

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Киев: Основа, 1994. – 312с.
2. Иофис М.А., Шмелёв А.И. Инженерная геомеханика при подземных разработках. – М.: Недра, 1985. – 248 с.
3. Руководство по дегазации угольных шахт. – М.: Недра, 1975. – 189 с.
4. Газообильность каменноугольных шахт СССР. Комплексное освоение газоносных угольных месторождений / А.Т. Айруни, Р.А. Галазов, И.В. Сергеев и др. – М.: Наука, 1990. – 216 с.
5. Забигаило В.Е., Николин В.И. Влияние катагенеза горных пород и метаморфизма углей на их выбросоопасность. – К.: Наукова думка, 1990. – 168 с.
6. Абрамов Ф.А., Шевелёв Г.А. Свойства выбросоопасных песчаников как породы-коллектора. – К.: Наукова думка, 1972. – 98 с.

УДК 550.8.05:622.012.2

В.А. Баранов., В.В. Лукинов, В.В. Бобрышев,
Д.П. Гуня

ГИПОТЕЗА ФОРМИРОВАНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОЛЯ ШАХТЫ ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО

Приведено результати дослідження геології поля шахти О.Ф. Засядька. Визначено послідовність формування тектонічних порушень на шахтному полі. Встановлені потенційні зони порушень. Дано характеристику порід на цій шахті.

HYPOTHESIS OF FORMATION OF GEOLOGICAL CONDITIONS OF A FIELD ZASJADKO MINE.

The findings of investigation of geology of a field O.F. Zaszjadko mine is adduced. The sequence of formation of tectonic disturbances on a mine field is determined. The potential troublesome zones are established. The characteristic of rocks on this mine are adduced.

Шахта им. А.Ф. Засядько является в настоящее время одним из передовых угольных предприятий Украины, давая на гора до 4-х млн. тонн угля в год. Сложные горно-геологические условия и высокая метанообильность шахты существенно сдерживают темпы очистных работ, влияют на безопасность работ, повышают себестоимость добываемого угля.

Прогноз метанообильности шахты на разных горизонтах, предварительная дегазация – являются проблемой актуальной. Решение этой проблемы тесно связано со знанием и пониманием строения шахтного поля, формированием коллекторских свойств, газоэкранирующих покрышек, локальных структур, зон трещиноватости и многих других характеристик, без знания которых эксплуатировать данное месторождение, принимать оперативные решения – достаточно сложно. Поэтому ниже будет предложена наша гипотеза формирования шахтного поля и объяснение с этих позиций основных горно-геологических характеристик складчатости, тектонических нарушений, зон трещиноватости и, в конечном итоге, формирование и перераспределение метанообильности с этих позиций на площади шахтного поля.

Поле шахты им. А.Ф. Засядько расположено в Донецко-Макеевском геолого-промышленном районе, занимающем промежуточное положение между прибортовыми районами с пологим ($2^0 \div 5^0$) залеганием (Красно-армейский, Южно-Донбасский), слабо развитой тектоникой растягивающего характера –

сбросами и Центральным геолого-промышленным районом с крутым падением пород (до $50 \div 60^{\circ}$), развитыми тектоническими процессами сжимающего характера – надвигами. Породы шахтного поля имеют пологое моноклиальное падение на север, северо-восток под углом $8 \div 30^{\circ}$.

Тектонические нарушения надвигового типа оконтуривают поле шахты практически со всех сторон: Григорьевский надвиг на востоке, Ветковская флексура на западе и северо-западе, Французский и Коксовый надвиги – на юге. На примыкающих к тектоническим нарушениям участках падение пород увеличивается до 40° и более. Из тектонических нарушений второго порядка, расположенных на шахтном поле, в районе угольного пласта l_1 , можно отметить Софиевский надвиг, протягивающийся через все поле с запада на восток в южной (отработанной) части и Семеновский надвиг, отходящий от Софиевского на север, северо-запад в центральной части шахтного поля. Амплитуда этих нарушений, в основном, в пределах 1,0 – 2,0 м.

Кроме перечисленных нарушений, углепородный массив шахты имеет значительное количество малоамплитудных нарушений, с амплитудой от 0,1 – 0,2 до 1,0 м. На некоторых участках эти нарушения составляют целые зоны (например в западной части шахты, субпараллельно Ветковской флексуры, по пласту m_3).

Анализ изолиний угольных пластов позволяет выделить следующие особенности залегания отложений. Южная (верхняя) часть шахтного поля относительно пологая, угол падения пород $8 \div 13^{\circ}$. Ниже основных стволов, падение пород более крутое, а на севере, на участке «Кальмиусский Рудник», породы опять выполаживаются, уменьшая угол падения.

Такое флексуроподобное залегание пород может быть чревато для шахты развитием трещиноватости и малоамплитудной нарушенности в зоне максимального угла падения пород – ориентировочно на стыке шахтного поля с прирезанным к нему участком «Кальмиусский Рудник». Иными словами, установленная специалистами шахты [1] и подтвержденная результатами наших исследований ундуляция шахтного поля, может характеризоваться повышенной нарушенностью по падению пород в зоне максимальных углов падения пород (подобно Софиевскому надвигу).

Исходя из выполненных исследований, мы полагаем, что основные тектонические нарушения, ограничивающие шахтное поле с запада и с востока – Григорьевский надвиг и Ветковская флексура, первоначально были сбросами литологического типа, поскольку расположены на крыльях палеопотоков, которые прослежены на разных стратиграфических уровнях (над l_1 ; над m_3). О том, что Ветковская флексура первоначально была сбросом, указывают авторы [2], выполнившие региональные исследования исследуемого района в 1973 году. В последующем, в процессе инверсии, происходившей для Донбасса в позднем карбоне – поздней перми [3], по образовавшимся ранее сбросам были сформированы надвиги.

Выполненные нами сопоставления мощностей пород по свитам C_2^6 и C_2^7 показали различие на площади шахтного поля и за пределами Григорьевского надвига, что может служить причиной формирования в указанной зоне первич-

ных конседиментационных нарушений, трансформировавшихся в процессе крупных тектонических подвижек в существующие нарушения надвигового типа.

Формирование конседиментационных сбросов происходит в результате различия степени или значения коэффициента уплотнения разных пород. В свое время П.В. Зарицкий [4], выполнив серию замеров, вычислил средние значения коэффициентов сокращения мощности различных по гранулометрическому составу осадочных пород.

Анализ данных, приведенных вышеуказанным автором, показывает, что олигомиктовый (полевошпат-кварцевый) песок, характерный для отложений Донбасса [3] и отлагающийся в стрежневой, наиболее динамичной части палеопотока, переходя в песчаник, в процессе катагенеза, сокращается по мощности примерно в два раза меньше, чем глины при переходе их в аргиллит. Исходя из фактических данных о наличии в продуктивных свитах поля шахты им. А.Ф. Засядько нескольких десятков песчаников различной мощности (до 40 м – $m_4^4 Sm_5$), можно предположительно рассчитать суммарную амплитуду сбросов, равную для двух выделенных свит, около 50 – 60 м. Тем не менее, амплитуда, к примеру, Ветковского надвига, меньше расчетной. Данное различие объясняется тем, что палеопотоки смещались относительно первоначального положения влево или вправо. Именно по этой причине, в разрезе изучаемой площади, будет прослеживаться не одно сплошное нарушение со значительной амплитудой, а ряд более мелких, в основном субпараллельных, естественно с дифференцированной амплитудой. Такой ряд мелких нарушений обычно называется «нарушенной зоной».

В процессе исследований был выполнен ряд графических построений: карты палеопотоков, карты локальных структур, карты газозакрывающих горизонтов. В результате этих построений на шахтном поле (в кровле m_3 и l_1) было выделено три палеопотока и восемь антиклинальных структур открытого типа. Палеопотоки в кровле m_3 , при сопоставлении их в плане с таковыми в кровле l_1 , совпали, с некоторым субмеридиональным смещением. Структуры совпали частично, также с субмеридиональным смещением. Выделенные геологические формы послужили основой для выполнения последующего анализа.

Рассматривая, например, западный палеопоток, прослеженный на шахтном поле и выделенный в кровле угольных пластов m_3 и l_1 , мы установили, что с одной стороны (с левой по падению пород) данный палеопоток ограничен Ветковской флексурой (фактически зона мало- и среднеамплитудных нарушений), с другой стороны (с правой) этот палеопоток ограничен спорадическими малоамплитудными нарушениями с небольшими амплитудами.

Следует отметить, что наличие палеопотоков на западе и востоке шахтного поля является унаследованным, это отмечено для кровли пластов m_3 и l_1 . Для наличия подобных геологических форм возле пластов l_4 и k_8 – нужны дополнительные исследования. По нашему мнению, общий палеопоток, выраженный на юге шахтного поля, разделяется севернее на два палеоруслы, что в сочетании с горизонтальными направлениями сжатия, в процессе инверсии, сформировало

современный геологический характер залегания пород на рассматриваемом блоке осадочных отложений.

Исходя из этих представлений, на краях (или берегах) восточного палеопотока, в кровле как m_3 , так и l_1 – также большая вероятность наличия зон трещиноватости и малоамплитудной нарушенности. Григорьевский надвиг, ограничивающий шахтное поле на востоке, может являться результатом суммарных различий мощностей палеорусловых и лагунных (прибрежно-морских) отложений.

Таким образом, субмеридиональные нарушения на шахтном поле контролируются, по нашему мнению, палеолитологическими особенностями рассматриваемого блока. Субширотные нарушения, трещиноватость и ундуленция отложений – контролируются инверсионными процессами и являются более ранними по отношению к субмеридиональным [5].

Отсутствие видимых нарушений или нарушенных зон на левом берегу правого (восточного) палеопотока, также как и относительно слабое развитие малоамплитудной нарушенности на правом берегу левого (западного) палеопотока, объясняется миграцией рассматриваемого палеопотока и недостаточно резким перепадом мощностей песчаных и аргиллитовых отложений. По нашему мнению, изначально один палеопоток (возможно дельтовый палеопоток или несколько его рукавов), мигрируя влево или вправо, проявляется в выделенных участках – на западе и востоке шахтного поля, причем, на западе, мощность его (по данным карт палеопотоков над m_3 и l_1) более значительна, чем на востоке. Не исключено, что зоны проявления палеопотоков контролируются древними геологически активными зонами, поскольку прогибание в районе палеопотоков должно быть более значительное, чем в прилегающих районах.

В литологическом отношении отложения шахтного поля представлены продуктивными свитами C_2^5 , C_2^6 , C_2^7 , перекрытые слабоугленосной свитой верхнего карбона C_3^1 . Угольный пласт n_1 – свиты C_3^1 , уже отработан на территории шахты. В настоящее время отрабатываются угли m_3 , l_4 , l_1 , k_8 , залегающие в трех указанных свитах среднего карбона. Под ними залегает практически нерабочая свита C_2^4 .

На карбоновых отложениях залегают породы палеогена и четвертичного возраста, мощностью до 30 м. Каменноугольные породы представлены чередованием песчаников, аргиллитов, алевролитов, известняков и углей.

Угли марок Г, Ж, К – относятся к отложениям средней стадии катагенеза – наиболее неустойчивой, в структурном отношении. Именно средняя стадия катагенеза (ориентировочно угли марок Г ÷ ОС) ответственна за выбросоопасность пород [6]. Угли марок Ж - К, отличаются наибольшей трещиноватостью, перемятостью, пониженной прочностью [7]. По данным [8], в пределах метановой зоны при наличии угольных пластов средних стадий углефикации (Г ÷ ОС) выделяется углеводородная подзона с повышенным содержанием ТУ (тяжелых углеводородов) и присутствием (особенно на стадии углефикации Г и К) паров пентана и гексана – газоконденсата. К этому следует добавить то, что геолого-разведочные скважины, пробуренные с поверхности, нередко вскрывали газонасыщенные горизонты на поле рассматриваемой шахты. При вскрытии неко-

торых песчаников скважинами отмечены различные виды газопроявлений, как-то: выбросы газа; интенсивное газовыделение; интенсивное газовыделение с выбросом промывочной жидкости; фонтанирование воды с газом; поглощение промывочной жидкости; стойкое газовыделение; выделение газа с водой.

Вышеприведенный материал позволяет акцентировать внимание на наличии шахтного метана в различных стратиграфических интервалах под избыточным давлением, причем газа свободного, в еще не подработанном углепородном массиве, проницаемость которого достаточно низкая.

В различных стратиграфических интервалах на шахтном поле отмечается значительное количество малоамплитудной нарушенности, как отдельных нарушений, так и зон их развития. Кроме этого, достаточно интенсивно развита трещиноватость. Все эти характеристики, в сочетании с повышенной газоносностью углей и пород приводят к различным газодинамическим явлениям на шахте: выбросам угля, газа, горных пород. Нередки проявления суффляров.

Анализ приведенного материала позволяет сделать следующие выводы.

Рассматриваемое шахтное поле представляет собой единый в генетическом смысле блок, ограниченный консидементационно-тектоническими нарушениями, которые в силу многоэтапности формирования характеризуются значительным уплотнением пород и, вероятнее всего, служат естественными газовыми экранами.

Зона прирезки участка «Кальмиусский рудник» к шахтному полю на более глубоких (чем ныне существующие) горизонтах может являться нарушенной зоной с наличием трещинных коллекторов и суффляроопасных участков.

Горные породы шахтного поля отличаются значительной метаноемкостью, но вследствие низкой проницаемости, газ в свободном состоянии на неотработанных участках находится только в трещиноватых зонах антиклинальных структур открытого и закрытого типа. Наблюдавшиеся выбросы газа с водой при бурении геологоразведочных скважин, приурочены к выделенным структурам.

На краях (или берегах) палеопотоков, большая вероятность наличия зон трещиноватости и малоамплитудной нарушенности, сформировавшейся вследствие различия коэффициентов уплотнения литологически отличных слоев горных пород в стрежневой части палеопотоков и вне стрежневой части. Указанные зоны могут быть причиной повышенной газоносности и проявления суффляров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобрышев В.В. Некоторые особенности морфологии и попутного освоения газоносных структур шахтных полей / Сб. материалов заседаний НТС (июнь – октябрь 1995 г.). – Академия горных наук Украины, отделение угля, горючих сланцев и торфа, Донбасский научный центр. - Донецк, 1995. - С.71 – 83.
2. Нагорный Ю. Н., Нагорный В. Н., Земляной Б.П. О роли консидементационных тектонических движений в формировании складчатых структур Донецкого бассейна // Геотектоника, 1973. - № 5. - С. 107-118.
3. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Угольные бассейны и месторождения юга Европейской части СССР / Под ред. И.А.Кузнецова, В.В. Лапушина, М.Л. Левенштейна и др. - М.: Гос. научн.-техн. изд-во лит. по геол. и охране недр. - 1963.- Т.1. -1209 с.
4. Зарицкий П.В. Минералогия и геохимия диагенеза угленосных отложений Донецкого бассейна. – Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. – Харьков, ХГУ. – 1966. – 54 с.

5. Корчемагин В.А., Емец В.С. Особенности развития тектонической структуры и поля напряжений Донбасса и Восточного Приазовья // Геотектоника, 1987. - № 3. - С. 49-56.
6. Баранов В.А. Определение нижней и верхней границ выбросоопасности пород // Уголь Украины, 1999. - №2. - С. 38 – 40.
7. Иванов Б.И., Фейт Г.Н., Яновская И.Э. Механические и физико-химические свойства углей выбросоопасных пластов. – М.: Наука, 1979. – 196 с.
8. Методика определения газоносности вмещающих пород угольных месторождений при геологоразведочных работах. – М. : Недра, 1988. – 110 с.

УДК 622.411.332:533.17:622.357.1

В.В. Лукинов, А.П. Клец, В.В. Бобрышев,
Д.П. Гуня, Н.Э. Капланец, В.В. Фичев

ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОЛЛЕКТОРА – УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА, ПОДРАБОТАННОГО ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

Розглянуто зв'язок між коефіцієнтом проникності та коефіцієнтами відкритої та ефективної пористості, а також коефіцієнтом інтегральної ефективної пористості. Приведено приклад розрахунку коефіцієнта проникності підробленого гірничого масиву.

FILTRATION PARAMETERS OF A COLLECTOR-UNDERMINING ROCK MASSIVE CONTAINED COAL

Relation between penetrability factor, factors of open and effective porosity, and factor of integral effective porosity are considered. An example of calculating the porosity factor of undermining rock massif is shown.

Одной из основных задач исследования параметров процессов фильтрации газа в подработанном углепородном массиве является оценка параметров коллектора, содержащего метан. Традиционно коллекторами в нетронутом горными работами массиве считаются песчаники, так как именно они обладают коллекторскими свойствами существенно превышающими коллекторские свойства других пород. В результате подработки породы, залегающие над отрабатываемым угольным пластом разуплотняются, расслаиваются, нарушаются трещинами, вследствие чего углепородный массив приобретает новые коллекторские свойства. Процессы расслоения и трещинообразования в подработанном углепородном массиве рассмотреть трудно, так как вскрывая эти породы геологоразведочными скважинами невозможно получить информацию о трещиноватости, которая формируется в результате образования трещин отрыва, а не сжатия, и такие трещины не отличимы от обычных трещин раскола керна на части. Разуплотнение керна, происходящее без нарушения сплошности, отражается в изменении его коллекторских свойств (табл. 1 и 2).

В разгруженном песчанике несколько увеличиваются коллекторские свойства – увеличивается абсолютная, открытая и эффективная пористость и незначительно увеличивается проницаемость. Проведенными исследованиями Г.Д. Лидина [1] и В.Е. Забигайло [2] установлено, что газопроницаемость изменяется по логарифмической зависимости от значений открытой пористости. Установлено, что в открытой пористости часть пор заполнена влагой, эта зависимость будет носить более выраженный характер, если вместо открытой пористости