

2003. - № 7. – С. 37-39.

8. Корчемагин В.А., Павлов И.О., Емец В.С. Компенсационные дислокации в крыльях сдвиговых зон (по материалам отработки угольных пластов в Донецко-Макеевском районе)// Сб. науч. трудов НГУ. – Днепропетровск, НГУ, 2010. – Т.2. - № 34. – С. 51-57.

9. Гаркаленко И.А., Бородулин М.А., Михалёв А.К. О некоторых вопросах структуры и перспективах нефтегазоносности южного борта Донецкого прогиба на основе материалов ГСЗ// Геологический журнал, 1972. - № 4. – С. 12-20.

**УДК 622.831.322:622.23.085**

канд. техн. наук В.В. Круковская

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССА ВЫБРОСА УГЛЯ И МЕТАНА В ЗАБОЕ ВЫРАБОТКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ**

Виконано чисельне моделювання процесу викиду вугілля та метану у вибої одиночної гірничої виробки, для випадків, коли вона проводиться комбайновим та буропідривним способом по викидонебезпечному пласту. Проаналізовано зміну розподілів коефіцієнтів проникності поперед вибоєм, значень тиску та швидкості руху газу.

## **FEATURES OF THE PROCESS OF THE COAL AND GAS OUTBURST IN THE ROADWAY FACE AT VARIOUS WAYS OF DEVELOPMENT**

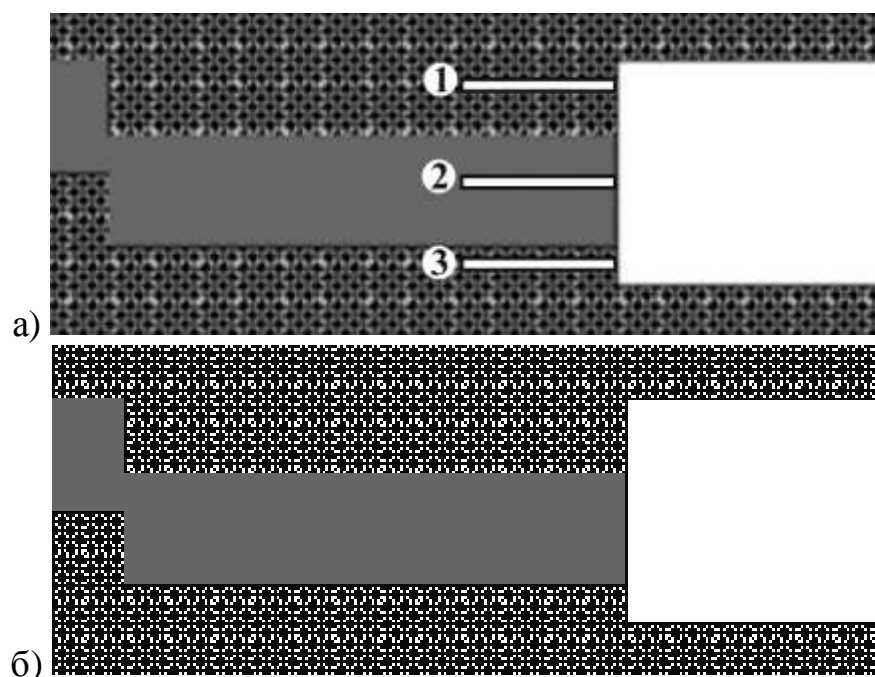
Numerical modeling of process of coal and methane outburst in a working face of single opening, what is driving by cutter-loading or drill and fire system on the seam dangerous on coal and gas outbursts, is executed. Change of distribution of permeability coefficient ahead of a face, pressure values and speed of gas motion is analysed.

Технологические взрывные работы и особенно сотрясательное взрывание зачастую являются причиной выбросов угля и газа и единственной причиной выбросов породы и газа [1]. В основных угледобывающих странах мира около 70 % выбросов происходят в результате ведения взрывных работ.

Исследуем методами математического и компьютерного моделирования и сравним параметры протекания процесса выброса угля и метана при буровзрывном и комбайновом способах проходки одиночной горной выработки. Математическая постановка задачи о развязывании динамических процессов при взрыве зарядов ВВ в газонасыщенном углепородном массиве, в забое выработки приведена в статье [2]; при проведении выработки комбайновым способом – в [3].

Рассматривается случай, когда забой выработки высотой 3 м находится на расстоянии 9,75 м от тектонического нарушения типа «сброс» с амплитудой смещения 1 м, вокруг которого расположена десятиметровая зона перемятого угля. Мощность выбросоопасного угольного пласта – 1,5 м, глубина проведения выработки – 1000 м. Газоносность угля – 20 м<sup>3</sup>/т, содержание метана в свободной форме – 10 %, в сорбированной – 90 %. Вмещающая порода – аргиллит. В расчете с БВР принято, что радиус заряда –  $R_0 = 0,025$  м, взрывание происходит в момент времени  $t = 0,2$  с, длина шпуров 1-3  $l_{uu} = 2,0$  м. Шаг по времени для обоих случаев составляет 0,1 с.

Расчеты проводятся с помощью метода конечных элементов. Конечно-элементные сетки для обоих случаев показаны на рис. 1. В результате получим распределения геомеханических и фильтрационных параметров в различные моменты времени.



а) при БВР; 1-3 – шпуровые заряды; б) при проходке комбайном.

Рис. 1 – Центральный фрагмент конечно-элементной сетки

На рис. 2 показаны изолинии относительного давления метана и рост полости выброса в различные моменты времени. Видно, что в момент взрыва в зоне взрывания шпуровых зарядов давление образующихся газов многократно превосходит давление метана в нетронутым массиве. Одновременно происходит резкое снижение давления метана в пространстве между плоскостью забоя и плоскостью взрывания – образуется полость с глубиной, приблизительно равной  $l_{ш}$ , рис. 2а. Откол угля и породы вызывает мгновенное обнажение новой поверхности забоя. Минимальная компонента тензора напряжений на этой поверхности равна нулю, а в непосредственной близости к ней еще сохраняются значительные сжимающие напряжения области опорного давления. Это обуславливает возникновение высоких градиентов напряжений на контуре образованной полости. Кроме этого, большая площадь вновь образованной поверхности, высокие значения коэффициента проницаемости приконтурной части угольного пласта, вызывают интенсивную десорбцию метана. Градиенты давления метана принимают очень высокие значения. Скорости фильтрации в этой зоне резко возрастают, газ начинает отрывать отделенные трещинами пластинки угля, обнажается следующий поверхностный слой – и весь процесс повторяется снова. Другими словами, происходит развитие самоподдерживающегося процесса выброса угля и метана,

спровоцированного взрывом. Затем рост полости останавливается, рис. 2д, скорости течения метана падают, давление метана в угольном пласте продолжает медленно снижаться – геомеханические процессы и процесс течения газа возвращаются к квазистационарному режиму.

Из расчетов следует, что время протекания динамического процесса – 7 с. Длина полости выброса достигает 6,6 м.

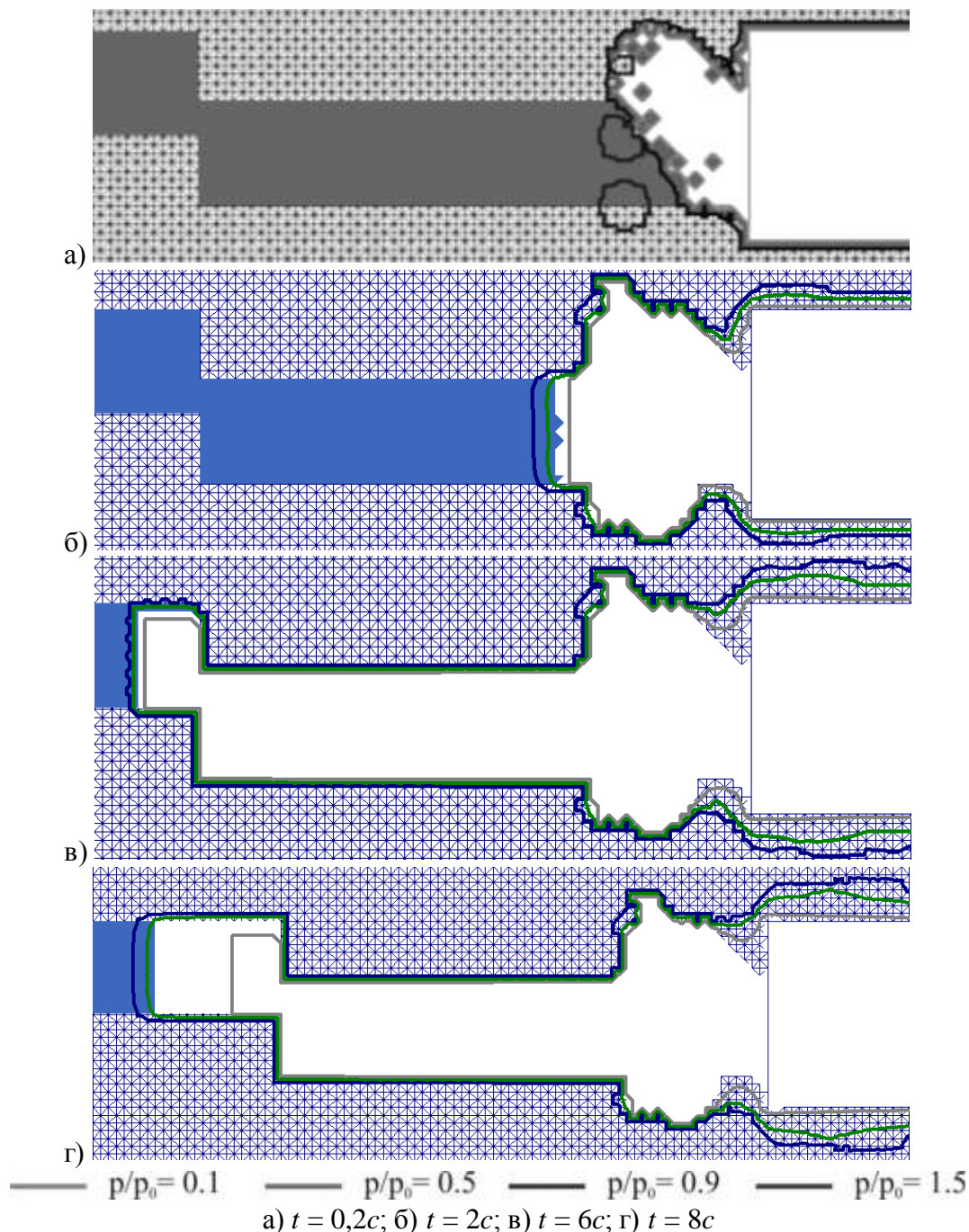


Рис. 2 – Относительное давление метана и рост полости выброса при БВР

При проведении выработки комбайном получим развитие процесса выброса, показанное на рис. 3. Время протекания динамического процесса – 11 с. На первых секундах происходит инициация выброса; в интервале 2-10 с –

собственно процесс выброса, на 10-11 с – его затухание. Длина полости выброса при данных условиях достигает 6,5 м. Можно заметить, рис. 2г и 3д, что давление метано-воздушной смеси внутри полости выброса в течение процесса выброса увеличивается с 0,1 до 3 МПа.

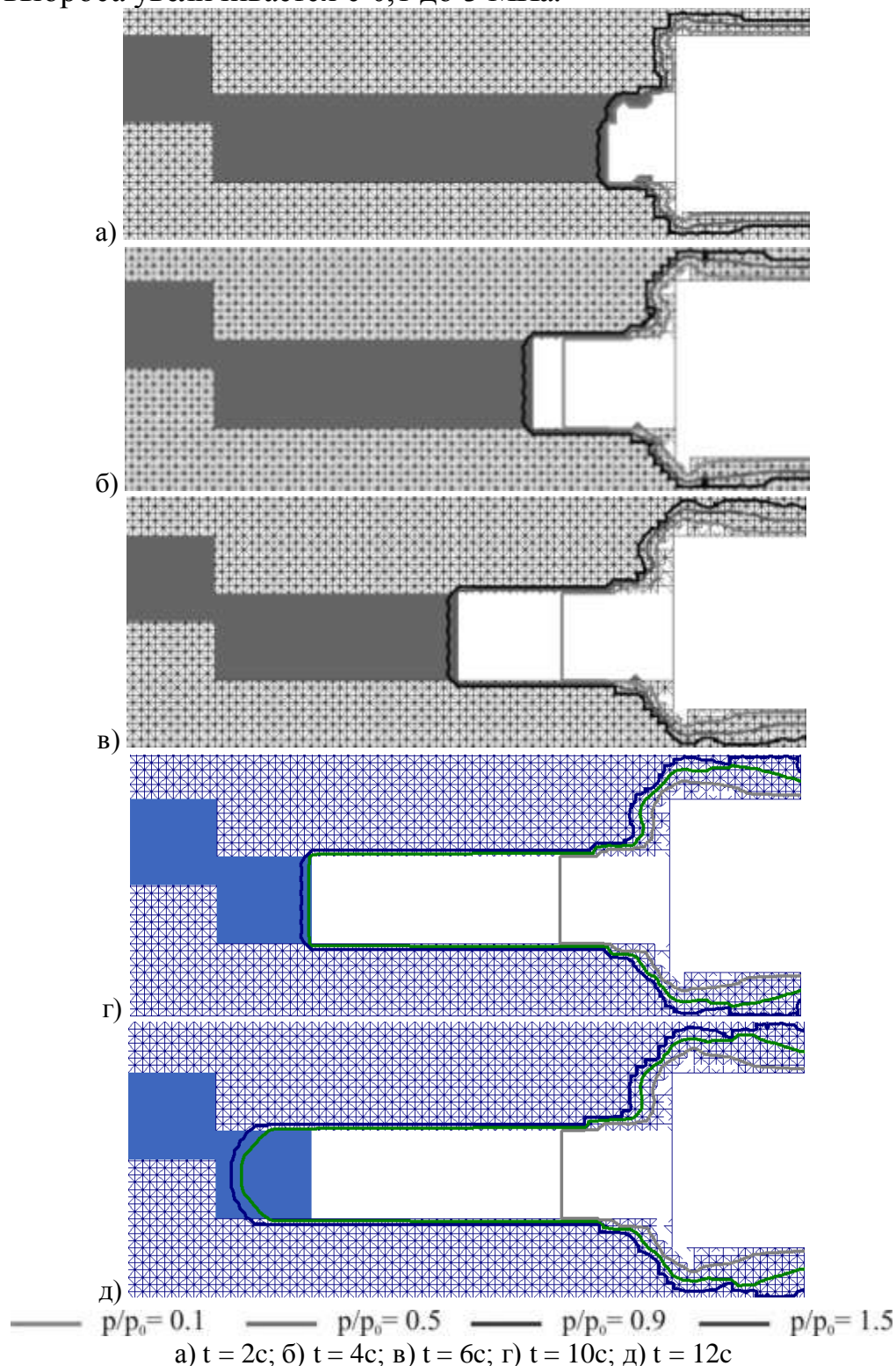


Рис. 3 – Изобары относительного давления метана и рост полости выброса при проходке выработки комбайном

Это происходит из-за частичного или полного перекрытия поперечного сечения выработки массой разрушенного угля, временного повышения

давления воздуха в самой выработке. Изменение граничных условий – повышение давления метана на контуре полости выброса – является одним из условий затухания процесса выброса угля и газа, что отмечено Шевелевым Г.А. [4].

Сравним полученные распределения проницаемости на фронте выброса при проходке выработки буровзрывным и комбайновым способами, рис. 4.

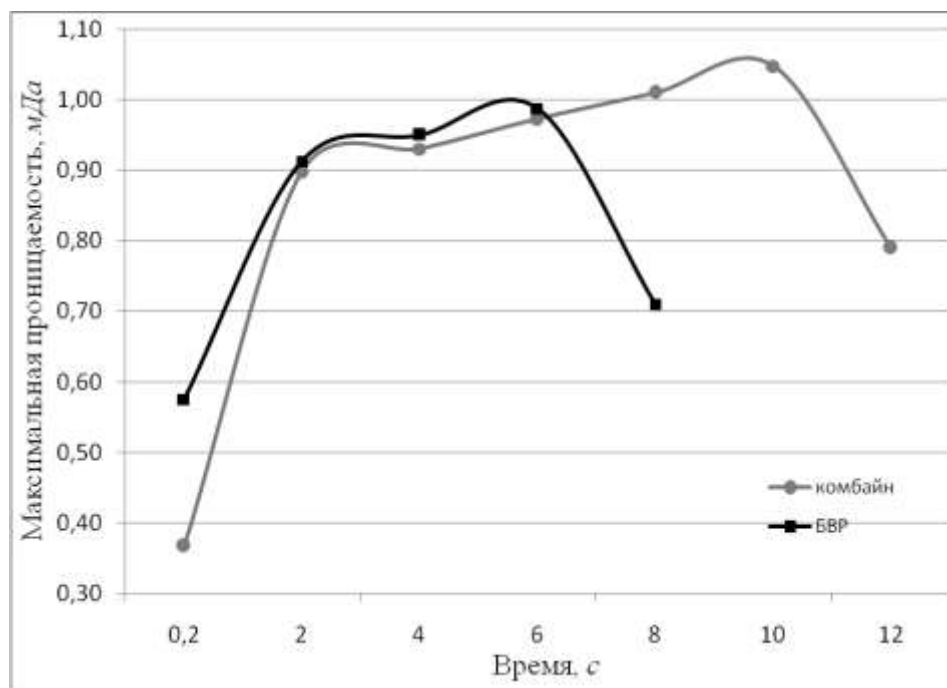


Рис. 4 – Сравнение проницаемости на фронте выброса при комбайновом и буровзрывном способах проходки

Из рисунка видно, что при равных начальных и граничных условиях кривые изменения максимальной проницаемости на фронте выброса имеют значительные отличия: время протекания выброса при БВР уменьшается на 4 с за счет сокращения второй стадии – стадии протекания процесса, при этом время инициации и затухания остается практически неизменным; проницаемость в начальный период процесса выброса при БВР в 1,5 раза выше за счет влияния действия взрыва.

Из экспериментальных наблюдений [5] следует, что в период протекания выброса у поверхности обнажения существует и перемещается вместе с ней зона разрушения глубиной 0,3-0,5 м, в пределах которой система образующихся трещин нормально ориентирована к направлению развития выброса. При расчетах получено, что зона разрушения на фронте выброса имеет глубину 0,25-0,3 м для принятых начальных и граничных условий.

Изменение давления метана на фронте выброса при проходке буровзрывным и комбайновым способами отличается продолжительностью динамической стадии процесса и наличием пика давления в момент взрыва  $t = 0,2$  с.

Сравним полученные графики скоростей течения метана на фронте выброса при проходке выработки буровзрывным способом с данными по скоростям при проходке комбайном, рис. 8.

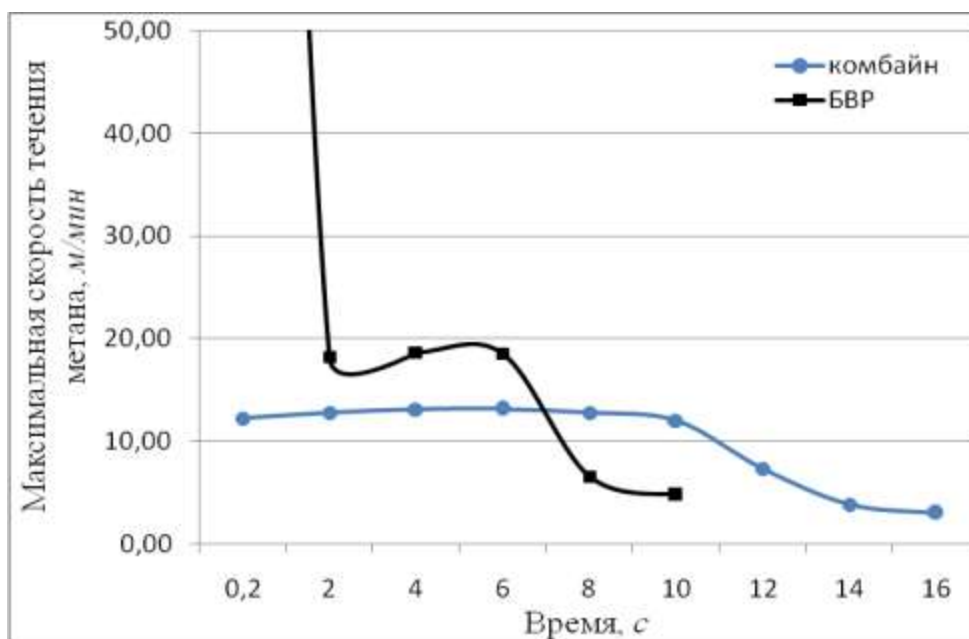


Рис. 5 – Сравнение скоростей течения метана на фронте выброса при комбайновом и буровзрывном способах проходки

Из рисунка видно, что при прочих равных условиях кривые изменения максимальных скоростей течения газа на фронте выброса имеют следующие отличия: время протекания выброса при БВР уменьшается на 4 с – процесс выброса протекает быстрее и имеет большую интенсивность; максимальные скорости течения газа в начальный период процесса выброса при БВР выше в 17,3 раза выше за счет влияния действия взрыва; в период протекания процесса выброса при БВР – выше в 1,4 раза; в период затухания процесса выброса при БВР также остаются более высокими – в 1,3 раза. Таким образом, процесс выброса при проходке выработки буровзрывным способом протекает быстрее и имеет большую интенсивность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Формирование выбросоопасных зон в углеродном массиве и способы предотвращения выбросоопасности на шахтах/ Жаров А.И., Красюк Н.Н., Ремезов А.В. и др. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2006. – 92 с.
2. Круковская В.В. Анализ изменения параметров течения метана в забое выработки, проводимой по выбросоопасному пласту буровзрывным способом// Геотехническая механика: Сб. научн. тр. / НАН Украины ИГТМ. – Днепропетровск, 2010. – № 88. – С. 59-70.
3. Круковская В.В. Изменение проницаемости угля и параметров течения метана на фронте выброса // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / НАН Украины ИГТМ. – Днепропетровск, 2008. – № 78. – С.34-42.
4. Шевелев Г.А. Динамика выбросов угля, породы и газа. – К: Наук. думка, 1989. – 160 с.
5. Трифонова Н.В. О закономерностях изменения газодинамических параметров зоны разрушения в процессе выброса. // В сб. Выбросы угля, породы и газа. – К.: Наукова думка, 1976. – С. 60-64.

Генеральный директор ГРГП «Донецкгеология»,  
к.г.-м. н. Н. В. Жикаляк,  
нач. ЗД КГРГ И.М. Шайдорова,  
ведущий геолог ЗД КГРГ Ю.Г. Свербихин

## **ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГАЗА МЕТАНА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ШАХТ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА**

Показані гірничо-геологічні умови вилучення метану з вугільних родовищ та шахт Західного Донбасу: геологічна побудова вугільних родовищ, характеристика вугленосних відкладів, як газо-вугленосних, пошукові ознаки покладів вуглеводневих газів у Західному Донбасі, ресурси вуглеводневих газів у Західному Донбасі, можливості використання попередньої дегазації вуглевміщуючої товщі на шахтних полях.

## **MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF EXTRACTING METHANE FROM COAL DEPOSITS AND COAL MINES OF WESTERN DONBASS**

Provides mining and geological conditions of extracting methane from coal deposits and coal mines of Western Donbass: geology of coal deposits, characteristic of coal sediments as gas-coal, search features of hydrocarbon gases in Western Donbass resources, hydrocarbon gases in Western Donbass, possibility of degassing of uglevmešaúšej column on the mine fields.

Метан угольних месторождений сформировался в результате биохимических и физических процессов в ходе преобразования растительного материала в каменный уголь. На торфяной и бурогольной стадиях растительные остатки содержали большое количество лигнита, в структуре которого имеется много метильных групп. В ходе геологической истории в результате термической переработки органического вещества (метаморфизма углей) происходило освобождение метильных радикалов, которое затем отрывали (притягивали) атом водорода от органических молекул и превращались в метан. Кроме того, в зонах глубинных разломов сбросового типа Западного Донбасса, по-видимому, происходит перманентный подток глубинного метана из кристаллического фундамента. В целом в условиях Павлоградско-Петропавловского угленосного района добыча 1 т угля сопровождается выделением в горные выработки от 5 м<sup>3</sup> до 8-10 м<sup>3</sup> чистого метана на 1 т добытого угля.

Постоянная необходимость обеспечения промышленной безопасности угледобычи за счет деметанизации (дегазации) углей и актуальность поиска дополнительных газовых ресурсов обуславливают целесообразность рассмотрения метана угольных месторождений и шахт с позиций потенциальных запасов энергетического топлива и химического сырья, которые определяются сейчас, как комплексные газугольные [1]. Здесь следует отметить, что 1000 м<sup>3</sup> газа метана соответствует 1200 кг условного топлива. Следовательно, метан угольных месторождений и шахт – экологически более чистое, чем уголь, и энергетически более эффективное топливо. Кроме того, извлечение и утилизация шахтного метана позволяет