирования ресурсного потенциала месторождений в рифогенных продуктивных постройках, проблеме участия изначально созданного живым веществом минерально-органического породообразующего вещества месторождений в фазовых превращениях, физико-химических и химических преобразованиях.

Необходимо оставить в прошлом отношение к изначально сформированной живым веществом карбонатной органогенной постройке как к емкости для газа, конденсата, нефти и воды и рассматривать ее как продуктивную сложную метастабильную самоорганизующуюся систему, состоящую из суммы малых подсистем, соответствующих фациально-генетическим природным образованиям. В каждой из этих подсистем карбонатное полимерное минерально-органическое породообразующее

вещество в настоящее время находится на определенной стадии своего эволюционного преобразования, имеет свои скорости фазовых превращений и реакций, свои пространственно-временные соотношения [14].

На основании результатов большого объема выполненных нами исследований, которые мы представляем в настоящем сообщении очень коротко, можно сделать следующие выводы.

- 1). Карбонатное породообразующее вещество органогенных месторождений углеводородов, изначально сформированное в седиментогенезе и раннем диагенезе живым веществом рифового и других биогеоценозов, обладает рядом оригинальных, ранее неизвестных свойств: имеет для отдельных элементов глобулярные (фибриллярные) структуры, набухает в углеводородах и др. Оно сформировано не чистым карбонатом кальция, а имеет сложный состав, включающий органическую (элементоорганическую) составляющую, и является минерально-органическим полимером.
- 2). В органогенных (рифогенных, биогермных и др.) полифациальных постройках в процессе их роста и захоронения, представляющих собой с химической точки зрения породообразующий минерально-органический полимер, формируется мощный комплексный нефтегазогенерационный и рудный потенциал в составе органической (элементоорганической) составляющей полимера.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Flugel E. *Microfacies of carbonate rocks. Analysis, Interpretation and Application.* Berlin. etc.: Springer-Verlag, 2004. 976 p.
2. Жмур С.И. Источник углерода и условия накопления морских горюче- и черносланцевых толщ // Углеродсодержащие формации в геологической истории: Тр. Междунар. симпоз. Петрозаводск, 1998. С. 11-15.
3. Кузнецов В.Г. Эволюция карбонатонакопления в истории Земли. М.: ГЕОС, 2003.
4. Кузнецов В.Г. Геология рифов и их нефтегазоносность. М.: Недра, 1978.
5. Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. М., 1999. 285 с.
6. Тагер А.А. Физико–химия полимеров. М.: Научный мир, 2007.
7. Скибицкая Н.А., Яковлева О.П., Григорьев Г.А., Доманова Е.Г., Ингерова Т.В., Кузьмин В.А. Новые представления о породообразующем карбонатном веществе

- (геобиополимере) залежей углеводородов. // *Фундаментальные проблемы нефти и газа*: Тр. Всерос. конф. М., 1996. Т. 4. С. 48-63.
8. *Нанотехнологии. Азбука для всех* / Под. Ред. Ю.Д. Третьякова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
  9. 9. Голубев Е.А., Ковалева О.В. Надмолекулярная микро- и наноструктурная упорядоченность в твердых углеродистых веществах // *Наноминералогия. Ультра- и микродисперсное состояние минерального вещества*. СПб.: Наука, 2005. С.232-247.
  10. Голубев С.Н. Живые кристаллы // *Природа*. 1989. №3. С. 13-21.
  11. Ковальчук М.В., Клечковская В.В., Фейгин Л.А. Молекулярный конструктор Ленгмюра-Блоджетт // *Природа*. 2003. № 11. С. 11-19.
  12. Дмитриевский А.Н., Скибицкая Н.А., Яковлева О.П., Кузьмин В.А., Зекель Л.А., Прибылов А.А. Увеличение ресурсного потенциала газоконденсатных месторождений за счет высокомолекулярного сырья («матричной нефти») // *Фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа и развития нефтегазового комплекса России*. М.: ГЕОС, 2007. С. 360-377.
  13. Скибицкая Н.А., Яковлева О.П. Эволюция карбонатного вещества месторождений углеводородов // *Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности*. М.: Наука, 2000. С.142-147.
  14. Скибицкая Н.А., Яковлева О.П., Григорьев Г.А., Доманова Е.Г., Ингерова Т.В., Кузьмин В.А. Новые представления о породообразующем карбонатном веществе залежей углеводородов // *Геология нефти и газа*. 1997. № 12. С. 13-19.