

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ФЛЮИДОАКТИВНЫХ ЗОН В
ПРОЦЕССАХ ДЕГАЗАЦИИ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА
ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ШАХТ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА**

Запропоновано механізм транспортування потоків газів по флюїдо-активним зонам з метою подальшої локалізації і утилізації метану для промислових і побутових цілей.

**ECOLOGICAL ROLE OF FLUID-ACTIVE ZONES IN THE
PROCESSES OF DEGASSING OF A ROCK MASSIF WHEN
CLOSING THE MINES OF EASTERN DONBAS**

The mechanism of transporting the gas fluids along the fluid-active zones is proposed for the purpose of the further location and utilization of methane for commercial and household aims.

Реструктуризация предприятий угольной промышленности Восточного Донбасса, фактически означающая ликвидацию более 20 угольных шахт, наряду с некоторыми положительными результатами породила ряд острых экологических проблем, среди которых важное место занимает проблема дегазации углепородных массивов с миграцией к поверхности метана, углекислого газа, «мертвого воздуха» и других токсичных газов.

Актуальность рассмотрения данной проблемы состоит в том, что при кажущейся простоте механизма вытеснения подземных газов из угольных пластов погашенных горных выработок в процессе затопления ликвидируемых шахт возникают неординарные газо-гидродинамические ситуации, обусловленные чрезвычайно сложной структурой выработанного пространства и активной геодинамикой угольно-породного массива, связанной с наличием специфических зон флюидизации (флюидоактивных зон), обнаруженных ранее сотрудниками Геотехцентра-Юг РГУ при выполнении НТП «Уголь-выброс» в 1992-96 г.г.

Типичным примером в этом отношении являются шахты Краснодонского месторождения ОАО «Ростовуголь» (Краснодонская, Синегорская № 17), ликвидация которых методом естественного затопления была начата в 1998 году и продолжается в настоящее время.

Геолого-структурные особенности Краснодонского месторождения определяются его расположением на южном относительно пологом крыле одноименной синклинали, сложенной в основном слабо метаморфизованными породами среднего и верхнего карбона (свиты C_2^7 и C_3^1), представленными аргиллитами, песчаниками, алевролитами и известняками, переслаивающимися с угленосными пропластками и более выдержанными

угольными пластами m_8^1 , m_9 , m_9^0 , m_9^1 , мощность которых варьирует от 0.3-0.5 до 1.3-1.5 м.

Основной (продуктивный) угольный пласт m_8^1 имеет достаточно выдержанную мощность в 1.0-1.2 м, выходит на поверхность на протяжении более 8 км вдоль южного борта Краснодонецкой синклинали и полого погружается в северных румбах под углами 12-25°.

В центре шахтного поля глубина залегания пласта m_8^1 составляет 400-450 м от поверхности, а на северной его окраине, вдоль правого берега р. Северский Донец, достигает 600-650 м. Вскрытие угольного пласта проводилось наклонными и вертикальными стволами, вентиляционными шурфами и скважинами, отработка - уклонными панелями.

В связи с высокой природной газоносностью углей Краснодонецкого месторождения и метанообильностью горных выработок, а также частыми случаями возникновения внезапных выбросов угля и газа, отмеченные шахты были отнесены к разряду сверхкатегорийных по газу и опасных по газодинамическим явлениям. Поэтому при эксплуатации месторождения применялись достаточно сложные системы подземной вентиляции, проводились активные противовыбросные мероприятия и принимались соответствующие меры по обеспечению безопасного ведения добычных работ.

В результате прекращения работы систем водоотлива и общешахтной вентиляции на ранее работавших шахтах Краснодонецкого ШУ началось интенсивное затопление выработанного пространства и вытеснение на поверхность токсичных газов подземной атмосферы, что создает реальную угрозу жизнедеятельности в ближайших шахтерских поселках (Углекаменный, Синегорский, Виноградный и др.) с населением более 10 тыс. человек. Это, в свою очередь, требует принятия незамедлительных мер по предотвращению негативных последствий ликвидации угольных шахт и улучшению экологической ситуации в районе горного отвода Краснодонецкого ШУ.

В этой связи проведен детальный анализ геодинамической и геоэкологической ситуации, сложившейся к настоящему времени (март 2001 г.) на Краснодонецком ОПП за период ликвидации угольных шахт КДШУ с ноября 1998 года. Ранее по данным «Южгеологии» и ВНИГРИ Уголь были определены ресурсы угольного метана на Краснодонецком месторождении (в его неотработанной части) порядка 2.6 млрд. m^3 , из них 1.3 млрд. m^3 сосредоточены в пределах горного отвода ликвидируемых шахт «Краснодонецкая» и Синегорская № 17. Природная газоносность основного продуктивного угольного пласта m_8^1 и пластов-спутников m_9 , m_9^0 и m_9^1 варьирует от 10-15 до 30-35 m^3/t и более, угле вмещающих пород до 2-3 m^3/t , фактическая метанообильность горных выработок при отработке пласта m_8^1 достигала 42 $m^3/мин.$, а относительная - 60- 80 m^3 на 1 тонну суточной добычи.

По результатам проведенных геомониторинговых и газоэкологических исследований установлено, что скорость затопления шахты Краснодонецкой, превышавшая в начальный период 40 см/сутки, в настоящее время стабилизировалась в пределах 14-15 см/сутки. Уровень за-

топления достиг отметки - 213.6 м при максимальном прогнозировании + 41.5 м. При этом на поверхность будет вытеснено более 15 млн. м³ подземной атмосферы, содержащей до 25-30 % метана, 10-15% CO₂, порядка 55-60 % азота, 8-10% кислорода, до 1-2% CO, H₂S и других газов.

Эти расчеты подтверждаются результатами натуральных исследований газовой выделения в шурфе № 1, по ряду имеющихся скважин и горных выработок, а также проб почвенной атмосферы по геомониторинговым профилям, которые были проведены сотрудниками ВНИГРИуголь и Геотехцентра-Юг в 2000 году - 1 квартале 2001 года.

Так, например, пробы газов в шурфе № 1 содержали 25-29 % CH₄, 16 % CO₂, 0.5-1.0% CO, 7-8 % кислорода. В покровных отложениях фиксируются до 5 линейно-вытянутых газовых аномалий с содержаниями метана до 11-12 %, CO₂ - до 6-7 %, кислорода - менее 3% (район сбойки № 5, балки Зубревой, сбойки № 7 и др.)

Проведенные расчеты показывают, что максимум затопления будет достигнут через 5 лет, причем из-за наличия большого числа свободно дренирующихся подземных водотоков полного затопления выработанного пространства не произойдет, т.е. возникнет сложно построенная газогидродинамическая система: неотработанная высокогазоносная часть полого залегающего (12-16⁰) угольного пласта m₈¹ и пластов-спутников m₉, m₉⁰ и m₉¹ - затопленное примерно на 80% выработанное пространство - «свободное» газоносное выработанное пространство, представленное погашенными горными выработками, блоками в различной степени нарушенных целиков и вмещающих пород, перекрытых экраном песчано-глинистых пород неогенового и четвертичного возраста.

В результате высокого внутрислоевого давления газов (до 4-5 МПа) и значительно меньшего гидростатического давления, которое существует в настоящее время в выработанном пространстве и установится после затопления шахты (по расчету не более 2.5-3.0 МПа, вследствие пологого залегания продуктивной углегазовой толщи под углом менее 20⁰) в создавшейся газо-гидродинамической системе будут постоянно сохраняться условия для миграции угольных газов из неотработанных участков пластов через «гидрозатвор» к поверхности, причем вероятно большая длительность этих процессов. Фактически это явление наблюдается сейчас на восточном фланге месторождения, где имеется газовая аномалия в результате фильтрации метана через затопленные горные выработки, пройденные еще в 50-х годах прошлого века.

Описанная ситуация осложняется элементами малой тектоники (флексуры, микронадвиги, складки), образующими газовые ловушки, а также присутствием выявленных ранее сотрудниками Геотехцентра-Юг РГУ флюидоактивных зон (тектонических зон аномально высокой флюидизации), которые пересекают по диагонали месторождение в его центральной и фланговых частях.

Отмеченные зоны объективно зафиксированы при отработке угольного пласта m₈¹ в виде линейно вытянутых участков внезапных выбросов

угля, пород и газов, суфлярных газовыделений и аномальной газоносности угольного пласта, достигающей 40-42 м³/т. Зоны флюидизации сопрягаются с Краснодонецким сбросом глубокого заложения в центральной части месторождения, являясь по отношению к нему оперяющими структурами 2 - 3 -го порядков. Имея относительно пологие элементы залегания ($\angle = 20-25^{\circ}$) и субширотное простирание, флюидоактивные зоны трассируются к поверхности в районе пос. Синегорского, пос. Углекаменного, пос. Шахты № 7, что является, по-видимому, одной из основных причин зараженности токсичными газами территории этих поселков.

Очевидно, что выявленные зоны являются долгоживущими структурными ловушками и транспортными путями миграции газов к поверхности, что подтверждается данными наземных газоэкологических съемок, и их доминирующая роль в распределении потоков эмиссии метана может сохраниться и после планируемого затопления шахт Краснодонецкого месторождения, с образованием отмеченной выше трехуровневой газогидрогеологической системы.

Кроме того, в результате активных физико-химических (и возможно биохимических) процессов во флюидоактивных зонах вполне вероятно трансформация состава миграционных газов в сторону их окисления с увеличением относительной роли CO, CO₂, SO₂ и уменьшением содержания кислорода, что существенно ухудшает экологическую ситуацию в пределах ликвидируемых шахт.

Для предотвращения дальнейшего развития описанных негативных процессов наиболее эффективным представляется проходка серии наблюдательных дегазационных скважин с таким расчетом, чтобы они достигли мест пересечения зон флюидизации с неотработанной частью угольного пласта m₈¹ на границе с выработанным пространством в интервале глубин от 200 до 500 м. В этом случае будет создана эффективная система «перехвата» потоков метана и других газов, дренирующихся по флюидоактивным зонам с последующей их локализацией и возможной утилизацией для промышленных и бытовых целей.

Описанный механизм транспортировки подземных газов с преимущественной их миграцией по флюидоактивным зонам очевидно реализуется и на других ликвидируемых угольных шахтах Восточного Донбасса, имеющих аналогичные горно-геологические условия залегания и отработки угольных пластов, что свидетельствует о необходимости внесения адекватных корректив в ТЭО ликвидации этих шахт и разработки соответствующих мероприятий по снижению уровня газовой зараженности окружающей среды.