

Катаев В.Н., Ермолович И.Г. Структурно-текстурные ассоциации, трещиноватость и закарстованность карбонатных пород // материалы VI Всероссийского литологического совещания «Концептуальные проблемы литологических исследований в России». – Казань, 2011, т.1. С. 367-371.

## **СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫЕ АССОЦИАЦИИ, ТРЕЩИНОВАТОСТЬ И ЗАКАРСТОВАННОСТЬ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД**

**В.Н. Катаев, И.Г. Ермолович**

*Пермский государственный университет, Пермь, kataev@psu.ru*

В данной работе приведены сведения, характеризующие пространственное соотношение пористости, кавернозности, трещиноватости и закарстованности в толщах карбонатных пород. Выявленные соотношения имеют прогностические функции в части решения задач установления пространственного распределения порово-каверновых (карстовых) коллекторов.

Структурно-текстурные показатели пласта горных пород определяют закономерности пространственного распределения трещиноватости и закарстованности на региональном, локальном или детальном уровнях. Например, в карбонатных отложениях Оренбургского массива трещины вертикального направления формируются в уплотненных малопроницаемых и непроницаемых разностях. Системы субгоризонтальных трещин интенсивнее развиты в пористых породах. На Карачаганакском месторождении, расположенном в пределах локальной структуры северного борта Прикаспийской синеклизы, трещиноватость распределена повсеместно как в плотных, так и в пористых слоях [1, 4]. Для карбонатных пород башкирского яруса Урало-Поволжья В.Д. Викторин [2] отмечает предрасположенность высокопористых пород к открытой вертикальной трещиноватости и меньшую предрасположенность к трещинообразованию в низкопористых породах, ссылаясь на значения коэффициента Пуассона и бокового горного давления.

В Припятском прогибе породы-коллекторы сводовых частей локальных поднятий имеют пустотное пространство порово-каверново-трещинного типа, присводовые участки – каверново-трещинного типа, крыльевые части – порового и порово-трещинного типа, а присбросовые зоны – порово-трещинного. По сравнению с крыльевыми и периклинальными частями

поднятий в сводовых и присводовых частях открытая пористость возрастает от 5-7% до 9-11%. Интересным является факт резкого снижения открытой пористости в приразломной зоне и увеличения плотности пород за счет залечивания пустот вторичными минералами. Межзерновые каналы здесь чрезвычайно узки (до 10мкм), прерывисты, общая пористость низкая – не более 6%, открытая не превышает 5%. Породы приразломной полосы выполняют функцию экрана, отделяющего породы локального поднятия от пород приструктурной территории [3].

Связь «трещиноватость-пористость» прослеживается в карстующихся породах тесно и при детальном исследовании может быть использована в качестве оценочного критерия. Генетические ассоциации «трещиноватость-пористость», «трещиноватость-кавернозность» отмечены практически всеми исследователями карбонатных коллекторов нефти и газа. Эта связь прослежена до глубин 5,5км, где присутствуют сложные типы коллекторов, в которых кавернозность унаследовано развита по первичным порам, а вторичная пористость генетически связана с трещиноватостью.

Тесная связь трещиноватости, пористости, кавернозности и закарстованности характерна не только для глубоко опущенных пластов карбонатных пород, но и для пород находящихся на глубинах от 0 до 500-600м. Анализ результатов бурения визейских отложений северного периклинального замыкания Главной Кизеловской антиклинали (Западный Урал), проведенный авторами, является подтверждением данного положения. Исследованная толща характеризуется чередованием закарстованных и незакарстованных зон (по разрезу и латерали), определяемым различием в литологическом и химическом составе пород. В разрезе битуминозные песчанистые и глинистые карбонаты практически не закарстованы. Для известняков характерны единичные и относительно крупные каверны и полости, для доломитов – скопления каверн и пор. Каверны и поры зафиксированы по всей толще карбонатных пород до глубин 800м от поверхности. Крупные полости (высотой до 1м) обнаружены на

отметках ниже уровня моря на 350м и ниже уровней местных базисов эрозии на 550-600м.

Из вышеизложенного следует, что в слоистых карбонатных комплексах в зоне активного водообмена (в данном случае до глубины 800м) пористость и кавернозность пространственно тяготеют к доломитам и доломитизированным известнякам. Максимальная пористость и кавернозность в 76 случаях из 100 наблюдается в непосредственной близости от полостей. Наиболее часто карстовые полости встречаются на границах «известняк-доломит», где имеют относительно крупные размеры.

Известно, что карст начинает развиваться в результате увеличения объема и количества вторичных пор, расширения первичных и вторичных микро- и макротрещин. По мере развития порово-трещинной структуры массива, а равно и развития карстовых форм, проницаемость пород возрастает.

Обычная ширина первичных трещин 50мкм. В этих условиях проницаемость (например, в карбонатных породах) считается функцией размеров трещин. Первичная пористость определяется порами размером около 10мкм и составляет менее чем 1% от объема породы.

В природе существует так называемый «порог Боккера (Bocker)» или «порог проницаемости», определяемый в 10мкм, ниже которого невозможно проникновение водных растворов в поры. Именно поэтому высокая общая пористость не является фактором, обеспечивающим начало карстового процесса. И наоборот – низкая пористость, но большие размеры пор могут способствовать концентрации воды и тем самым положить начало развитию формы растворения.

Итак, карстообразование на начальном этапе контролируется наличием относительно крупных (размером в поперечнике более 10мкм) пор и микротрещин, размер раскрытости которых более 50мкм.

Непосредственно на поверхности массивов, в закарстованных известняках, пористость изменяется в зависимости от состояния пород. В качестве примера приведем данные, полученные авторами в результате

лабораторного изучения структурно-текстурных характеристик силурийских и нижнекаменноугольных известняков Верхневишерского карстового района (Северный Урал). В таблице приведены обобщенные результаты анализа пористости в 104 образцах.

Таблица

**Значения пористости в известняках силура и нижнего карбона  
Верхневишерского карстового района (Северный Урал)**

<b>Характеристика точек отбора образцов</b>	<b>Значения пористости, %</b>
<b>Монолитные блоки:</b>	
межтрещинный блок, центральная часть	5.0
борт тектонической трещины, ограничивающей блок	2.9-5.5
борт внутриблоковой микротрещины, параллельной поверхности напластования в подошве пласта	5.0
борт трещины напластования, ограничивающей блок	9.6-13.8
Среднее значение:	<b>7.0</b>
<b>Зоны дробления:</b>	
образованные параллельными субвертикальными трещинами. Расстояния между трещинами	8.8
0.10-0.15м	14.0
0.02-0.03м	
образованные горизонтальными трещинами, параллельными напластованию. Зона разуплотнения в верхней части пласта. Расстояния между трещинами	10.7
0.03-0.04м	12.0-14.0
0.01-0.03м	
в виде навалов щебня	12.0
Среднее значение:	<b>12.0</b>
<b>Стенки карстовых форм:</b>	
скальный борт карстово-обвального лога	10.0
свод, стенки, основание грота	9.9-13.0
борт трещины напластования с формами выщелачивания	14.0
Среднее значение:	<b>12.0</b>

Значения пористости изменяются в зависимости от близости трещин или карстовых форм к точке отбора образца, а также от состояния породы. В монолитных межтрещинных блоках пористость относительно минимальна. Ее средние значения равны 7.0%. Пористость пород увеличивается около межпластовых пространств и трещин напластования и уменьшается (относительно средних значений) около тектонических вертикальных трещин, приближаясь по значениям к пористости образцов из центральных частей межтрещинных блоков.

В зонах дробления и в стенках карстовых форм пористость максимальна, ее средние значения равны 12%. Наиболее высокие значения пористости наблюдаются в непосредственной близости от карстовых форм, находящихся на начальных стадиях развития. В целом пористость по периферии карстовых форм и в зонах дробления пород в 1.5-1.7 раза выше, чем в ненарушенных породах. Наиболее высокие значения пористости зафиксированы в породах бортов трещин напластования, расширенных выщелачиванием.

Зоны разуплотнения, образованные трещинами параллельными напластованию, более «рыхлые» и, как следствие, более подвержены растворению и эрозии относительно зон разуплотнения, образованных субвертикальными тектоническими трещинами.

Из вышеизложенного следует, что распределение пористости пород контролируется трещинами, зонами дробления, карстовыми формами и наоборот, развитие структурных элементов массивов часто определяется особенностями текстуры горных пород.

#### Литература:

1. Багринцева К.И., Белозерова Г.Е. Типы и свойства коллекторов в подсоловых отложениях Прикаспийской синеклизы // Нефтегазоносность Прикаспийской впадины и сопредельных районов. -М.: Изд-во Наука, 1987. -С.59-64.
2. Викторин В.Д. Влияние особенностей карбонатных коллекторов на эффективность разработки нефтяных залежей. -М.: Изд-во Наука, 1988. -150с.
3. Назарова Н.В., Демидович Л.А. Латеральная изменчивость структуры пустотного пространства и зональность физических свойств карбонатных пород межсоловых отложений девона в пределах локальных структур Припятского прогиба // Труды ВНИГНИ. Пермь, 1974. Вып.160. С.132-138.

4. *Полыкина М.А.* Формирование коллекторов в подсолевых карбонатных отложениях Прикаспийской синеклизы и ее обрамления // Нефтегазоносность Прикаспийской впадины и сопредельных районов. М. Наука, 1987. С.64-70.