

отсутствием затрат на опережающую дегазацию на участках, которые будут работать после дегазации.

Достоинства. Во-первых, решается важная проблема – извлечение метана плотных песчаников. Добытый газ с высоким содержанием метана может быть использован как энергоноситель для нужд шахты или продаваться газопотребляющим предприятиям. Во-вторых, предварительная дегазация песчаников приводит к снижению общей газоносности углепородного массива и, как следствие, приведет к уменьшению поступления метана в горные выработки, что позволит увеличить темпы добычи угля без снижения уровня безопасности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горная энциклопедия: в 5 т. / «Советская энциклопедия». – М., – 1991. – Т. 5. – С. 310.
2. Пат. К 75821 Україна, Е 21 F 7/00. Спосіб випереджаючої дегазації порід покрівлі високонавантажених лав / А.Ф. Булат, Ю.Л. Звягільський, І.О. Єфремов [та ін.]; заявники і патентоволодарі: Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Орендне підприємство «Шахта ім. О.Ф. Засядька». – № 20041108929; заявл. 01.11.04; надрук. 15.05.05, Бюл. № 5.
3. Клец, А. П. Потоки метана при опережающей дегазации / А.П. Клец, И.А. Ефремов // Материалы XVIII Международной научной школы им. академика С.А. Христиановича / – Крым, Алушта, 2008. – С. 135-139.
4. Клец, А.П. Экспериментальные исследования способа опережающей дегазации высоконагруженных лав / А. П. Клец, И. А. Ефремов, Б. В. Бокий // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2008. – Вып. № 80. – С. 72-77.
5. Ефремов, И.А. Опережающая дегазация песчаников на шахте имени А.Ф.Засядько / И.А.Ефремов // Матеріали Міжнародної конференції «Форум гірників – 2010» Д.: Національний гірничий університет, 2010.– С. 167-171.
6. Випереджаюча дегазація порід покрівлі високопродуктивних лав. Правила застосування: СОУ 10.1.001174088.023:2010 / О.І. Касімов, В.М. Кочерга, А.М. Брюханов [та ін.]. – Затверджено наказом Мінвуглепрому № 325 від 31 серпня 2010 року. – Макіївка : МакНДІ, 2010. – 21 с.
7. Клец, А.П. Опережающая дегазация пород кровли добычных участков / А. П. Клец // Геолог Украины. – 2009. – № 3. – С. 136-138.
8. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок на угольных месторождениях / МУП СССР.– М., Недра, 1981. – 288 с.

**УДК 550.81:553.94(477.62) 551.24.03**

Докт. г.-м. н. В.А. Корчемагин,  
канд. г.н. И.О. Павлов,  
ассистент А.В. Никитенко

### **ГЛУБИННЫЕ СТРУКТУРЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА И ИХ РОЛЬ В РАЗМЕЩЕНИИ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Скупчення газу у вугленосних відкладах південної частини Донбасу пов'язані переважно із структурними та структурно-тектонічними пастками. Утворення, просторове положення та тип цих пасток контролюються структурами кристалічного фундаменту.

### **ABYSSAL STRUCTURES OF THE SOUTHERN PART OF DONBAS AND THEIR SIGNIFICANCE IN ARRANGEMENT OF HYDROCARBON ACCUMULATION ANNOTATION**

Gas accumulations in carboniferous deposits of the southern part of Donbas are mainly associated with structural and structural-tectonic traps. Genesis, spatial position and type of the traps are controlled by crystalline basement.

Одним из наиболее перспективных и масштабных альтернативных видов топлива в настоящее время на Украине является газ угольных месторождений. По предварительным оценкам ряда исследователей мировые ресурсы угольных газов оцениваются в 160 трлн. м<sup>3</sup> [1]. В том числе ресурсы углеводородных газов в угольных пластах Донбасса оценены в 1,2 трлн. м<sup>3</sup>.

В настоящее время уже существуют техника и технологии, позволяющие экономически эффективно добывать и использовать газ угольных месторождений. С учётом этих технологий наибольший промышленный интерес представляют углеводородные газы, находящиеся в угленосной толще в свободном состоянии и часто образующие крупные скопления в различного рода ловушках. Именно такие залежи чаще всего являются объектом поисков и оценки.

По особенностям геологических условий, необходимых для формирования скоплений свободных газов в угленосных толщах, выделяют следующие типы ловушек:

- стратиграфические ловушки, образованные коллекторами, которые экранируются несогласно залегающими покрывками. Они могут образовываться на выходах углевмещающих пород под перекрывающие их более молодые отложения;

- литологические ловушки, образованные при выклинивании коллектора или его фациальном замещении;

- структурные ловушки, представленные антиклинальными типами резервуаров: своды поднятий, купола, выступы, брахиантиклинали;

- структурно-тектонические ловушки образуются в пределах складок, разорванных дизъюнктивами, когда плоскости сместителей экранируют пласты коллекторы;

- тектонические ловушки образуются в зонах нарушений, где резервуарами служат массивы трещиноватых пород и зоны дробления разрывов, находящиеся в плохо проницаемых породах;

- гидродинамические ловушки образуются при смене крупнопоровой структуры коллектора на тонкопоровую;

- техногенные газовые ловушки образуются в процессе разработки угольных пластов.

Определения величин пористости, газопроницаемости пород и углей, проведенные в различных районах Донбасса, показали, что они практически газонепроницаемы. Относительно низкой пористостью и проницаемостью обладают и основные пласты коллекторы – песчаники и угли [2, 3]. В тоже время, аномальные значения пористости (от 10,5 до 18-28,0 % [4]) были установлены в зонах интенсивной трещиноватости, которые сопровождают как разрывную тектонику, так и пликвативные дислокации (флексурные, антиклинальные складки). Например, на поле шх. им. А.Ф. Засядько максимальная пористость песчаников (12,0-16,8 %) была зафиксирована по скв. ДМ 1922, ДМ 1918 в зонах дизъюнктивных и пликвативных нарушений. Можно утверждать, что наиболее перспективными типами коллекторов в районе являются трещинно-поровый и

трещинный, которые могут вмещать промышленные скопления газа в тектонических, структурных и структурно-тектонических ловушках.

Ранее уже отмечалось, что для Донецко-Макеевского района намечается отчётливый структурный контроль скоплений свободного газа. Здесь они приурочены к крупным пликативным и некоторым типам разрывных дислокаций [5]. Высокая газонасыщенность угленосных отложений в зонах этих структур, проявила себя серией свободных газовыделений из разведочных скважин, многочисленными выбросами, суфлярами и загазированием горных выработок.

В южной части района этот контроль проявляется в приуроченности основной массы газопроявлений (в виде суфляров, выбросов) к зонам дизъюнктивной тектонической нарушенности, формирующей в современной геологической структуре «тектонополосы» или зоны скалывания [6]. Как было установлено ранее при структурно-тектонофизических исследованиях [7] в кинематическом плане эти нарушения относятся к сдвигам. Горными работами они прослежены на километры по простиранию и сотни метров по падению. В крыльях многих из них развиты вторичные деформации или компенсационные структуры, которые компенсируют субгоризонтальную подвижку по основной сдвиговой зоне, трансформируя её в субвертикальные смещения по плоскостям надвигов [8].

В современной геологической структуре эти сдвиги формируют сложно построенную дизъюнктивную зону регионального уровня. Она трассируется в субширотном направлении приблизительно вдоль Мушкетовского надвига почти на 40 км (от шх. №12 «Наклонная» на востоке до поля шх. «Трудовская» на западе). Ширина зоны достигает 5-6 км (рис.1). Она не имеет четких тектонических ограничений и выделяется как зона повышенной концентрации разрывных дислокаций. Максимальное количество дизъюнктивов сосредоточено в полосе вдоль Мушкетовского надвига, по которому многими также отмечаются сдвиговые подвижки.

Т.о. в южной части Донецко-Макеевского района основной тектонической структурой, контролирующей скопления свободного газа, является выделенная зона развития сдвиговых дизъюнктивных дислокаций.

В северной же части Донецко-Макеевского района крупные объёмы свободного газа контролируется складчатыми структурами – региональными флексурами и крупными купольными поднятиями. В пределах этих региональных структур газовыделения носят очаговый характер и обычно приурочены к локальным деформационным элементам горного массива (мелким складкам и мелкоамплитудным разрывам), т.е. структурно-тектоническим ловушкам. Описание морфологии и кинематики подобных дислокаций, а также генетической природы флексур приводилось ранее [5].

Помимо общеизвестных флексур, в этой части района имеется серия довольно крупных антиклинальных поднятий. Это, прежде всего, Зуевский купол (на западном замыкании Южной антиклинали). К западу от этого купола выделяются ещё целый ряд положительных структур. Это Калиновский, Чайкинский, Верхнекальмиусский купола (см. рис. 1).



Ширина зоны дислокаций в каменноугольных отложениях составляет 15-20 км (рис. 2).

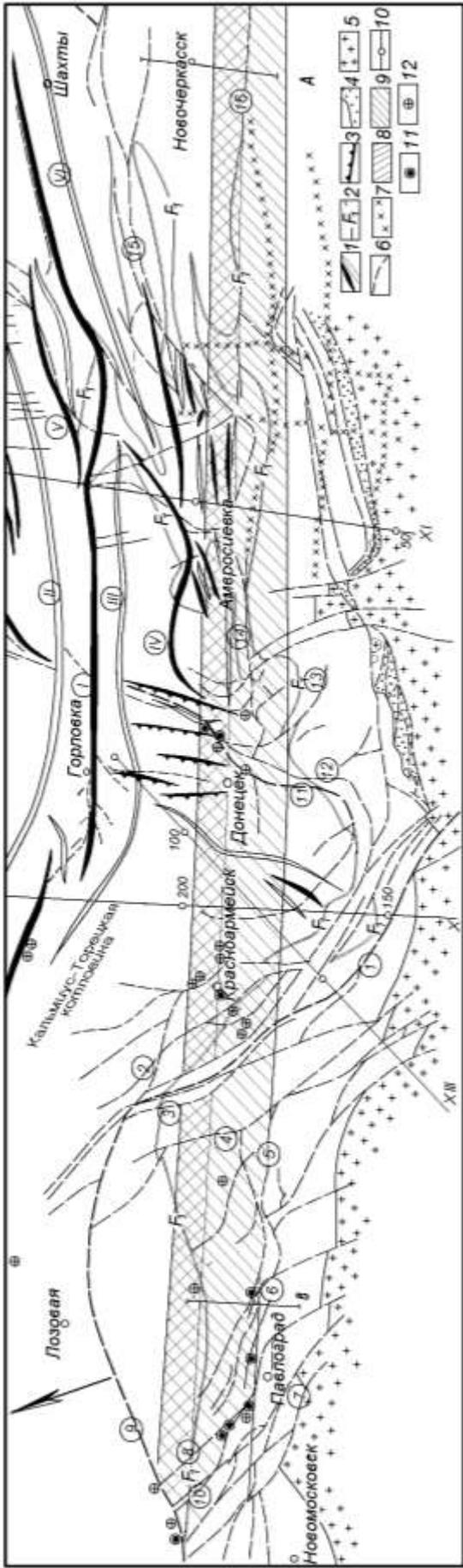
В пределах Донецко-Макеевского района южная граница выделенной надразломной зоны совпадает с вышеописанной субширотной полосой развития сдвиговых дислокаций. Осевая линия этой полосы проходит вдоль Мушкетовского надвига.

Северная граница этой зоны пространственно совпадает с полосой развития выделенных купольных структур. Интенсивность проявления разрывной тектоники здесь существенно ниже, чем у южной границы. Но и здесь выделяются системы мелкоамплитудных разрывов (преимущественно сдвиговой кинематики), параллельных простиранию выделенной зоны.

Наблюдая парагенезис тектонических дислокаций и кинематику разрывов в герцинском структурном этаже, можно предположить, что и выделенный по материалам ГСЗ разлом фундамента так же является правым сдвигом.

По результатам многочисленных экспериментов, установлено, что весь процесс формирования крупного сдвигового разлома можно разложить на три последовательных стадии, качественно и количественно обособленные друг от друга. В первую (начальную) стадию над сдвигом в жестком основании в перекрывающей толще регистрируются лишь пластические деформации. Часто эти деформации проявляются в виде эшелонированного ряда куполов и разделяющих их впадин. Во вторую стадию структурообразования в центральной части надсдвиговой зоны происходит образование линейной полосы тектонической нарушенности. Обычно она образована двумя системами сдвигов – синтетическими и антитетическими. Первые образуют с осью зоны угол 10-20 °, вторые – практически ортогональны. Системы разрывов обладают взаимно противоположными направлениями смещения крыльев. Завершающей стадией развития крупного сдвига является формирование его основного шва. Оно происходит за счет объединения множества косо ориентированных разрывов в единый сместитель. Т.о., надразломная зона крупного сдвигового разрыва в любой момент времени его формирования распадается по вертикали на три подзоны, которые соответствуют трём выделенным стадиям.

С учётом всего вышеизложенного, можно предположить, что в современной геологической структуре Донецко-Макеевского района мы имеем дело с различными уровнями эрозионного среза глубинного сдвига. Так, в южной части, где на дневную поверхность выходят и шахтами отрабатываются более глубокие горизонты каменноугольной толщи (свиты  $C_2^2$ - $C_2^4$ ), преобладают крутопадающие, сложно построенные сдвиговые зоны двух сопряженных ориентировок. В пределах северной части, где залегают породы свит  $C_2^6$ - $C_2^7$  среднего карбона и свита  $C_3^1$  верхнего карбона – преобладают различного рода пликативные структуры (складки и флексуры). В этом случае весь набор тектонических деформационных элементов развитых в Донецко-Макеевском районе составляет структурный парагенезис выделенного глубинного сдвига.



Складчатые структуры: I - Главная антиклиналь; II - Главная синклиналь (Богово-Хрустальская синклиналь); III - Чистяково-Снежнянская синклиналь; IV - Зуевская брахантиклиналь; V - Назольно-Тарасовская антиклиналь; VI - Шахтинско-Несветаевская синклиналь.  
 Дисъюнктивы: 1 - Криворожско-Папловский сброс; 2 - Красноармейский сброс; 3 - Самарский надвиг; 4 - Межевской сброс; 5 - Продольный сброс; 6 - Богодановский сброс; 7 - Карабиновский сброс; 8 - Павлоградско-Вязовский сброс; 9 - Михайловский разлом; 10 - Центральный надвиг; 11 - Французский сброс; 12 - Калиновский надвиг; 13 - Первомайский надвиг; 14 - Мушкетерский надвиг; 15 - Персиановский надвиг; 16 - Маньчжский разлом

Рис. 2 – Тектоническая схема южного борта Донбасса [9]: 1 – оси складок: антиклинальных (а), синклинальных (б); 2 – граничные известняки некоторых свит карбона; 3 – флексуры; 4 – отложения девона; 5 – кристаллический фундамент; 6 – тектонические разрывы; 7 – разломы по данным аэромагнитной съемки; 8 – Южно-Донецкий глубинный разлом на глубинах 5-10 км; 9 – зона проявления разлома в верхних структурных этажах; 10 – профили ГСЗ; 11 – нефтепроявления; 12 – газопроявления

Данная глубинная структура, таким образом, имеет длительную и унаследованную историю развития. Можно утверждать, что подвижки по глубинному сдвигу начались ещё на стадии седиментации, что сопровождалось образованием ряда купольных структур в верхних надразломных структурных этажах. При этом на дне бассейна седиментации одновременно с осадконакоплением формировалась цепочка локальных купольных поднятий. Эти подвижки продолжались и в эпоху главной герцинской складчатости. В северном крыле сдвиговой зоны они сопровождались формированием флексур («kink»-зон или «дуплексов сжатия») и сопряженных с ними надвигов, образование которых воспрепятствовало слиянию существовавших отдельных эмбриональных поднятий в единую структуру (типа Главной или Северной антиклиналей).

Наиболее поздние подвижки по разлому фундамента происходили и в альпийскую эпоху тектонической активизации региона. На этом этапе структурообразования крутопадающие системы сдвигов прорезали уже угленосную толщу. Параллельно со сдвигами развивался весь связанный с ними парагенезис хрупких и пластичных деформаций. Формировались новые и активизировались подвижки по уже существующим «kink»-зонам, перпендикулярно поверхностям которых был направлен силовой поток на этом этапе тектонической истории региона.

Т.о., генератором всех процессов тектонических деформаций в районе на протяжении всей его геологической истории были правосдвиговые подвижки по разлому кристаллического фундамента. Образование основной массы деформационных элементов горного массива, в т.ч. региональных структурных и локальных тектонических и структурно-тектонических ловушек свободного газа, было результатом субгоризонтального перемещения вещества угленосной толщи. Скопления газа, в свою очередь, контролируются структурами тангенциального сжатия, а сами эти структуры – зоной глубинного разлома. Выделение структуры, контролирующей положение ловушек углеводородов в угленосной толще, позволяет прогнозировать скопления углеводородов вдоль этой зоны и в соседних геолого-промышленных районах Донбасса – в Красноармейском и Амвросиевском.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куц О.А., Кузнецова Л.Д. К вопросу прогноза локальных скоплений метана в угольной толще // Геотехническая механика. – Днепропетровск: ИГТМ, 2005. – Вып. 54. – С. 96-99.
2. Анциферов А.В. и др. Газоносность угольных месторождений Донбасса. – Киев: Наукова думка, 2004. – 232 с.
3. Брижанёв А.М., Галазов Р.А. Закономерности размещения метана в Донецком бассейне. – М.: ЦНИЭИуголь, 1987. – 49 с.
4. Павленко О.Е. Геологический отчет о переоценке запасов каменных углей в западной части «Кальмиусского Рудника» - блоке лицензирования для шах. им.А.Ф.Засядько. – Артёмовск: Щегловская ГРЭ, 1997.
5. Корчемагин В.А., Алёхин В.И., Павлов И.О. Структурно-тектонические исследования для прогноза газоносности и горно-геологических условий на полях шахт Донецко-Макеевского района. // Геотехническая механика. – Днепропетровск: ИГТМ, 2010. - Вып. 87. – С. 209-217.
6. Попов В.С. Мелкоамплитудные разрывные нарушения в угольных пластах Донецко-Макеевского геолого-промышленного района Донбасса.// Геологический журнал. – 1979. - № 6. – С.19-31.
7. Павлов И.О., Бурлуцкий Н.С. Сдвиги и сдвиговые зоны Донецко-Макеевского района. // Уголь Украины,

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.