

тектоническими процессами в горном массиве, являются катализатором процесса образования метана.

Таким образом, методами растровой электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа, было обнаружено, что контактная зона фюзинита и витринита является генерационной зоной метана, что приводит к аварийным ситуациям в угольных шахтах. При этом своеобразным «поставщиком» химических соединений, прежде всего ароматического типа, которые на наш взгляд содержатся в большом количестве в витринитовой фазе и при определенных тектонических воздействиях на горный массив и его физико-химическом состоянии, образуют своеобразный химический реактор с природным катализатором, что приводит к интенсивному образованию метана. Такие процессы могут привести к выбросоопасным ситуациям в горном массиве, но требуют детального петрографического исследования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролков Г.Д., Фролков А. Г. Механохимическая концепция выбросоопасных угольных пластов. Уголь. – 2005. – № 2. – С. 18–21.
2. Гейтс Б., Кетцир Дж., Шуйт. Химия каталитических процессов. Пер. с англ. – 1981. – 325 с.
3. Гильдебранд Е. И., Фасман А. Б. Скелетные катализаторы в органической химии. - М., 1982. – 420 с.
4. Гомогенный катализ, под ред. Кнорре Д. Г. - М.: Мир, 1983. – 415 с.
5. Хайнеке Г. Трибохимия. – М.: Мир, 1987. – 563 с.

**УДК 553.94:622.324**

Д-р геол. наук В.Ф. Приходченко (НГУ),  
канд. геол. наук С.Ю. Приходченко  
(ІГТМ НАН України)

### **ГАЗОНОСНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НИЖНЕГО И СРЕДНЕГО КАРБОНА ДОНБАССА**

Виділені основні, характерні для різних геологічних умов фактори, що впливають на розподіл метану у вугільних пластах нижнього та середнього карбону Донбасу.

### **GAS CONTENT OF THE STRATA OF LOWER AND MIDDLE CARBON IN DONBAS**

Main factors, characteristic for different geological conditions, influencing on distribution of methane in coal beds of lower and average carbon of Donbas region were described.

Запасы метана распределены в угольных пластах Донбасса неравномерно. Существуют участки, практически полностью дегазированные и, наоборот, участки с повышенным содержанием метана. На распределение метана в угольных пластах влияет целый ряд геологических факторов. Основными из них являются глубина залегания угольного пласта, степень метаморфизма угля, морфология, тектоника, литологический состав вмещающих пород и др., но влияние каждого из этих факторов в различных условиях шахтных полей и районов Донбасса различны и неоднозначны. В каждом конкретном случае необходимо установить закономерности изменения газоносности на площади и с глубиной, определить степень влияния на газоносность геологических факторов, выделить ос-

новные из них для исследуемой площади, что позволит при ограниченном объеме фактических данных выявить наиболее газоносные участки на каждом шахтном поле.

Исследования проводились в двух геолого-промышленных районах Донбасса: Красноармейском и Павлоградско-Петропавловском чтобы рассмотреть влияние геологических факторов на закономерности изменения газоносности угольных пластов в различных геологических условиях. На примере двух шахт Красноармейского района – «Красноармейской-Западной-1» (угли преимущественно марки Ж) и шахты «Белицкая» (угли марки Г и переходные от Г к Ж), а также шахты им. Героев Космоса в Павлоградско-Петропавловском районе (угли марки Г) были выделены основные факторы, влияющие на распределение метана в угольных пластах.

Поле шахты «Белицкая», отрабатывающей угли среднего карбона, представляет собой участок Красноармейской моноклинали, пласты которой полого погружаются в северо-восточном направлении. Оно расположено в висячем крыле крупноамплитудного Добропольского надвига. Установлены закономерности и факторы, которые оказали влияние на распределение метана в угольном пласте  $l_3$  Алмазной свиты среднего карбона.

1. Метаноносность угольного пласта изменяется от 9,0 до 26,0 м<sup>3</sup>/т с.б.м. Количество метана обусловлено региональными и локальными факторами. Региональные факторы - это глубина залегания и степень метаморфизма угля. Они обуславливают от 13,0 до 17,0 м<sup>3</sup>/т с.б.м. метана в различных частях угольного пласта. Локальные факторы разделяются на положительные и отрицательные. Положительные - это наличие локальных складок (преимущественно синклинальных) небольшой интенсивности, присутствие в непосредственной и основной кровле мощных аргиллитов и алевролитов. Отрицательные - это присутствие в непосредственной или основной кровле песчаников, особенно обводненных, присутствие крупноамплитудных разрывов. Локальные факторы обуславливают отклонение от регионального фона газоносности на 1 – 8 м<sup>3</sup>/т с.б.м.

2. Содержание свободного метана в угольном пласте изменяется от 1,3 до 33,3 % относительно общей газоносности. Количество свободного метана обусловлено региональными и локальными факторами. Главный региональный фактор - это глубина залегания угольного пласта (она обуславливает от 13 до 22 % свободного метана от его общего количества в угольном пласте). Локальные факторы разделяются на положительные и отрицательные. К положительным принадлежат: присутствие локальных складок, преимущественно синклинальных, присутствие в кровле пластов аргиллитов; присутствие зон малоамплитудной разрывной нарушенности. К отрицательным: присутствие крупноамплитудных разрывов, локальных складок очень небольшой интенсивности и песчаников в непосредственной кровле угольного пласта. Локальные факторы обуславливают отклонение от регионального фона свободного метана от 1 до 10 %, а иногда и более.

Поле шахты «Красноармейская-Западная-1» расположено в западной части Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса. Его техническими

границами служат на западе – крупноамплитудный Криворожско-Павловский сброс и среднеамплитудный Котлинский надвиг – на востоке. Кроме того, шахтное поле разделяется среднеамплитудным Удачинским надвигом на два блока – западный и восточный. Шахта отрабатывает угольный пласт  $d_4$  нижнего карбона. Изменение газоносности угольных пластов на шахтном поле обусловлено следующими факторами.

1. Газоносность угольного пласта  $d_4$  изменяется от 12,0 до 28,0 м<sup>3</sup>/т с.б.м. Региональным фактором газоносности угольных пластов в пределах шахтного поля является современная глубина их залегания. Некоторое влияние на распределение газа оказывают крупноамплитудные нарушения - Криворожско-Павловский сброс и Котлинский надвиг. Отрицательные аномалии газоносности угольных пластов (локальные отклонения от регионального фона) расположены вблизи крупноамплитудных нарушений - Криворожско-Павловского сброса и Котлинского надвига. Также их местоположение определяется еще двумя факторами - присутствием небольших по размерам локальных складчатых структур и в случае, когда непосредственной кровлей угольного пласта служат песчаники. Положительные газовые аномалии совпадают в пространстве с положением наиболее крупных локальных складчатых структур - брахиантиклинальной и брахисинклинальной складками.

2. Содержание свободного метана в угольном пласте  $d_4$  на шахтном поле изменяется в интервале 10 – 60 % от общей его газоносности. Изменение содержания свободного метана в угольных пластах шахтного поля обусловлено региональными и локальными факторами. Региональным фактором является современная глубина залегания угольных пластов. Однако этот фактор не во всех случаях является определяющим. Существенное влияние на распределение газа оказывают крупные нарушения. Вблизи Криворожско-Павловского сброса зафиксировано снижение общей газоносности угольного пласта. Положительные отклонения содержания свободного метана связаны с зоной развития нескольких небольших локальных брахискладок, а также с довольно крупной локальной брахиантиклинальной складкой. Отрицательное влияние на образование скоплений свободного метана в угольном пласте оказывает присутствие малоамплитудных нарушений.

Распределение метана в угольных пластах Павлоградско-Петропавловского района исследовалось на сверхкатегорной по газу шахте им. Героев Космоса. Промышленная угленосность Западного Донбасса в пределах Павлоградско-Петропавловского углепромышленного района представлена отложениями Самарской свиты  $S_1^3$  нижнего карбона. Разрывные нарушения всех порядков (от крупно- до малоамплитудных) в Павлоградско-Петропавловском районе представлены исключительно сбросами. Подчиненное значение в районе имеют складчатые структуры, которые представляют собой очень пологие синклинальные и антиклинальные структуры (интенсивностью 3 – 5°, редко до 7 – 8°), которые примыкают к крупноамплитудным сбросам. Их амплитуда составляет несколько десятков метров, а оси простираются вдоль сместителей разрывов.

1. Газоносность угольного пласта  $c_{10}^g$  колеблется в пределах 4 – 12 м<sup>3</sup>/т с.б.м. Региональным фактором газоносности угольных пластов в пределах шахтного поля является современная глубина их залегания. Однако возможно, что этот фактор не единственный, поскольку направление возрастания значений газоносности угольных пластов не полностью совпадает с современным падением угленосной толщи на площади исследований. Отрицательные аномалии газоносности угольных пластов (локальные отклонения от регионального фона) совпадают на площади с локальными антиклинальными структурами. Положительные газовые аномалии зафиксированы вблизи смесителей Богдановского и Благодатненского сбросов и их апофиз.

2. Содержание свободного метана в угольном пласте  $c_{10}^g$  колеблется в пределах 8 – 24 % от общей его газоносности. Региональная составляющая содержания свободного метана возрастает по направлению к верхним горизонтам шахтного поля, что, в общем, противоречит общетеоретическим представлениям по данному вопросу. Положительные локальные аномалии содержания свободного метана в угольном пласте выявлены в локальной зоне вблизи сместителя крупноамплитудного Богдановского сброса и на площади, которая нарушена малоамплитудными разрывами. Отрицательные локальные аномалии содержания свободного метана зафиксированы в зонах, которые тяготеют к крупноамплитудным Богдановскому (на большей части его простирания) и Благодатненскому сбросам, а также в центре шахтного поля на площади седловины локальной антиклинальной складки.

Таким образом, проведенные исследования нескольких шахтных полей в различных районах Донбасса позволили выделить не только факторы, влияющие на распределение метана на отдельном шахтном поле, но и основные, характерные для различных геологических условий факторы, которые позволяют выделить зоны скопления метана в угольных пластах. Главными региональными факторами газоносности угольных пластов являются глубина их залегания и степень метаморфизма углей. На исследованных шахтных полях в связи с пологим залеганием угленосной толщи и низкой степенью метаморфизма эти параметры растут очень медленно. Но если влияние степени метаморфизма в пределах одного шахтного поля проследить сложно, то связь современной глубины залегания угольных пластов с распределением метана прослеживается очень четко.

Основными факторами локального изменения газоносности угольных пластов являются тектоника (складчатая и разрывная) и литологический состав вмещающих угольные пласты пород. Положительные газовые аномалии чаще всего связаны с локальными складчатыми структурами средней интенсивности и зонами нарушенности угольного пласта, в кровле которого залегают аргиллиты и алевролиты. Причина этого явления – повышенная нарушенность структуры угольных пластов в зонах разрывов и складок и наличие породных экранов, которые обеспечили сохранение метана, накопившегося в углях. Отрицательные газовые аномалии чаще всего связаны с присутствием крупноамплитудных разрывов и песчаников в кровле угольного пласта. В этом случае повышенная дегазация угольных пластов объясняется нарушенностью пород угленосной толщи на всю мощность, включая покровные отложения.

Таким образом, к геологическим факторам, которые оказывают влияние на увеличение газоносности угольных пластов и содержания в них свободного метана относится наличие локальных структур средней интенсивности с глинистыми породами в кровле угольного пласта. В таких структурах локальные отклонения газоносности от регионального фона достигают  $5 - 8 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$ , а содержания свободного метана – 20 - 35 %. Такие участки следует считать наиболее перспективными для добычи метана из угольных пластов. К геологическим факторам, которые способствовали дегазации угольных пластов относятся наличие крупно- и среднеамплитудных разрывов, а также присутствие в непосредственной кровле пластов толщ песчаников. Эти участки наименее перспективны для добычи метана.

При этом необходимо отметить и некоторые различия. Рассмотренные шахтные поля находятся в различных геологических и тектонических условиях. Шахта Белицкая отрабатывает угли верхних свит среднего карбона и в тектоническом отношении находится в зоне крупноамплитудных надвигов. Шахта «Красноармейская-Западная-1» отрабатывает угли верхней свиты нижнего карбона и расположена в переходной зоне, где нарушения представлены надвигами и сбросами. Шахта им. Героев Космоса отрабатывает угли нижнего карбона и расположена в зоне сбросов.

Рассмотрим сначала основные региональные факторы, повлиявшие на газоносность угольных пластов. На исследованных шахтных полях изменение газоносности угольного пласта в зависимости от степени метаморфизма прослеживается, но незначительно, из-за небольшой территории, ограниченной размерами одного шахтного поля. Фактически основным региональным фактором в пределах шахтопласта становится глубина его залегания. Влияние этого фактора на газоносность угольных пластов и ее свободную составляющую прослеживается на всех исследованных шахтах, но с небольшим различием. Если на шахте «Белицкой», разрабатывающей угли среднего карбона, глубина залегания является определяющим региональным фактором, то на шахтах «Красноармейская-Западная-1» и им. Героев Космоса (нижний карбон) заметно дополнительное влияние других факторов. На «Красноармейской-Западной-1» – это присутствие крупноамплитудных нарушений, а на шахте им. Героев Космоса для более точного определения всех факторов требуются дополнительные исследования.

Локальные геологические факторы, которые привели к образованию в угольных пластах зон с повышенным и пониженным содержанием метана, для углей среднего и нижнего карбона также несколько различны. Особенно это касается тектонических факторов. На шахтах «Белицкая» (средний карбон) и «Красноармейская-Западная-1» (нижний карбон) основным фактором, обеспечивающим формирование положительных газовых аномалий в угольных пластах, являются локальные складчатые структуры. При этом значение имеет не тип складки, а ее интенсивность. Повышенное содержание метана характерно и для синклиналей и для антиклиналей, но только средней интенсивности, когда в результате тектонических напряжений трещиноватая зона в угольном пласте, где может накапливаться метан, уже возникла, а перекрывающие ее породы, образующие покрывку, нарушены не были.

На шахте им. Героев Космоса (нижний карбон) с локальными складками связаны в основном отрицательные газовые аномалии. Возможно, что одной из причин является и прочность пород. Как известно, в Павлоградско-Петропавловском геолого-промышленном районе угли прочнее вмещающих пород. Поэтому в процессе образования складок трещиноватости могли подвергнуться в первую очередь перекрывающие угольный пласт породы, что приведет к частичной дегазификации угольного пласта. Повлиять могло и расположение складок. Все локальные складки в Павлоградско-Петропавловском районе являются приразрывными. Поэтому складка оказывается в зоне дегазирующего влияния крупного нарушения.

Влияние разрывных нарушений на газоносность угольных пластов неоднозначно. С ними связаны и положительные и отрицательные газовые аномалии. Хотя и здесь можно проследить определенную тенденцию. На шахтах «Белицкая» и «Красноармейская-Западная-1» крупноамплитудные нарушения в основном дегазируют угленосную толщу, а на шахте им. Героев Космоса вблизи сместителей крупноамплитудных сбросов наблюдаются как отрицательные, так и положительные аномалии газоносности. Учитывая, что для Западного Донбасса характерно наличие тектонических нарушений, закольматированных глинистым материалом и являющихся водогазонепроницаемыми экранами, а также преимущественно глинистый состав пород разреза, присутствие локальных скоплений метана вблизи крупноамплитудных сбросов района вполне вероятно. Зоны малоамплитудной разрывной нарушенности угольных пластов могут способствовать образованию скопления метана в угольном пласте, только если при этом не были нарушены перекрывающие пласт породы глинистого состава. При значительной интенсивности малоамплитудной нарушенности, когда трещиноватости подвергаются и покровные отложения, угольный пласт дегазируется.