

Г.А.Шевелев, В.В.Лукинов,  
ИГТМ НАН Украины,  
г. Днепропетровск

## ГАЗОНОСНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД ДОНБАССА

*Розглянута газоносність гірничих порід Донбасу та їх перспективність для видобутку метану.*

## GAS CONTENT OF THE ROCKS IN DONBAS

*The gas content in the Donbas rocks and their perspectives for the methane extraction are shown.*

Газоносность угольных пластов Донбасса известна. Она составляет в среднем 10-15 м<sup>3</sup>/т, но может достигать 2030 м<sup>3</sup>/т. Газообильность шахт, то есть выделение метана на тонну суточной добычи, в несколько раз выше и достигает 100, 150 и даже 200 м куб./т с.д. Столь существенное различие между газоносностью разрабатываемых пластов и газообильностью шахт обусловлено, в основном, наличием в подрабатываемой и надрабатываемой толще пропластков угля. На долю вмещающих пород согласно нормативным документам отводится не более 10 % выделяемого в выработки метана. Однако, на практике, из вмещающих пород выделяется значительно большее количество метана.

Знание газоносности угольных пластов и газообильности шахт необходимо для определения параметров вентиляции, расчета нагрузок на очистные забои и, безусловно, обеспечения безопасности труда шахтеров. Эти вопросы актуальны и сегодня. Возникновение проблемы выбросов песчаника и газа, а в последнее время - промышленной добычи метана и его утилизации из угленосных отложений поставило новые задачи, в том числе более полное определение газоносности вмещающих пород, их коллекторских свойств: пористости, проницаемости, давления газа, сорбционной емкости и др.

Угольные пласты и пропластки составляют не более 5 % суммарной мощности угленосных отложений, в то время как песчаники - до 40 %. Угленосные отложения Донбасса представляют собой мощный комплекс терригенных отложений, в которых в виде отдельных слоев залегают пласты углей и известняков. Терригенные породы обычно слагают 90-95 % угленосного разреза. Они представлены глинистыми породами (аргиллитами), алевроитовыми породами (алевролитами), мелко-, средне-, и крупнозернистыми песчаниками. Гравелиты и конгломераты встречаются крайне редко. С уменьшени-

ем гранулометрического состава пород, от песчаников к аргиллитам, цвет пород, преимущественно серый, постепенно темнеет, что свидетельствует о возрастании количества растительных остатков по мере уменьшения зернистости. Содержание терригенных пород различного гранулометрического состава во всех свитах угленосной формации колеблется без определенных закономерностей. В среднем содержание песчаников изменяется от 16 до 40 %, алевролитов - от 25 до 45 %, аргиллитов - от 22 до 43 %. Песчаники залегают в виде линз и полос, иногда достаточно большой протяженности. Мощность выдержанных песчаников изменяется от 2030 до 50-70 м. Именно песчаники являются наиболее вероятными коллекторами, способными удерживать метан в свободном состоянии.

Но гранулометрическая классификация пород не отражает катагенетических изменений, происходящих в породах в процессе их погружения на большую глубину, где они подвергаются воздействию давления и температуры. Эти процессы в породах протекают параллельно с процессами метаморфизма в углях, но характеризуются уплотнением, уменьшением открытой пористости, увеличением плотности.

Химический и изотопный состав газов в песчаниках угленосной толщи и угольных пластах идентичен [1], что свидетельствует об образовании и накоплении газа в процессе метаморфизма углей. Поскольку часть пор в песчанике заполнена влагой, среднее количество пор, заполненных газом, составляет 20-30 % от общего количества пор. В выбросоопасных песчаниках количество пор, заполненных газом, составляет 50-80 % [2].

С позиций оценки ресурсов метана, представляющих интерес для промышленного освоения, перспективными являются песчаники выдержанные, мощные, залегающие в зонах развития слабо- и среднеметаморфизованных углей до марок К-ОС, после которых практически исчезает открытая пористость песчаников, а значения общей пористости составляют доли процента.

В ИГТМ НАН Украины на протяжении многих лет ведутся детальные исследования и измерения всей гаммы коллекторских свойств выбросоопасных и невыбросоопасных песчаников Донецко-Макеевского и Центрального района Донбасса: дифференциальной, абсолютной, открытой и закрытой пористости, внутренней удельной поверхности, сорбционной емкости, давления газа на глубинах 800-1200 м, газоносности и газоемкости пород, проницаемости по воде и метану кернов и массива песчаников при различном напряженно-деформированном состоянии. Многие результаты этих исследований опубликованы [3, 4, 5, 6]. Тем не менее при постановке новой проблемы - оценки запасов и добычи метана из угленосных отложений Донбасса возникла необходимость их сопоставления с угольными пластами как в удельном соотношении (на единицу массы или объема), так и в абсолютных значениях.

Это обусловлено следующими факторами. Газоносность угольных пла-

стов принято относить к единице массы ( $\text{м}^3/\text{т}$ ). Однако плотность самих угольных пластов различна (от 1,27 до 1,42  $\text{т}/\text{м}^3$ ) и по сравнению с песчаниками в 2 раза ниже. Поэтому при сравнительной оценке газоносности углей разных марок и песчаников более правильно относить газоносность не к единице массы, а к единице объема, то есть  $\text{м}^3/\text{м}^3$ . Еще большая неопределенность возникает при определении запасов метана в различных пустотах и нарушениях, где твердая фаза вещества отсутствует.

Мощность угольных пластов и песчаников отличается на порядок. Если первые изменяются в пределах сантиметров-метров, то вторые - десятков метров. Отсюда следует, что при меньшей газоносности песчаников, общее количество метана в определенных условиях может быть сопоставимым с объемом метана в угольных пластах или даже превышать его.

Некоторые параметры коллекторских свойств углей и песчаников, в частности объемная пористость, примерно одинакова и изменяется в пределах от 3 до 12 %. Но дифференциальная пористость существенно отлична. В песчаниках макро- и субмакропоры занимают до 50 % общего объема пор, в то время как объем микропор не превышает 15 %. Подобное различие структуры порового пространства песчаников и углей объясняет соответствующие отличия их внутренней удельной поверхности и сорбционной емкости. Измеренная внутренняя удельная поверхность песчаников изменялась в пределах 0,7-2,9  $\text{м}^2/\text{г}$ , лишь в отдельных пробах достигала значений 4-7  $\text{м}^2/\text{г}$ , что на порядок меньше по сравнению с углем. То же касается и сорбционной емкости. Более 90 % метана в песчаниках находится в свободном состоянии.

Давление метана в пластах песчаников, измеренное в пробуренных и загерметизированных скважинах, изменялось от 5 до 11 МПа и в целом соответствовало гидростатическому давлению. В угольных пластах измеренное давление обычно оказывалось меньшим, но это связано скорее с надежностью герметизации самих скважин.

Газоносность выбросоопасных песчаников по нашим данным в среднем составляет 2,6  $\text{м}^3/\text{т}$  или 6,75  $\text{м}^3/\text{м}^3$ , и колебалась в пределах 1,5-5,0  $\text{м}^3/\text{т}$  (4-13  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ).

Приведенные параметры коллекторских свойств песчаников важны при оценке запасов метана. Для добычи метана существенное значение имеет их газопроницаемость. Величины проницаемости песчаников в напряженном массиве крайне низкие и составляют 10(-7) - 10(-10) нанометров квадратных, или 10(-4)-10(-7) мД. Начальный дебит метана в скважины не превышал 0,4-2  $\text{см}^3/(\text{с}\cdot\text{дм}^2)$ . При частичной разгрузке от напряжений при надработке угольными пластами газопроницаемость и дебит метана возрастают на 2-3 порядка (сто, тысячу раз). Это позволяет ожидать, что ресурсы метана в песчаниках Донбасса могут быть реализованы как энергоносители после определенных воздействий на горный массив: либо горными работами (при под- и надработке), либо гидроразрывом, либо взрывными работами, либо вибро-, акусти-

ческими и другими видами воздействия. В мире уже ведутся крупномасштабные работы по воздействию на низкопроницаемые пласты. В США, например, 80 % всех скважин, пробуренных на нефть и газ, подвергаются гидроразрыву. Однако, и в этом случае необходимо знать исходное состояние коллектора и находящегося в нем флюида, объемы которого не изменяются.

Обобщенная оценка степени заполнения пор песчаников газом ( $V_r$ ) показали, что значения этого показателя изменяются, уменьшаясь от зоны распространения слабометаморфизованных углей до зон распространения тощих углей и антрацитов. Средние значения  $V_r$  песчаников составляют для зон развития углей марки Д - 72,4 %, Г - 67,0 %, Ж - 46,5 %, К - 24,5 %, ОС - 15,5 %, Т - 0,9 %. В этом же направлении уменьшается пористость. К наиболее перспективным, с позиций извлечения метана, можно отнести песчаники, распространенные в зоне развития углей марки Д, Г и Ж.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забигайло В.Е., Широков А.З., Лукинов В.В. Выбросоопасность горных пород Донбасса.- Киев: Наукова думка, 1983.- 279 с.
2. Лукинов В.В., Безручко К.А. Газоносність та газонасиченість пісковиків Донбасу різного ступеня постдіагенетичних перетворень. Геологія і геохімія горючих копалин. N1 (82), с.56-60.
3. Абрамов Ф.А., Шевелев Г.А. Свойства выбросоопасных песчаников как породы-коллектора.- Киев: Наукова думка, 1972.- с. 4.
4. Шевелев Г.А. Динамика выбросов породы газа.- Киев: Наукова думка, 1989.- 160 с.
5. Шевелев Г.А., Забигайло В.Е., Мякенький В.И., Кондратюк И.Т. Коллекторские свойства, газопроницаемость выбросоопасных пород.- В кн.: Выбросы породы и газа.-Киев: Наукова думка, 1971.- с 141-146.
6. Шевелев Г.А. Метаноемкость песчаников, вмещающих угольные пласты.- В кн.: Геотехническая механика, вып.17.- Киев, РВВ НТУ, 2000. - с. 204-208.