



И. Л. Евдокимов
заслуженный геолог РФ,
гл. геолог ОАО «Южный Кузбасс»,
evdokimovil@kuz.nikt.ru

Неотектоника и газоносность шахтных полей Юго-Восточного обрамления Кузбасса

Тектоника Кузнецкого угольного бассейна характеризуется наличием пликативных и дизъюнктивных нарушений. Термическое воздействие интрузий на угленосную толщу обусловило перераспределение природных газов и их накопление в различных структурах под высоким давлением.
The tectonics of Kuznetsk coal basin is characterized by presence folded and disjunctive dispositions. Thermal influence of magmatic rocks on carboniferous thickness has caused redistribution of natural gases and their accumulation in various structures under a high pressure.

Ключевые слова: Кузнецкий бассейн, угленосная толща, пликативные и дизъюнктивные нарушения, выбросы газа, дегазация шахтных полей, безопасность горных работ.

Keywords: Kuznetsk basin, carboniferous thickness, folded and disjunctive dispositions, emissions of gas, decontamination of shaft fields, safety of mining.

Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс) располагается на южном продолжении глобальной тектонической зоны, разделяющей Сибирскую платформу и Западно-Сибирскую низменность. Особенности геологического строения и тектоники Кузнецкого краевого прогиба, с Кузбассом в центре, свидетельствуют о роли в их формировании и развитии систем долгоживущих разломов, имеющих глубинное заложение. Разработки угольных месторождений в районе г. Междуреченска протягиваются в крест простирания указанной глобальной зоны на 60 км при ширине до 8 км.

Стратиграфия вмещающих и подстилающих отложений, разрабатываемых месторождений каменных углей, изучена детально. Угленосные толщи имеют падение на северо-восток под углами от 3-5° до 80°. Многочисленные слияния-расщепления угольных пластов и слоев являются показателями неравномерного поднятия и опускания отдельных частей территории в период их формирования. Ширина отдельных зон расщепления-слияния не превышает 5-20 м, а мощности разделяющего породного междупластия увеличиваются от 10-50 см до 1-20 м на интервале до 50 м. Слияния и расщепления северо-западного и северо-восточного простирания изучены в среднем течении р. Ольжерасс в свите 1-33 угольных пластов и в междуречье Томи и Мрас-Су при отработке свиты III-XXXV пластов на полях разрезов Томусинский, Красногорский и Сибиргинский. Расщепления-слияния фиксируют местоположения существовавших тектонических зон, за пределами которых угленакопление происходит с неодинаковой интенсивностью.

Тектоника района характеризуется многообразием проявленных пликативных и дизъюнктивных структур. Системы нарушений северо-восточного направления развиваются с раннекембрийского возраста, а северо-западного направления, вероятно, со среднего кембрия. В позднекембрийское-девонское время в восточном и юго-восточном обрамлении Кузбасса проявился интенсивный интрузивный магматизм и вулканизм трещинного и центрального типов с накоплением продуктов извержений мощностью до 8-12 км. В начале мезозоя произошли внедрения силлов и даек диабазов. Региональные системы трещин и разрывных нарушений субвертикальные,

долгоживущие и прослеживаются на десятки километров по простиранию и на глубину. В ранне-среднепалеозойских комплексах они представлены сдвигами, сбросами, а в пермских осадках проявляются повышенной трещиноватостью, рассланцеванием, совпадением простирания с направлениями долин ручьев и рек, повышенной проницаемостью подземных вод и служат основными путями миграции газообразных углеводородов из недр к дневной поверхности. Разрывные нарушения сдвиго-надвигового типа тесно связаны с процессом образования пологих складок на крыле Главного моноклинала. Пликативные структуры представлены системой пологих синклиналей и антиклиналей, образующих волнистую складчатость, и постепенно, часто ундулируя, переходят в моноклиналь, что в местах перегибов могло способствовать обособлению, изоляции и формированию в недрах значительных скоплений газообразных углеводородов. Следует также отметить, что территория

Термические воздействия силлов и даек обусловили изменения марочного состава каменных углей в локальных местах с образованием газообразных углеводородов, что способствовало накоплению газов в недрах.

характеризуется блоковым строением, неравномерным развитием с позднего карбона до настоящего времени и преобладанием вертикальных движений. В подстилающих отложениях верхнего девона, карбона и нижней перми границы долгоживущих тектонических зон прослеживаются и характеризуются горизонтальными сдвигами пород выделенных свит до 4,5 км и вертикальной амплитудой смещения до 300 м. Выделены Назасская, Междуреченская, Мзасская и другие неотектонические зоны северо-западного простирания и Ольжерасская и Берёзовская – северо-восточного. Назасская и Междуреченская зоны характеризовались наибольшей подвижностью и активностью, в ранне-среднедевонское время между ними происходило неравномерное опускание территории и накопление осадочных пород мощностью до 1200 м. На прилегающих же площадях, за пределами границ зон, мощность осадков того же стратиграфического уровня не превышала 230-360 м. В раннем мезозое в Междуреченскую зону внедрилась субвертикальная дайка диабазов мощностью до 40 м

протяженностью более 20 км. В послееюрское время в этих зонах, по нарушениям северо-восточного простирания, происходили сдвиги юрских отложений. Четвертичное время характеризуется денудацией и опусканием территории, которое сопровождается накоплением терригенных осадков в долинах рек Томи, Усы, Чек-Су мощностью до 12-18 м, слоев торфа мощностью до 2-4 м, выделениями газа из ранее пробуренных скважин, возникновением очагов землетрясений на глубинах до 6-7 км.

Магматизм на рассматриваемой территории проявился в виде внедрений в угленосную толщу пяти силлов и многочисленных даек диабазов (долеритов) протяженностью десятки километров и мощностью от нескольких сантиметров до 230 м. Термические воздействия силлов и даек обусловили изменения марочного состава каменных углей в локальных местах и образование обожженных углей, термоантрацитов, природного кокса, антрацитов и активных углей, с выделением из угольных пластов, углистых алевролитов и аргиллитов серы, каменноугольной смолы и газообразных углеводородов, что могло способствовать перераспределению и накоплению газов в недрах.

Изучение выделений газа при бурении разведочных скважин приводит к выводу, что значительные его скопления во вмещающих осадочных породах, в различных частях угольных пластов и зонах разрывных нарушений находятся под большим давлением. При разведке поля шахты Ольжерасская-Новая выделение газа было отмечено в 8 скважинах из 127 пробуренных. Станком ЗИФ-1200 в 2008 г. проводилось бурение двух скважин диаметрами 96 мм с целью изучения глубоких горизонтов (до 1300 м). Первая скважина достигла глубины 1260 м и заметных выделений газа не встретила. При бурении второй скважины на глубине 726 м шарошка достигла пласта № 5-6, во время подъема буровой колонны в устье скважины из затрубного пространства началось выделение желтоватой пенообразной массы из бурового шлама, промывочной жидкости (воды) и газа, которая накапливалась у устья. Была отключена электроэнергия и подача воды в скважину, но пена продолжала интенсивно поступать. Буровая вспыхнула и сгорела за несколько минут (рис. 1). Газ через шарошку по буровому снаряду достиг поверхности и образовал факел высотой до 10-15 м. В результате затрубное пространство было перекрыто осевшим шламом с глубины 726-350 м. В 2010 г. удалось опробовать скважину и определить состав выделяющегося

газа: CO_2 – 0.09%, O_2 – 5.12%, N – 16.53%, CO – 0.00048%, CH_4 – 78.89%, C_2H_6 – 0,00175, C_3H_8 < 0.00001, C_4H_{10} – 0.00001%, H < 0.0001%.

Анализ произошедшего события доказывает, что скважина, заданная в месте пересечения северо-восточной и северо-западных неотектонических систем трещин, достигла метановой зоны и попала в «слепое скопление газов», находящееся под давлением более 70 атмосфер. Освободившийся газ с глубины 726 м в течение нескольких секунд достиг дневной поверхности и взорвался. По рассказам очевидцев, аналогичные случаи на буровых и даже факты выброса бурового снаряда имели место ранее при разведке рассматриваемых шахтных полей.

Изучение особенностей выделений газообразных углеводородов в юго-восточной части Кузбасса позволят сделать вывод, что

Рис. 1.
Буровая через
3 часа после
взрыва



углеводороды в горные выработки и к дневной поверхности проникают по сложной системе разломов и трещин при нарушении сформированного в недрах термодинамического равновесия. В связи с неравномерным развитием территории газ в недрах мигрирует хаотично с момента литификации осадков до настоящего времени и периодически концентрируется в локальных местах, образуя значительные скопления. Изолированные скопления газа в недрах под высоким давлением могли сформироваться при внедрении в угленосные отложения силлов и даек в раннем мезозое за счет изоляции и сжатия накопившихся газов в «ловушках» – ядрах синклиналей и антиклиналей при одновременном смятии угленосных толщ. В отработанные пространства газ проникает также в растворенном виде с подземными водами. Литификация и погружение на большие глубины угленосных толщ, содержащих скопления газа, способствуют его изоляции в недрах и увеличению давления. Мощности газопроводящих зон измеряются от нескольких сантиметров до десятков метров, а давление в изолированных местах может достигать сотен атмосфер.

Активизация неотектонических движений, с чем связаны внезапные поступления газа из недр в действующие шахты, обусловлена эндогенными факторами, которые могли быть подготовлены и вызваны производимыми взрывами на соседних разрезах, непродуманным размещением по площади миллионов тонн вскрышных пород, изменениями путей миграции подземных вод и неконтролируемым проветриванием отработанного пространства. В проницаемых частях тектонических зон, где газ свободно мигрирует до дневной поверхности, его поступления можно зафиксировать эманационной съемкой. Системы долгоживущих газопроводящих региональных зон могут быть установлены геофизическими методами. Скрытые тектонические зоны, вмещающие газ под высоким давлением, могут быть обнаружены бурением глубоких разведочных скважин и зондированием пространства между такими скважинами сейсмическими методами.

В условиях проявления неотектонических движений, способствующих внезапному выбросу газа, дегазацию шахтных полей следует разделить на три типа.

Первый тип – это извлечение газа из угленосных толщ, на которых добыча угля только предполагается в перспективе или осуществляется на более высоких горизонтах. Такую дегазацию следует отнести к региональным

геологическим работам с использованием специального оборудования, методов и способов, применяемых при разведке нефтегазовых месторождений. Результатом может быть обнаружение скоплений газа на глубоких горизонтах в промышленных масштабах. Это позволит извлекать из недр те скопления газа, которые обуславливают поддержание сформированных термодинамических условий в известных метановых зонах на планируемых к отработке площадях. Сложность дегазации первого типа в том, что она требует больших затрат, специального бурового и перерабатывающего оборудования.

Второй тип – это дегазация площадей, где добыча угольных пластов завершена, но выделение и поступление газа в выработанные пространства продолжают. Такая дегазация может быть объединена с подземными способами добычи угля с использованием новых технологий – использование реагентов, ускоряющих процессы разложения угля и углистых пород с получением газообразных углеводородов. Второй тип дегазации требует расчета экономической целесообразности и детального изучения путей миграции газа для исключения проникновения получаемых газообразных углеводородов в ближайшие действующие шахты.

Третий тип дегазации отработываемых угольных пластов действующих шахт широко распространен и осуществляется бурением дегазационных скважин из подготовительных выработок. Затраты на сжижение кислородно-углеводородной смеси, получаемой бурением таких дегазационных скважин и проветриванием выработок, достаточно велики и требуют обоснования целесообразности по каждому предприятию.

Рассмотренные особенности неотектоники и выделений газа на угольных месторождениях Юго-Восточного обрамления Кузбасса требуют проведения:

- исследований по выделению, прослеживанию и картированию неотектонических зон, опасных по выделению газа, а также систематического мониторинга изменений содержания и состава газообразных углеводородов в горных выработках;
- бурения скважин на 3-5 км с целью изучения строения глубоких горизонтов и поиска скоплений газообразных углеводородов в сочетании с зондированием межскважинного пространства сейсмическими и другими геофизическими методами;
- дегазации глубинных частей отработываемых шахтных полей. ❁