

Текстурно-структурные особенности строения и закономерности пространственного распределения карбонатных пород-коллекторов задонского и елецкого возраста Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции

А.В. Постников, О.В. Постникова, Е.Т. Казимиров
 РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Карбонатные породы-коллекторы Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции характеризуются смешанным типом пористости и сложной организацией пустотного пространства. В связи с увеличением доли трудноизвлекаемых запасов, приуроченных к сложнопостроенным карбонатным коллекторам, также возрастают требования к методологии изучения залежей, фильтрационно-ёмкостных свойств данных коллекторов, к качеству и достоверности подсчёта запасов нефти в них, к точности геологических моделей. Залежи нефти и газа, связанные со сложнопостроенными карбонатными коллекторами, требуют специальных подходов и методик в отношении их изучения, оценки параметров и запасов. Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами осложнена такими факторами, как неоднородность карбонатных комплексов, неоднозначность типов и свойств коллекторов в пределах резервуара, неразрешённость вопросов оценки параметров трещиноватости и кавернозности.

В работе выявлены и охарактеризованы формы организации пустотного пространства задонских и елецких карбонатных природных резервуаров на Лайском вале, Колвинском мегавале и Хорейверской впадине Тимано-Печорской провинции на основе результатов комплексного литолого-петрофизического анализа.

Решена важная научная задача, которая имеет практическое значение - подробно изучены и описаны микробиальные разновидности карбонатных отложений, показаны процессы образования различных типов пустотного пространства в разных группах микробиалитов. Показаны соотношения и генетическая обусловленность типов пустотного пространства и качества коллекторов в различных типах микробиалитов и их связь с фациями и элементами циклитов.

В исследуемых отложениях выделены две главные породные ассоциации. Первая приурочена к развитию водорослевых каркасных построек, вторая – к развитию тромболитовых. Водорослевые каркасные постройки широко развиты в пределах исследуемых отложений на Садагинской ступени и Колвинского мегавала. Тромболитовые наиболее характерны для отложений Лайского вала (таблица 1).

Таблица 1. Распространенность литотипов в исследуемых фаменских отложениях

Площадь/Литотип	Известняки водорослевые	Известняки тромболитовые	Известняки сферово-водорослевые	Известняки водорослево-строматопоровые	Известняки желваковые	Известняки граноморфные	Известняки строматолитовые слоистые	Известняки строматолитово-ступковые слоистые	Известняки узловато-слоистые
Лайский вал (D3zd)									
1	++	+++	++	-	+	+	++	-	+
Колвинский мегавал (D3zd)									
2	+++	-	++	-	++	++	+	-	++
Садагинская ступень (D3el)									
3	+++	+	+	++	+	++	+	++	+
4	+++	-	+	++	+	-	+	++	+
5	++	++	+	+	++	++	+	++	+
6	+	++	+++	+?	+	+	+++	-?	+
7	++	++	++	+	+	++	+	++	+
8	+++	-?	+	+	+	++	+	++	+
9	+++	-	-?	+	+	+	+	++	+
10	+++	+	++	+	+	+	++	+	+
11	+++	-	+?	+	++	++	++	++	+
12	+++	-	-?	+	+	++	-	+	+

В целом, выделяется 5 типов органогенных форм: тромболитовая, водорослевая, водорослево-строматопоровая, строматолитовая слоистая и сферово-водорослевая. Межкаркасное пространство,

при наличии, в биогермных породах сложено сгустковым, комковатым и интракластовым карбонатным материалом.

Пустотное пространство пород-коллекторов исследуемых отложений зависит в первую очередь от факторов седиментации: типов сформировавшихся каркасов, заполнителя и их соотношения друг с другом, предопределивших текстуру пустотного пространства. В дальнейшем, процессы диагенеза и, в основном, гипергенеза, протекавшие в пределах первичного пустотного пространства, обусловили его конечный облик.

Отдельным фактором выделяется трещинообразование в породах, приуроченное к тектоническим процессам и геомеханическим свойствам литотипов.

В результате проведенных исследований удалось выполнить корреляцию имеющихся разрезов, определить главенствующие в них литотипы и закономерности их распространения. Установлено, что в рифовых лито-фациальных обстановках могут развиваться биогермные тромболитовые известняки, в зарифовых - преимущественно биогермные водорослевые известняки.

Рифовые массивы задонского возраста на Лайском вале принципиально отличаются от массивов елецкого возраста на Садагинской ступени, как эволюционно, так и литологически. Отложения задонского возраста в пределах рифовых барьеров спорадически выводились выше уровня моря, что обусловило в них процессы интенсивной доломитизации, сульфатизации и выщелачивания. Подобных процессов, кроме выщелачивания, в отложениях Садагинской ступени не обнаружено, что может говорить об изменении солености бассейна на границе задонского и елецкого времени.

Строматопоровые сообщества не были развиты в задонское время в пределах Колвинского мегавала и Лайского вала и имели крайне ограниченное развитие в пределах Садагинской ступени в елецкое время.

Биогермные водорослевые известняки, хоть и обладают неравномерной текстурой (рис. 1), однако в масштабе литофациальных зон могут являться однородными геологическими телами с заданными свойствами, зависящими в основном от структурных особенностей заполнителя, текстурной формы каркаса и наложенных вторичных процессов.

Биогермные тромболитовые известняки развиваются с построением сложных форм (рис. 2), могут неравномерно разрастаться в пространстве с образованием амплитудных пач-рифов, усложняя как текстуру пустотного пространства в масштабах зерна, так и организацию коллекторских толщ в пространстве.

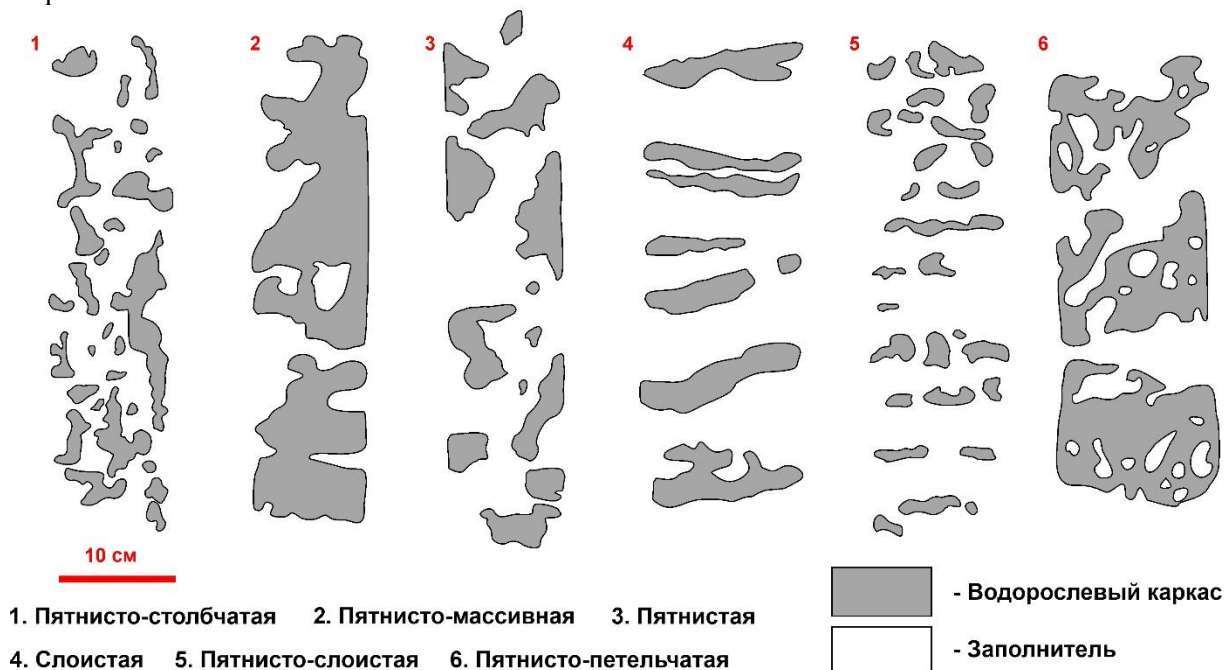


Рис. 1. – Основные типы текстур водорослевых каркасов.

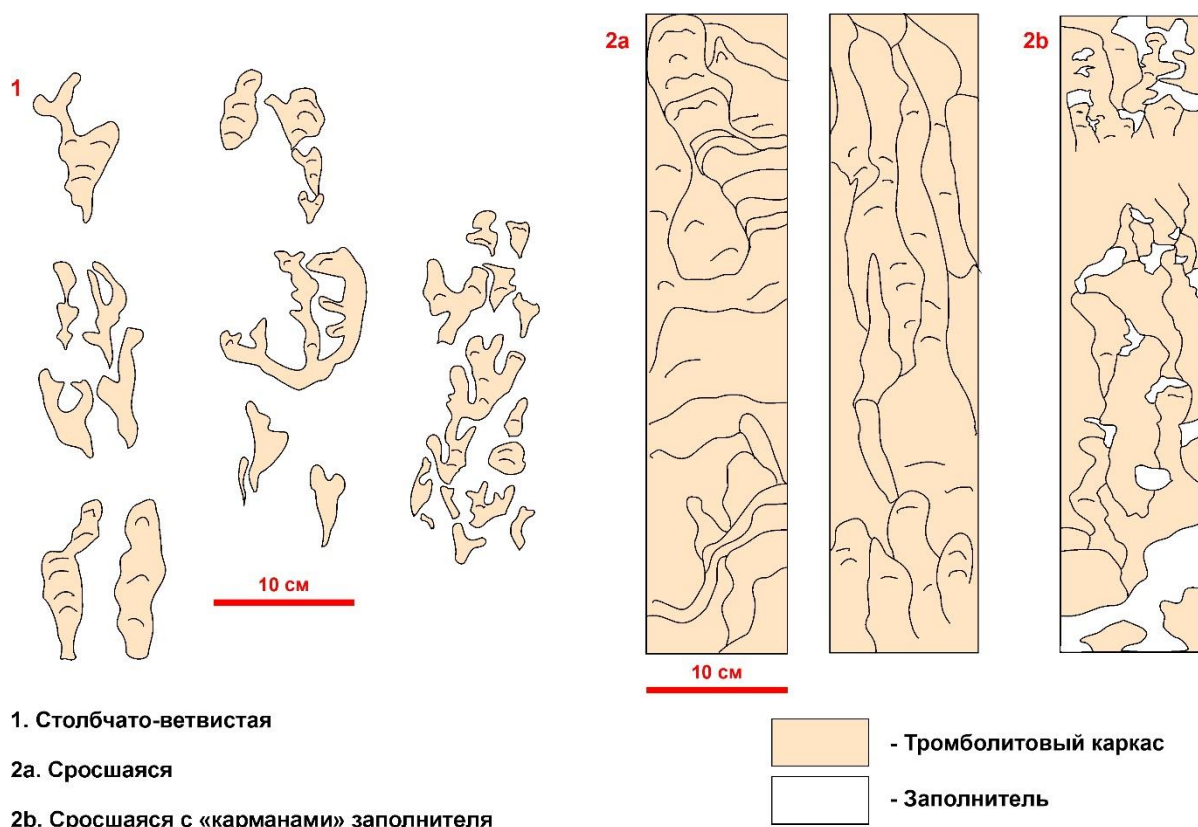


Рис. 2. – Основные типы текстур тромболитовых каркасов.

В свою очередь, в зависимости от положения уровня моря и гидродинамики среды, тромболитовые и водорослевые каркасные постройки принимают конкретную, устойчивую для данной среды форму и подвергаются вторичным процессам. В связи с этим, в разрезах наблюдается закономерное увеличение пустотного пространства в пределах регрессивных частей циклитов.

В тромболитовых породных ассоциациях вдоль регрессии наблюдается изменение структурных форм с уплотненной, сросшейся, на обособленные столбчатые и ветвистые с включениями межкаркасного заполнителя. Плотные формы в том числе могут подвергаться процессам трещинообразования, за счет большей хрупкости по сравнению с мелкими и обособленными формами в массе заполнителя. Тромболитовые известняки с ветвистыми формами могут иметь сходные характеристики пустотного пространства с водорослевыми и граноморфными известняками.

Вместе с тем, отмечено, что процессы выщелачивания наиболее активно происходят на контактах плотных каркасных форм и пористого заполнителя, это, по-видимому, связано со степенью изрезанности поверхности стенок каркаса, и их близости друг к другу. Чем выше изрезанность поверхности стенки каркасных форм и чем ближе они расположены друг у другу, тем существеннее растворение заполнителя между ними, что приводит к локализации кавернообразования при выщелачивании и усложняет текстуру пустотного пространства.

Для коллекторов в разных литолого-фациальных зонах строение различное:

В мелководных обстановках задонских рифов:

- Накопление порово-каверновых столбчато-ветвистых тромболитов;
- Высокие значения пористости и проницаемости;
- Связность коллекторов по вертикали (массивные залежи).

В погруженных обстановках задонских рифов:

- Накопление каверновых сросшихся тромболитов;
- Низкие и средние значения пористости и проницаемости;
- Возможна связность коллекторов по вертикали (массивные и многопластовые залежи).

На зарифовом склоне:

- Накопление порово-каверновых водорослевых известняков и граноморфных известняков;

- Средние значения пористости и проницаемости;
- Возможна связность коллекторов по вертикали (массивные и многопластовые залежи).

В обстановках зарифовых лагун:

- Накопление порово-микропористых водорослевых известняков;
- Преимущественно низкие значения пористости и проницаемости;
- Коллекторы расчленены покрышками (многопластовые залежи).

В мелководных обстановках элецких рифов:

- Накопление порово-каверновых водорослевых, граноморфных и столбчато-ветвистых тромболитовых известняков;
- Преимущественно высокие значения пористости и проницаемости;
- Коллекторы связаны по вертикали (массивные залежи).

Таким образом, организация пустотного пространства исследуемых карбонатных природных резервуаров Тимано-Печорской провинции имеет иерархическую структуру, состоящую из структурного, текстурного, литолого-фациального и цикло-стратиграфического уровней, которая главным образом обусловлена пятью типами органогенных форм, свойствами среды осадконакопления и колебаниями уровня моря.

Тем не менее, вопрос моделирования пустотного пространства тромболитов остается открытым, ввиду необходимости проведения исследований на полноразмерных образцах керна с привлечением методов томографии.

Литература:

1. Багринцева, К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. М.: РГГУ, 1999. 285 с.
2. Жемчугова, В.А. Природные резервуары в карбонатных формациях Печорского нефтегазоносного бассейна. М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2002. 243 с.
3. Кузнецов В.Г. Природные резервуары нефти и газа карбонатных отложений. М.: Недра, 1992. 240 с.
4. Пармузина Л.В. Верхнедевонский комплекс Тимано-Печорской провинции (строение, условия образования, закономерности размещения коллекторов и нефтегазоносность). – СПб: Недра, 2007.
5. Постников А.В., Сивальнева О.В., Постникова О.В., Потехин Д.В., Путилов И.С., Саэтгараев А.Д., Оленова К.Ю. Литолого-петрофизическая неоднородность карбонатных резервуаров Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. – Труды РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, №4/305, 2021.
6. Постников А.В., Оленова К.Ю., Сивальнева О.В., Козионов А.Е., Казимиров Е.Т., Путилов И.С., Потехин Д.В., Саэтгараев А.Д. Генетические типы пустотного пространства и закономерности их распределения в карбонатных природных резервуарах Тимано-Печорской провинции – Экспозиция Нефть Газ, 2022, №1 (86), с 22-28.
7. Riding R. Microbialites, stromatolites and thrombolites. Encyclopedia of Geobiology, Springer Science, 2011, pp 635–654.

Сведения об авторах

Постников Александр Васильевич, д.г.-м.н., профессор;

Постникова Ольга Васильевна, д.г.-м.н., профессор, декан факультета геологии и геофизики нефти и газа;

Казимиров Егор Тимурович, аспирант, egorcasual@yandex.ru