

## **ПРОБЛЕМЫ ТИПИЗАЦИИ ИЗВЕСТНЯКОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ЛИТОЛОГИИ**

**К.Ю. Оленова<sup>1</sup>, А.В. Постников<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «Арктик-ГЕРС», Тверь, *olenovaksen@mail.ru*

<sup>2</sup>Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, *apostnikov@mtu-net.ru*

В настоящее время литологи-нефтяники сталкиваются с проблемами недостатка имеющихся классификаций карбонатных пород. Это касается главным образом классификации известняков.

За последние 10 лет накоплен большой объем информации, основанной на исследовании кернa порядка 200 скважин продуктивных нефтегазоносных горизонтов различных регионов России (Тимано-Печорская, Волго-Уральская, Прикаспийская и Восточно-Сибирская НГП). Охватываемые исследованиями стратиграфические уровни находятся в диапазоне от раннего докембрия до триаса. Значительную роль в рассматриваемых разрезах играют разнообразные карбонатные породы.

Карбонатные породы-коллекторы отличаются большим разнообразием структурно-текстурных особенностей, типов пустотного пространства и высокой степенью неоднородности, что обусловлено многофакторностью процесса образования этих пород. В их строении участвуют терригенные, хемогенные и биогенные составляющие. Каждая из составляющих формируется в результате собственных, присущих только ей, механизмов. Однако, несомненно, ведущая роль в карбонатных толщах различного возраста, за исключением докембрия, принадлежит известнякам, формирование которых во многом определяется биогенным фактором. Органические остатки могут находиться в породе как в прижизненном, так и в переотложенном состоянии, при этом в процессе переноса в средах с различной гидродинамической активностью их степень сохранности сильно варьирует.

Попытки классификации известняков не раз предпринимались как отечественными, так и зарубежными литологами, однако ни одна из разработанных схем не охватывает всего набора литотипов, встречающихся в практической работе литолога-нефтяника в различных регионах и на разных стратиграфических уровнях.

## Седиментационная классификация известняков

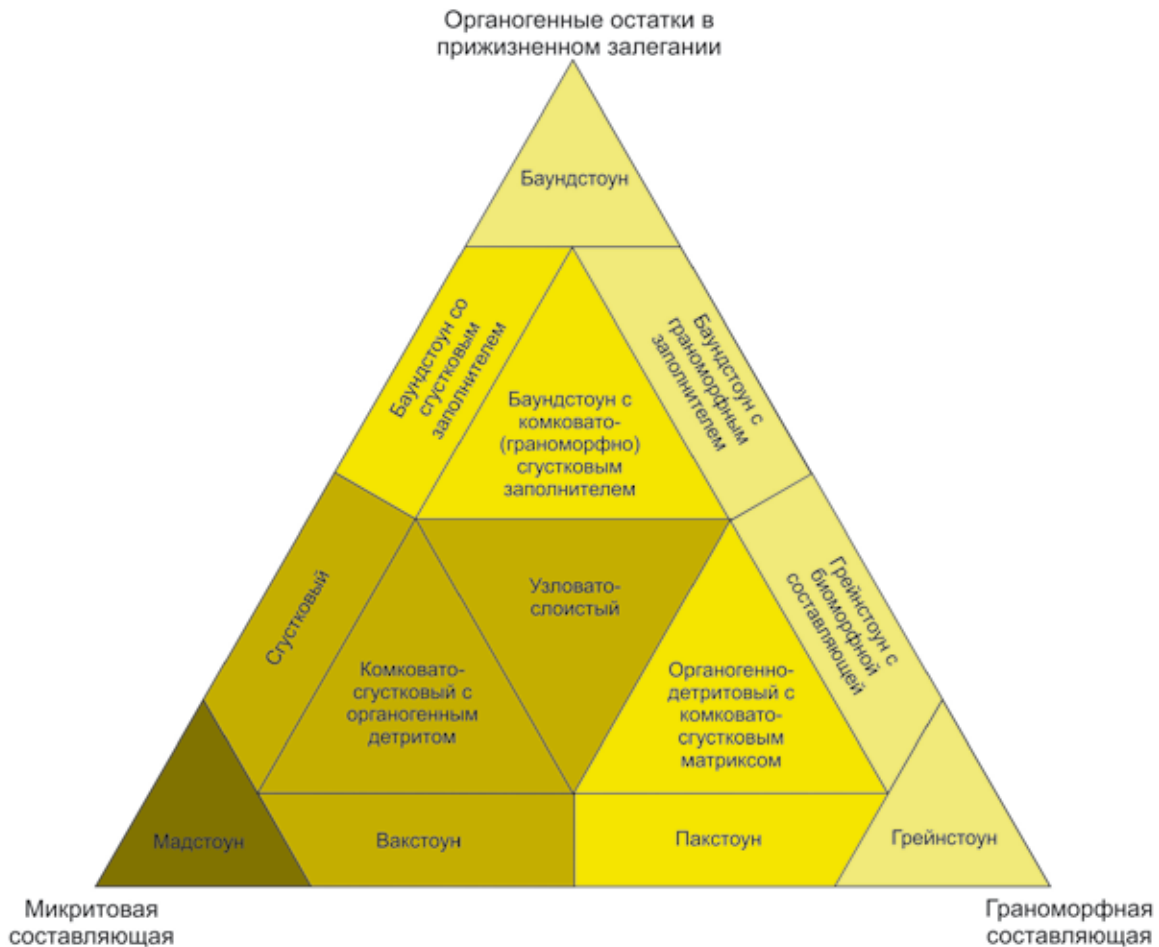


Рис. 1. Седиментационная классификация известняков

Обобщение накопленных данных дало возможность предложить новый вариант седиментационной классификации известняков и ее графического отображения, позволяющий решить некоторые проблемные вопросы.

Как известно, известняки состоят из нескольких структурных компонентов.

В основу предлагаемой классификации, как и во многих ранее разработанных, положены три структурных компонента:

- остатки организмов биогермообразователей в прижизненном залегании, образующие каркасный структурный компонент;
- граноморфная составляющая (органогенные обломки, детрит, форменные элементы и т.п.);
- однородная микрозернистая составляющая (микрит).

На этой основе построена треугольная диаграмма (рис. 1), показывающая количественные соотношения этих компонентов в породах, а ее разделение на 13 полей позволило составить достаточно полную седиментационную классификацию известняков, позволяющую идентифицировать большую часть встречающихся на практике разновидностей.

К полям, прилегающим к вершинам треугольника, приурочены типы известняков, названные в соответствии с классификацией Р.Дж. Данхема (Dunham, 1962):

- баундстоун;
- грейнстоун;
- мадстоун.

Два нижних поля, прилегающих к нижней стороне треугольника, вполне соответствуют подразделениям той же классификации:

- вакстоун;
- пакстоун.

Остальные 8 полей во внутренних частях диаграммы соответствуют породам, содержащим в различных сочетаниях все три компонента. Их образуют разности, которые лишь с большой долей условности можно отнести к указанным выше видам, либо вообще не находящие места в какой-либо из классификаций. Вместе с тем эти разности часто слагают не тонкие прослой или переходные зоны, а целые толщи, достигающие по мощности нескольких десятков метров, идентификация которых имеет важное практическое значение, поскольку в их составе присутствуют пласты как пород-коллекторов, так и флюидоупоров.

Верхние три поля позволяют разделить разности баундстоунов со значительным содержанием и различной структурой межкаркасного заполнения:

- баундстоуны со сгустковым заполнением;
- баундстоуны со сгустково-граноморфным заполнением;
- баундстоуны с граноморфным заполнением.

Такое разделение справедливо для пород различного возраста и мало зависит от типа каркасообразующих организмов. Однако именно эти литотипы слагают основу биогермных построек, к которым большей частью приурочены месторождения углеводородов, а следовательно, чаще всего представлены в керне разведочных скважин.

Эти типы пород формируются в существенно различных фациальных обстановках, что определяет и характер их первичного пустотного пространства. Причем баундстоуны с граноморфным заполнением обладают значительной пористостью в сочетании с кавернозностью. В баундстоунах со сгустково-граноморфным заполнением обычно развита только кавернозность, а пористость существенно снижается. Баундстоуны со сгустковым заполнением, как правило, не обладают пористостью, а каверны представлены фенестрами в сгустковой массе, которые нередко полностью залечиваются уже на стадии диагенеза.

Поле вдоль левой стороны треугольника между баундстоунами и мадстоунами занимают сгустковые известняки. Эти породы, с одной стороны, не обладают отчетливо выраженным каркасом, с другой — слагающая их микритовая масса в различной степени неоднородна и, по-видимому, сформировалась в результате жизнедеятельности циано-бактериальных сообществ. Эти породы слагают значительную часть карбонатных толщ самых разных возрастов. В отличие от мадстоунов первично эти породы обладали некоторым пустотным пространством, представленным мелкими порами между сгустками и более крупными фенестрами. Фациальные обстановки осадконакопления и последующая история их формирования не способствовали сохранности этого пустотного пространства, и в большинстве случаев оно залечено вторичным яснокристаллическим кальцитом (спаритом).

Треугольные поля в нижней части диаграммы занимают известняки:

- комковато-сгустковые с органогенным детритом;
- органогенно-детритовые с комковато-сгустковым матриком.

Чаще всего эти породы относят к вакстоунам или пакстоунам, что не позволяет разделить толщи, формировавшиеся в существенно различных фациальных обстановках, выстроить последовательности смены литотипов при циклостратиграфических и литофациальных построениях.

Кроме того, эти породы существенно отличаются от вакстоунов и пакстоунов и по структуре пустотного пространства. Однородная микритовая масса в вакстоунах и пакстоунах не обладала первичным пустотным пространством, тогда как сгустково-комковатый матрикс обладал значительной пористостью, и ее сохранность определялась уже наложенными процессами. В особенности это касается известняков органогенно-детритовых с комковато-сгустковым матриком.

Поле вдоль правой стороны диаграммы между баундстоунами и грейнстоунами занимают грейнстоуны с биоморфной составляющей. Идентификация этих пород, как правило,

существенно затруднена, в частности, по стандартным петрографическим шлифам в связи с относительно малой долей биоморфной составляющей, часто представленной небольшими скоплениями цианей, остатками микрокодий, единичными строматопороидеями и другими. Однако эти породы часто существенно отличаются от типичных грейнстоунов, главным образом по текстурным особенностям, и в некоторых случаях слагают толщи значительной мощности, обычно биостромы. Пустотное пространство этих пород незначительно отличается от типичных грейнстоунов, существенно уменьшаясь в разностях с участием цианей.

Центральное поле диаграммы занимают весьма своеобразные породы, для которых принято рабочее название «известняк узловато-слоистый». В отличие от других литотипов, представленных на диаграмме, название этих пород дано по текстурному признаку, так как присутствующие в их составе три основных компонента известняков разделены по текстурным элементам весьма сложной конфигурации, не имеющим отчетливой слоистой приуроченности.

В геологической литературе, особенно в иностранной, часто употребляется термин «нодулярная текстура» (происходит от *nodularis* (лат. *nodulus* — узелок) — узловатый). Если же говорить об аналоге этого термина в отечественной специализированной литературе, то здесь сложно найти наиболее употребляемый термин. Для описания карбонатных пород нодулярной текстуры отечественные исследователи применяют самые различные термины (напр., «узловатый», «комковатый», «пятнистый», «желваковый», «петельчатый» и т.д.).

В целом порода чаще всего имеет текстурный облик (рис. 2), приближающийся к биогермным образованиям. Узловатые элементы пород чаще всего имеют сгустковую или почти однородную микритутовую структуру, сформировались, по-видимому, в результате жизнедеятельности циано-бактериальных сообществ и содержат различное количество органогенного детрита. Включающая узлы матрица обычно обладает слоистой микротекстурой и структурой, свойственной пакстоуну, вакстоуну, реже мадстоуну. Породы редко обладают значимым пустотным пространством. Подобные породы отмечаются в разрезах различного возраста, но в наибольшей степени развиты в силур-нижнедевонских отложениях Тимано-Печерской НГП.



Рис. 2. Узловато-слоистый известняк из нижнедевонских отложений Тимано-Печерской НГП

Одна из областей распространения карбонатных пород узловато-слоистой (нодулярной) текстуры приурочена к Печорской синеклизе. Здесь эти отложения изучались в поисково-разведочных скважинах, сведения о которых можно найти в работах А.И. Антошкиной, Т.В. Майдль, В.Вл. Меннера, Н.Б. Рассказовой и других. Более изученными являются естественные выходы данных отложений в пределах другой крупной области распространения известняков узловато-слоистой текстуры — Предуральском краевом прогибе, приуроченные к гряде Чернышева, поднятию Чернова, многочисленным естественным обнажениям вдоль Западного склона Урала, островам Печорского моря (Долгий, Матвеев и Большой Зеленец). Многими исследователями затрагивается тематика подобных пород. Более подробные сведения о них можно найти в работах Д.К. Патрунова, Т.В. Майдль, А.И. Антошкиной, К.Г. Войновского-Кригера. Исследованиями уральских геологов было

показано широкое распространение подобных известняков по всему западному склону Урала, на протяжении более чем 2500 км в терригенно-кремнистых отложениях. Данному вопросу посвящены работы Пучкова В.Н., Иванова К.С. и др.

В целях практического использования диаграммы для оценки коллекторского потенциала пород на диаграмме проведена заливка полей, интенсивность которой возрастает по мере снижения возможности формирования в породах открытого пустотного пространства, в соответствии с чем породы можно разделить на четыре группы.

1. Высокий коллекторский потенциал:
  - баундстоун;
  - баундстоун с граноморфным заполнителем;
  - баундстоун с биоморфной составляющей;
  - грейнстоун.
2. Умеренный коллекторский потенциал:
  - баундстоун со сгустковым заполнителем;
  - баундстоун с комковато (граноморфно)-сгустковым заполнителем;
  - органогенно-детритовый с комковато-сгустковым матриксом;
  - пакстоун.
3. Низкий коллекторский потенциал:
  - узловато-слоистый;
  - сгустковый;
  - комковато-сгустковый с органогенным детритом;
  - вакстоун.
4. Отсутствие пустотного пространства:
  - мадстоун.

Реализация коллекторского потенциала выделенных групп пород во многом зависит от диагенетических и эпигенетических преобразований, которые рассматриваемая диаграмма не отражает.

#### Литература

Войновский-Кригер К.Г. О петельчатой текстуре известняков из ордовика и силура западного склона Полярного Урала // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. Геол. 1970. Т. 45. Вып. 4. С. 40–45.

Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение: Учеб. Пособие для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 511 с.

Меннер В.Вл. Литологические критерии нефтегазоносности палеозойских толщ северо-востока Русской платформы. М.: Наука, 1989. 133 с.

Опорные разрезы пограничных отложений силура и девона Приполярного Урала. Сыктывкар, 1983. 136 с.

Патрунов Д.К., Шурыгина М.В., Черкесова С.В. Силур и нижний девон на острове Долгом // Силурийские и нижнедевонские отложения о-ва Долгого. Свердловск, 1980. С. 3–26.

Патрунов Д.К. Седиментационные типы пород, обстановки осадконакопления и цикличность литорального комплекса карбонатных и карбонатно-глинистых отложений силура и нижнего девона // Силурийские и нижнедевонские отложения острова Долгого. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. С. 27–67.

Пучков В.Н., Иванов К.С. Пелагические «петельчатые» известняки на Западном склоне Урала // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. Геол. 1985. Вып. 2. С. 59–68.

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

Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture: Classification of carbonate rocks // Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 1962. V. 1. P. 108–121.