

**ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА ПОЛОГИХ
ПЛАСТАХ ПРИ СКОПЛЕНИЯХ МЕТАНА В ЗОНАХ
МАЛОАМПЛИТУДНЫХ НАРУШЕНИЙ**

Изучены вопросы работы очистных забоев и интенсивности добычи угля при вскрытии газовых ловушек на пологих пластах

**FEATURES OF SECOND WORKING ON FLAT LAYERS AT METHANE
ACCUMULATION IN LOW-AMPLITUDE ZONES**

Questions of longwall working and intensity of coal mining at opening gas traps on flat layers are studied.

В условиях перехода добычи угля на более глубокие горизонты скопления метана в газовых ловушках становятся основным фактором, существенным образом влияющие на безопасность ведения очистных работ и интенсивность добычи угля. Среди основных причин высокого уровня аварийности и травматизма на шахтах Донбасса преобладают процессы вскрытия и перехода газовых ловушек при скоплениях метана в массиве горных пород. Количественные и качественные изменения в проявлениях горного давления с учетом газонасыщения горного массива требуют детального исследования. Вопросы регулирования скорости подвигания очистных забоев и интенсивности добычи угля в зонах газовых ловушек на пологих пластах при переходе на глубокие горизонты разработки является актуальной научной и практической проблемой.

Целью работы является установление особенностей ведения очистных работ и интенсивности добычи угля на пологих пластах при скоплениях метана в зонах малоамплитудных нарушений.

Генезис, фильтрация, формы нахождения природных газов, образование скоплений углеводородов в угленосных отложениях аналогичны таковым процессам в любой из осадочных формаций. В то же время существуют определенные особенности образования и эволюции угленосных формаций, которые обусловили некоторую специфику формирования природной газоносности угленосных толщ. Фильтрация к поверхности глубинных газов закономерно приводит к образованию в угленосных толщах вертикальной газоносности зон. По мере удаления от поверхности метановой зоны на большинстве угольных месторождений наблюдается интенсивный рост содержания метана от 70 до 90...95 %. При дальнейшем удалении вглубь отмечается некоторое уменьшение его содержания до 80...85 % за счет роста доли тяжелых углеводородов (ТУ). На ряде шахтных полей как «Октябрьский Рудник», им. А.Ф. Засядько, «Комсомолец» и др. закономерное утяжеление углеводородов на глубинах 1000...1300 м доходит до появления жидких углеводородов типа легких нефтей и газоконденсатов [1-5].

Современная газоносность угленосных толщ в значительной мере сформировалась путем пространственного перераспределения углеметаморфогенных газов. Однако появившиеся в последнее время геологические данные [3-4, 6-7] позволяют утверждать, что природная газоносность угленосных отложений представлена несколькими составляющими: газами угленосных толщ и газами фильтрационными, привнесенными в угленосные отложения из более глубоких зон. Это меняет представления о роли природных газов в геологической истории угленосных формаций, отведя им активную роль в формировании тепловых потоков, контролирующих процессы метаморфизма и газогенерации [1].

Природные газы находятся в сорбированном, водорастворимом и свободном состоянии. Газоносность углей Донбасса изменяется в чрезвычайно широких пределах - от 5...10 до 35...45 м³/т с.б.м. [1, 7]. В ряде случаев доля сорбированного газа в углях и углистых породах может достигать 90...95 %. В благоприятных геологических условиях породы могут содержать углеводороды в свободной фазе. Свободные углеводородные газы могут присутствовать и в углях в зависимости от степени и типа метаморфизма, а также микрокомпонентного состава. Наибольшее количество свободных газов содержат малометаморфизованные угли до 20 % углеводородов в свободном виде [6].

Среднее содержание газа по Донбассу составляет 10...20 м³/т угля. Угленосные отложения имеют исключительное значение для газообразования и газонакопления. Углегазоносные отложения характеризуются высокой газоносностью на глубинах 700...1200 м.

Основными факторами, определяющими газонасыщенность углей и пород, являются: температура; давление; степень метаморфизма; влажность и петрографический состав углей.

С ростом глубины разработки угольных пластов решение основных технологических вопросов угледобычи в значительной степени определено с влиянием газовых ловушек.

Прогноз зон сосредоточения метана в газовых ловушках с применением геоэлектрических методов исследований существенным образом расширил область применения геофизических методов в определении "газовых ловушек". Весьма актуальным стало проведение специализированных работ для обнаружения и оценки таких скоплений с последующим предварительным извлечением и утилизацией углеводородов до начала и в процессе ведения горных работ. В подавляющем большинстве геолого-промышленных районов Донбасса присутствуют значительные природные скопления (концентрации) свободных углеводородных газов. Преобладание слабопроницаемых аргиллитов и алевролитов обусловило развитие региональных и локальных покрышек и газоупоров, препятствующих дегазации угленосных отложений. Угленосные скопления характеризуются рядом газовых ловушек в работе [7].

Местоположение ловушек контролируется образованием гидродинамического замка, образующегося в местах пережима пласта, изгиба или влиянием других факторов, влияющих на искривление пьезометрической поверхности напорного горизонта.

Выполненные нами геолого-разведочные и дегазационные работы показали, что литологические и гидродинамические ловушки на данном этапе технического развития относятся к трудно извлекаемым. Располагаются они в широком интервале глубин 220...1800 м и имеют пластовые давления на уровне гидростатических.

В октябре-ноябре 2005 г. геоэлектрические исследования были выполнены на шахте «Суходольская – Восточная» ОАО «Краснодонуголь», которая обрабатывает угольный пласт i_3^1 . Шахтное поле расположено северо-восточней г. Краснодон Луганской области и вытянуто в широтном направлении от г. Суходольск до посёлка Беленькое. Юго-восточная часть шахтного поля примыкает к Российско-Украинской границе; размеры исследованной площади - 15 x 5 км, около 75 км².

На поверхности шахтного поля проводились геоэлектрические исследования методами СКИП и ВЭРЗ. При этом, метод СКИП использовался для выделения и картирования по площади шахтного поля геоэлектрических аномальных зон типа "зоны повышенного газосодержания". Метод ВЭРЗ использовался для определения интервалов глубин залегания пластов содержащих свободный метан и построения вертикальных разрезов. Точки зондирования ВЭРЗ размещались в зонах выделенных геоэлектрических аномалий. Распределение запасов метана с применением геоэлектрических методов исследований по глубинам залегания до 700 м составляют 22 %; 700–1200 м – 52 %; в интервале 1200–1800 м – 26 %.

По данным полевых геоэлектрических исследований подготовлены карты газовых ловушек на плане горных работ (рис. 1).



Рис. 1 – Карта зон сосредоточения метана в газовых ловушках в пределах поля шахты «Суходольская – Восточная»

В результате проведенных геоэлектрических исследований в пределах поля шахты «Суходольская – Восточная» выделено шесть локальных зон повышенного газосодержания. Выделенные зоны проявляются как аномалии повышенной поляризации и повышенного геоэлектрического сопротивления пород угленосного массива. Выявленные аномалии образованы за счет скопления свободного метана в тектонически ослабленных зонах экранирующих залежь газа.

В пределах шахтного поля шахты «Суходольская – Восточная» по результатам исследований выделена система субширотных и субмеридианальных тектонических нарушений. Основным тектоническим нарушением является Дуванный

надвиг субширотного простирания. В "лежащем" крыле надвига сформирована небольшая антиклинальная зона. Параллельно надвику в северном направлении выявлены два малоамплитудных нарушения.

В зоне геоэлектрической аномалии № 1 в разрезе в интервале глубин от 350 до 1000 метров скопление свободного метана обусловлено комбинированной газовой ловушкой антиклинального типа и тектонически экранированным нарушением Дуванного надвига.

Геоэлектрическая аномальная зона № 2 образована вдоль небольшого тектонического нарушения оперяющего зону Дуванного надвига. Свободный газ аккумулирован тектонически экранированной ловушкой.

Геоэлектрическая аномалия № 4 обусловлена скоплением свободного газа в тектонически экранированной ловушке. В этой зоне выделено шесть АПП мощностью 44 м. Наиболее мощные АПП расположены на глубине от 710 до 1074 м.

В пределах аномальной зоны № 5 пробурена дегазационная скважина, в которой зафиксирован приток метана до подхода горных работ. Суммарная мощность газосодержащих пластов в этой зоне составляет 50 м.

В пределах зоны № 6 пробурены дегазационные скважины с притоками газа. По результатам зондирования в пределах этой аномалии выделено шесть АПП. В кровле угольного пласта i_3^1 на глубине 1042-1061 м находятся пять АПП общей мощностью 28 м; в почве - на глубине 1225-1245 м находится АПП мощностью 15 м.

Газоэкранирующие покрытия ранее исследователи не выделяли, поскольку Донецкий бассейн не рассматривался как газовое месторождение и в таких исследованиях не было необходимости.

Донецкий угольный бассейн испытал значительные тектонические преобразования вследствие имевшей место инверсии, которая послужила причиной формирования очень малой пористости (от 10-15 % в породах раннего и среднего катагенеза до 4 – 8 % в подобных отложениях центральных районов) и низкой газопроницаемости. К этому добавляется повышенная относительная плотность и прочность пород.

Естественная пористость песчаников, глинистых и песчаных сланцев Донецкого угольного бассейна (особенно открытая и эффективная) в некоторых геологических структурах составляет до 15 %, но в большинстве своей низкая. Коэффициент открытой пористости пород разного генетического типа и степени катагенеза находится в пределах от 1,5 до 8-9 %, а газопроницаемость нетронутых горными работами пород - 0,01 - 0,6 мД, которые не попадают даже в класс с низкой газопроницаемостью - до 10 мД [7, 8].

По результатам газового каротажа, песчаники, глинистые и песчаные сланцы Донецкого угольного бассейна характеризуются низкими фоновыми значениями, природная метанообильность которых составляет $15 - 25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{т}$. При этом, указанные породы залегают в кровле и почве угольных пластов на площади до 90-95 % [9]. Это характерно для поля шахты «Суходольская-Восточная». Например, непосредственная кровля пласта i_3^1 сложена преимущественно песчаным сланцем - до 70 % площади и глинистым сланцем - до 20 %

площади. Известняк имеет незначительное площадное распространение. Основная кровля пласта i_3^1 почти по всей площади состоит из песчаного сланца, в восточной и центральной частях на обособленных участках из песчаников. Глинистый сланец имеет незначительное распространение в западной части шахтного поля. Почву пласта i_3^1 слагают песчаный (33 %) и глинистый (45 %) сланцы, а также песчаник (5 %), который встречается на участках небольших размеров, т.е., выше и ниже пласта i_3^1 залегают преимущественно глинистые, песчаные сланцы и песчаники.

Средняя плотность песчаников, глинистых и песчаных сланцев в основной и непосредственной почве, а также основной и непосредственной кровле пласта i_3^1 изменяется от 2,68 до 2,78 т/м³, средневзвешенная плотность составляет 2,73 т/м³. Средняя пористость указанных пород изменяется от 3,0 до 7,37 %, а средневзвешенная составляет около 5,2 %.

Существенное влияние на выделение газа в лаву при вскрытии газовых ловушек оказывает газовая проницаемость. С уменьшением проницаемости ухудшаются условия фильтрации газа из газовой ловушки, чем вызвано увеличение газового потока в сторону очистного забоя. Графики замера давления газа в дегазационных скважинах, пробуренных с поверхности для дегазации 12 восточной и 23 западной лавы пл. i_3^1 шх. «Суходольская – Восточная» ОАО «Краснодонуголь» представлены на рис. 2.

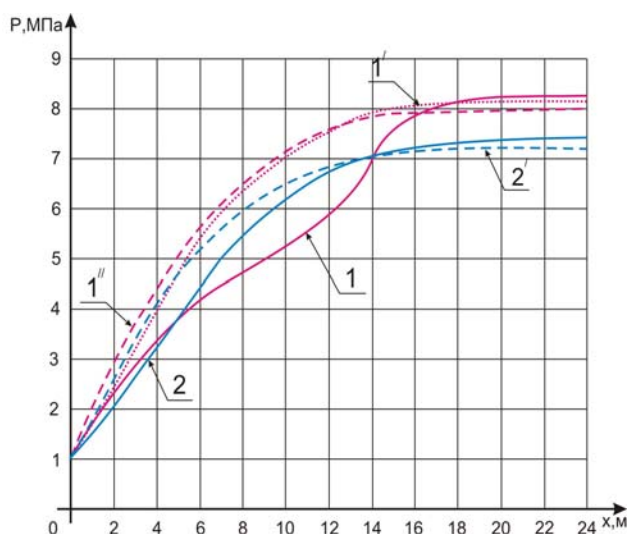


Рис. 2 – Графики давления газа впереди 12 восточной и 23 западной лавы пласта i_3^1 шх. «Суходольская – Восточная» ОАО «Краснодонуголь»: кривые 1, 2 - по данным шахтных замеров в дегазационных скважинах 12 восточной лавы; кривые 1¹, 2¹ - по данным шахтных замеров в дегазационных скважинах 23 западной лавы; кривые, 1¹¹ - по расчетным данным

Таким образом, обеспечение безопасной работы комплексно-механизированных технологий на больших глубинах разработки в зоне газовых ловушек вызывает необходимость регулирования скорости подвигания очистного забоя в управлении комплексом технологических мероприятий добычи угля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов С.Д. Пути освоения природных газов угольных месторождений. Харьков. "Колорит", 2005. - 335 с.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР: В 12 т. / Под ред. С.А. Скробова. - Т.1. Угольные бассейны и месторождения юга европейской части СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1963. - 210 с.
3. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР: В 3 т. - Т.3. Генезис и закономерности распределения природных газов угольных бассейнов и месторождений СССР / Под ред. А.И. Кравцова. - М.: Недра, 1980. - 218 с.
4. Задара Г.З., Мурич А.Т. Распределение тяжелых углеводородов и редких газов в каменноугольных отложениях Среднего Донбасса // В сб.: Вопросы геологии, минералогии и геохимии угленосных отложений СССР. - Ростов-на-Дону: Изд. Ростовск. ун-та, 1975. - С. 116-126.
5. Бакалдина А.П. Роль метаморфизма углей в формировании их метаноносности // В кн.: Природные газы Земли и их роль в формировании земной коры и месторождений полезных ископаемых: Материалы Второго Всесоюз. совещ. - К.: Наук. думка, 1985. - С.122 - 128.
6. Бакалдина А.П. Влияние петрографического состава углей на их сорбционную метаноёмкость // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 1964. - №4. - С. 10-12.
7. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР: В 3 т. - Т.1. Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР/ Под ред. А.И. Кравцова. - М.: Недра, 1979. - 626 с.
8. Забигаило В.Е., Лукинов В.В., Пимоненко Л.И. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса. - К.: Наук. думка, 1994. - 150 с.
9. 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.

УДК 622.817.47

Зав. отд. газовых компрессорных станций В.И. Коваленко
(Концерн «Укрросметалл»)

ОБОРУДОВАНИЕ КОНЦЕРНА «УКРРОСМЕТАЛЛ» ДЛЯ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Розроблено компресорну газопригодну установку для утилізації шахтного метану. Розглянута мембранна технологія розділення газів, що закладена в основу виготовлення азотних компресорних станцій.

EQUIPMENT PRODUCED BY UKRROSMETALL COMPANY FOR DEGASSING COAL LAYERS

A compressor plant for the gas utilization is designed especially for mine-methane recovery. Membrane technology for gases separating is considered as a basis to manufacture nitrogen compressor stations.

Считается, что наиболее эффективным мероприятием по снижению выделения метана в горные выработки шахт является дегазация угольных пластов и коллекторов природных скоплений свободного газа через скважины, пробуренные с земной поверхности или подземных выработок.

Выделение метана в горных выработках является сдерживающим фактором увеличения добычи угля. Вместе с тем, метан является и ценным энергоносителем, что не маловажно, учитывая дефицитность энергоносителей Украины в энергетическом комплексе.

Учитывая вышеизложенное, а также то, что метан представляет смертельную опасность для шахтеров, концерн «Укрросметалл» с 2006 года, приступил к разработке оборудования, предназначенного для утилизации шахтного метана.