

сгорания газа коксования, при этом чем выше в исходной углепородной смеси содержание угля, тем больше выделяется метана.

5 При коксовании углей или других углепородных смесей происходит взаимодействие промежуточных продуктов термодеструкции одного угля с поверхностью зерен (или их остатков) другого угля, а также промежуточных продуктов термодеструкции разных углей между собой; в итоге образующиеся продукты при нагревании сложной углепородной смеси представляют собой не механическую сумму составляющих, а единую систему с новыми свойствами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Химические вещества из угля // Под ред. И.В. Калечица. – М.: Химия, 1980. – 616 с.
2. Химическая технология твёрдых горючих ископаемых: учеб. пособие // Под ред. Г. Н. Макарова, Г. Д. Харламповича. – М.: Химия, 1986. – 496 с.
3. Приходченко, В.Л. Результаты исследования термодеструкции низкосортных углей и угольных шламов / В.Л. Приходченко, Е.А. Слащева, В.Я. Осенний, Н.В. Коваль // Геотехническая механика. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2010. – Вып. 85. – С. 154 – 160.
4. Применение ЭВМ для термодинамических расчётов металлургических процессов / Синярев Г. Б., Ватолин Н.А., Трусов Б. Г., Моисеев Г.К. – М.: Наука, 1982. – 221 с.
5. Обосновать и определить базовые варианты комплексной утилизации шламов и некондиционных углей, выполнить лабораторные исследования основных параметров термической переработки шламов и некондиционных углей (на базе сырья Червоноградской обогатительной фабрики): Отчёт о НИР (промежуточный) ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины; Руководитель А.Ф. Булат. – Днепропетровск, 2009. – 155 с. - № 0107U002003; инв № 6959.
6. Разработать исходные данные на проектирование энерготехнологического комплекса утилизации шламов и некондиционных углей: Отчёт о НИР (заключительный) ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины; Руководитель А.Ф. Булат. – Днепропетровск, 2009. – 155 с. - № 0107U002003; инв № 7112.

**УДК 553.94:622.324**

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

### **ВЛИЯНИЕ ЛИТОЛОГИИ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА В УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩЕ**

Розглянутий вплив літології на перерасподіл метану у вугільних пластах на шахтах Красноармійського району Донбасу.

### **THE INFLUENCE OF LITOLOGY ON METHANE RE-DISTRIBUTION IN COAL-CONTAINED SEAM**

The influence of lithology on methane re-distribution in coal beds on the mines of Krasnoarmeysk region of Donbas were considered.

Добыча угля сопровождается выделением значительного количества метана, что приводит к ухудшению безопасности горных работ и усложняет условия отработки угольных пластов. Но метан также является ценным сырьем и его ресурсы достаточно велики. При этом Украина принадлежит к странам лишь частично обеспеченным традиционными видами первичной энергии, такими как нефть и природный газ и может обеспечить потребности за счет собственной добычи только на 20 - 25 %, а на 75 - 80 % энергозависима от импорта этого сырья. Поэтому все более очевидной становится необходимость добычи метана угольных месторождений и его использования. Это позволит не только значительно повысить безопасность труда и эффективность горных работ, но и получить энергетическое сырье, а также улучшить экологическую ситуацию, сократив опасные выбросы в атмосферу. Тем более что общие ресурсы метана в угольных пластах и пропластках угленосных отложений Украины значительно превышают запасы природного газа. По оценкам отечественных и зарубежных экспертов Украина занимает четвертое место в мире по ресурсному потенциалу метана в угольных месторождениях после Китая, России и Канады. Общие ресурсы шахтного метана в основном угольном бассейне Украины - Донбассе в породах и угольных пластах составляют 22,2 трлн. м<sup>3</sup>.

Невзирая на то, что запасы метана в угольных месторождениях очень большие, применять традиционные технологии добычи газа практически не возможно, потому что основной объем метана в угольных пластах находится в сорбированном состоянии. Поэтому для добычи метана из угольных пластов необходимо применение новых технологий, которые создают условия для перехода сорбированного метана в свободное состояние. Для этого в угольном пласте технологическим путем создается нарушенная зона, где накапливается метан, который переходит в свободную фазу. Но в угольных пластах встречаются и естественные нарушенные зоны, где метан уже находится в свободном состоянии. Нахождение мест таких зон значительно упростило бы технологию добычи метана на угольных месторождениях.

Нами исследованы некоторые факторы, которые влияют на распределение метана в угольных пластах Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса. Изучались наиболее газоносные шахты района: "Белозерская", "Добропольская", "Алмазная", "Белицкая". Одним из важных геологических факторов, влияющих на распределение метана в угленосной толще, является, как известно, литологический состав и строение вмещающих угольные пласты пород. Нужно учитывать, что влияние этого фактора на размещение метана (особенно его свободной фазы) в угольном пласте двойственное. Во-первых, хорошо известно, что литологический состав и физические свойства вмещающих пород в значительной мере определяют степень дегазации угольных пластов. В работах многих исследователей [1 - 3 и др.] отмечается, что породы глинистого и песчано-глинистого состава усложняют фильтрацию метана, а угольные пласты, которые залегают среди хорошо проницаемых песчаников, более дегазированы. Вместе с тем, на распределение газов в

угольных пластах значительное влияние оказывает разрывная нарушенность и трещиноватость угольных пластов, которая, в свою очередь, также в значительной мере зависит от литологии пород междупластий.

Изучение влияния литологического состава и физических свойств вмещающих пород на распределение метана в угольном пласте проводилось отдельно для сорбированного и свободного метана. Проведенный расчет средних значений процента содержания свободного метана по результатам опробования угольного пласта I<sub>3</sub>, позволил проследить четкую зависимость содержания свободного метана в пробах от литологического состава пород непосредственной кровли угольного пласта. Так, среднее содержание свободного метана в пробах на участках угольного пласта, непосредственной кровлей которого являются породы глинистого состава - аргиллиты, составило 21,9 %. Присутствие в непосредственной кровле угольного пласта пород песчано-глинистого состава (алевролитов) уменьшило среднее содержание свободного метана в угольном пласте до 15,5 %. Если же в непосредственной кровле угольного пласта залегают песчаники, среднее содержание свободного метана в пробах составило лишь 10,6 %. Таким образом, участки угольного пласта, в непосредственной кровле которых залегают песчаники, были частично деметанизированы.

Средние значения метаноносности угольного пласта (ее сорбированной составляющей) для разных литотипов пород района исследований оказались практически одинаковыми, что в целом дает возможность отметить отсутствие зависимости содержания сорбированного метана в угольном пласте от литологического состава пород непосредственной кровли пласта.

Таким образом, поскольку метан в угольном пласте находится в сорбированном и свободном состояниях, влияние литологического состава пород непосредственной кровли на распределение метана в угольном пласте различно. На распределение метана, который находится в сорбированном состоянии, состав пород непосредственной кровли влияния практически не имеет. Для распределения свободного метана состав пород непосредственной кровли является важным. Так, участки угольного пласта, в непосредственной кровле которых залегают породы глинистого состава, будут характеризоваться повышенным содержанием свободного метана. И, наоборот, на участках угольного пласта, перекрытых слабометаморфизованными песчаниками, которые имеют высокую газопроницаемость, значения содержания свободного метана будут снижены. Особенно это влияние существенно для зон трещиноватости, где возникают условия для перехода метана из сорбированного в свободное состояние и где он может накапливаться.

Нужно отметить, что зоны трещиноватости, которые сформировались в угольном пласте и во вмещающих его породах, могут накапливать, в зависимости от условий, метан или воду. Метан, переходя из сорбированного состояния в свободное, накапливается в трещиноватой зоне, образуя локальное скопление свободного метана, которое при вскрытии горными выработками может проявиться в виде суфляра. Если же зона трещиноватости достигла

пласта-коллектора подземных вод, то вода по трещинам проходит к угольному пласту, что может проявиться при разработке в виде капеза и прорывов воды в горные выработки. В этом случае происходит вынос свободного метана подземными водами и дегметанизация участков пласта. Вмещающие угольные пласты породы Красноармейского геолого-промышленного района очень обводнены. В работах А.М. Брижанева [4], О.И. Кравцова[1] и других авторов отмечается, что когда в кровле угольного пласта находится обводненный песчаник, это приводит к дегазации угольного пласта. Проведенные нами исследования позволили подтвердить, что влияние обводненного песчаника, который находится в кровле на содержание метана в угольном пласте действительно значительно. Прослеживается уменьшение значений содержания и сорбированного, и свободного метана. Это влияние прослеживается не на всем пласте, а лишь на некоторых его участках – именно в тех местах, где развиты зоны трещиноватости пласта и вмещающих его пород. На других участках пласта влияние обводненного песчаника на содержание метана не прослеживается, потому что от угольного пласта его отделяет толща водонепроницаемых пород. И если эти глинистые породы трещинами не нарушены, то они будут служить экраном и создавать условия для накопления метана в угольном пласте. Поэтому при исследовании условий, в которых может сформироваться локальное скопление свободного метана необходимо учитывать еще и интенсивность тектонической нарушенности, которая привела к образованию трещиноватой зоны. Так как, при значительной интенсивности трещинами будут нарушены и вмещающие угольный пласт породы, что может создать условия для дегметанизации угольного пласта.

Нужно учитывать, что литологический состав и строение угленосной толщи оказывают значительное влияние и на интенсивность проявления малоамплитудных разрывов угольных пластов. Это связано с переслаиванием в разрезе угленосных отложений различных литологических типов пород, которые имеют разные физико-механические свойства. Они по-разному реагируют на влияние тектонических нагрузок, что приводит к перераспределению региональных палеонапряжений, концентрации их на отдельных участках угленосной толщи, и как следствие, возникновению здесь разрывов. Исследования на полях шахт “Добропольская” и “Алмазная” показали, что степень влияния этого фактора зависит от интенсивности нарушенности угольных пластов многопластовыми разрывами. Так, на шахте “Добропольская”, где наибольшее развитие получили многопластовые малоамплитудные разрывы, с изменением строения пород междупластий связана меньшая часть зон однопластовых разрывов. Это зоны разрывов, которые контролируются границами между разнопрочными литологическими типами вмещающих пород (выклинивание алевролита в непосредственной кровле пласта, выклинивания выше- и нижезалягающего песчаников). Большая же часть зон однопластовых разрывов на шахте “Добропольская” контролируется многопластовыми нарушениями. На поле шахты “Белицкая”, где многопластовые разрывы менее распространены, изменчивость

литологического строения углевмещающей толщи имела главное значение в формировании зон однопластовых малоамплитудных разрывов. Зоны таких разрывов контролируются границами между разнопрочными литологическими типами вмещающих пород. При этом выделяются зоны, которые связаны с выклиниванием аргиллита и алевролита в непосредственной кровле пласта  $I_3$  и зоны, которые связаны с выклиниванием вышезалягающего песчаника  $I_3S_4$ . Литологическое строение углевмещающей толщи, без сомнения, является одним из факторов, контролирующих интенсивность развития зон однопластовых малоамплитудных разрывов угольных пластов, которые способны накапливать метан в свободном состоянии.

Таким образом, для прогноза локальных скоплений свободного метана в угольных пластах необходимо детальное изучение литологического состава и строения углевмещающей толщи в двух аспектах – как фактора, непосредственно влияющего на миграцию газов, и как фактора влияющего на формирование нарушенных зон, важнейшей составляющей в распределении газов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравцов А.И. Геология и геохимия природных газов угольных месторождений / А.И. Кравцов // Геология угольных месторождений. - М.: Наука, 1969. - Т.1. - С. 124 - 128.
2. Забигаило В.Е. Проблемы геологии газов угольных месторождений / В.Е. Забигаило, А.З. Широков.-К.: Наук. думка, 1972. – 172 с.
3. Токарева Э.Г. Красноармейский угленосный район / Э.Г. Токарева, Н.Ф. Лысенко, Г.Б. Яновская, Г.В. Титова // Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР / Под ред. А.И. Кравцова. - М.: Недра, 1979. - Т.1. – С. 72 - 83.
4. Брижанев А.М. Закономерности образования и накопления углеводородных газов в угольных бассейнах и перспективы их освоения: Дис. на соискание науч. степени докт. геол.-мин. наук: спец. 040016 / А.М. Брижанев. - Донецк, 1987. – 366 с.

УДК [622.74:621.928.235:532.5].001.572

Канд. техн. наук В.Л. Морус  
(ИГТМ НАН Украины)

канд. техн. наук П.Е. Филимонов  
(ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»)

### **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ПОЛЕ ВИБРАЦИОННЫХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ**

Розроблено математичну модель циркуляційного руху матеріалу в поле вібраційних і гідродинамічних сил. Розроблено алгоритм і програма чисельного рішення рівнянь циркуляційного руху частки; наведений приклад розрахунку.

### **DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF CIRCULATORY MOTION OF THE MATERIAL IN THE FIELD OF VIBRATION AND HYDRODYNAMIC FORCES.**

A mathematical model of the circulatory motion of the material in the field of vibration and hydrodynamic forces. The algorithm and program of the numerical solution of the equations of