

УДК 622.831.322

О.Г. ХУДОЛЕЙ, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник,

ИФГП НАН Украины, г. Донецк,

А.В. НИКИФОРОВ, канд. техн. наук, зав. отделом,

МакНИИ, г. Макеевка,

Ш.В. МАМЛЕЕВ, директор, и. «Шахтерская-Глубокая»

ГП «Шахтерскантрацит», г. Шахтерск

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГЛУБИНЫ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ВЕЛИЧИНУ ЗОНЫ РАЗГРУЗКИ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКИХ ШАХТ

Рассмотрены некоторые аспекты добычи угля на больших глубинах. Описаны методика проведения и результаты исследований по установлению влияния глубины работ на величину зоны разгрузки. Приводится подтверждение гипотезы об уменьшении интенсификации проявлений выбросов угля и газа при увеличении глубины ведения горных работ.

Ключевые слова: добыча угля, выбросы угля и газа, гипотеза, анализ, исследования, прогноз, разрушение пласта, безопасная выемка.

Теоретическими положениями, аналитическими расчетами, многочисленными экспериментальными исследованиями и опытом отработки выбросоопасных пластов было доказано о принципиальной невозможности зарождения и возникновения газодинамических явлений (ГДЯ) в разгруженной части выбросоопасного пласта, в том числе и на больших глубинах (значительно ниже зоны газового выветривания).

Формирование опорного давления впереди очистного забоя и соответствующие напряжения в краевой части пласта приводят к образованию зоны неупругих деформаций (пластической зоны) [1, 2, 3]. В этой части пласта модуль упругости вмещающих горных пород на порядок и более превосходит модуль упругости угля, поэтому пластическая зона сосредотачивается в краевой части угольного пласта, в то время как породы кровли и почвы остаются упругими.

Положения о невыбросоопасности разупроченной краевой части выбросоопасного пласта легли в основу многих способов прогноза, предотвращения ГДЯ и контроля их эффективности, которые вошли в новый стандарт Минуглепрома Украины [4].

Образование и развитие зоны разупрочненного и разрушенного угля в краевой части пласта происходит всегда во время перераспределения напряжений. Именно этой части пласта присуща пониженная напряженность и, следовательно, повышенная склонность к газоотдаче – газовыделению. По мере увеличения глубины ведения горных работ процессы разупрочнения краевой части несомненно интенсифицируются.

Вопрос о влиянии глубины разработки на потенциальную выбросоопасность рассматривался в работах как отечественных, так и иностранных ученых. Проблема эта анализировалась и изучалась с различных позиций, для решения различных задач, разными подходами и методами, поэтому и результаты этих работ не имеют однозначных выводов.

В начале семидесятых годов впервые была высказана гипотеза уменьшения силы и частоты внезапных выбросов угля и газа на больших глубинах [5,6], достоверность которой доказывалась данными опыта разработки выбросоопасных шахтопластов Центрального района Донбасса. В 1973 году проводился анализ обширного статистического материала по выбросам угля и газа в Донбассе за 60 лет, который позволил установить общее уменьшение количества выбросов угля и газа, начиная с глубины 750 м [7]. Анализ выдвинутой гипотезы проводился и с учетом современных глубин отработки [8, 9,10].

Следует отметить, что выдвинутая гипотеза об уменьшения силы и частоты внезапных выбросов угля и газа на больших глубинах рассматривала изменение выбросоопасности только призабойной части пласта.

Учитывая научную и практическую актуальность вопроса о влиянии глубины разработки на интенсивность и частоту ГДЯ, исследования в этом направлении продолжают. Одним из результатов таких работ являются исследования, проведенные в 2013 году на базе ОП «Шахта имени М.И.Калинина» ГП «ДУЭК». Точкой отсчета этих исследований (базовый вариант) послужили промышленные испытания, проведенные на шахте в 1992 г.

С 28.08.90 по 28.11.90 г. и с 13.03.91 г. по 27.01.92 г. сотрудниками МакНИИ и ДПИ были проведены промышленные испытания способа отнесения лав выбросоопасных и особо выбросоопасных шахтопластов на больших глубинах к условно выбросоопасным. Испытания проводились в условиях особо выбросоопасного пласта h_{10} «Ливенский» в 4-й восточной лаве шахты им. М.И. Калинина ПО Донецкуголь.

В соответствии с «Методикой промышленных испытаний» к основным критериям оценки степени выбросоопасности призабойной части пласта были отнесены:

- средняя величина безопасной зоны разгрузки (l_p , м);

- среднее удельное газовыделение ($Q_{уд}$, л/мин.);

- среднее процентное содержание гелия в пробах газов пласта (He , %).

Средняя величина безопасной зоны разгрузки (l_p , м) определялась по динамике начальной скорости газовыделения [4].

Межведомственная комиссия, назначенная в соответствии с Приказом по ПО «Донецкуголь» № 16-2 от 18.09.89 г., на основании протокола промышленных испытаний приняла решение, что «Способ определения величины зоны разгрузки по динамике газовыделения в шпур», выдержал промышленные испытания, и рекомендовала его для внедрения, по согласованию с МакНИИ, на шахтах Донецкой области при ведении очистных работ в комбайновых лавах пологих и наклонных выбросоопасных и особоопасных шахтопластов.

Анализ опыта применения «Способа...» показал, что при существующих горно-геологических условиях при современных глубинах ведения горных работ данный способ требует уточнения методических основ его выполнения.

Цель настоящих исследований – подтверждение результатов проведенных ранее испытаний и оценка величины зоны разгрузки в призабойной части угольных пластов на больших глубинах.

Для достижения цели исследований были поставлены следующие задачи: провести статистическую обработку данных об измерениях величины зоны разгрузки для различных лав; выполнить анализ полученных результатов и выявить возможные закономерности влияния глубины работ на изменения величины зоны разгрузки; установить характерные особенности формирования зоны разгрузки по длине лавы, включая ниши.

Исследования проводились в соответствии с приказом по ОП «Шахта имени М.И. Калинина» ГП «ДУЭК» №299 от 16.05.2013 г., для чего была создана специальная комиссия, состоящая из специалистов шахты, ученых и ведущих специалистов института физики горных процессов НАН Украины и МакНИИ.

При проведении исследований в качестве объектов были выбраны три лавы, эксплуатировавшиеся на пласте h_{10} «Ливенский» в разные периоды времени и на разных глубинах разработки. Основные горно-геологические и горнотехнические условия отработки анализируемых лав оставались практически неизменными на протяжении всего периода исследований. Технология ведения очистных работ в исследуемых лавах так же мало чем отличалась от базовой лавы (4-й восточной).

Предметом исследований являлась величина зоны разгрузки в призабойной части выбросоопасного угольного пласта.

Аналізу подвергались показатели величины зоны разгрузки в следующих лавах:

- 4-я восточная лава;
- 1-я восточная лава ВПУ;
- 2-я восточная лава ЦПУ;
- 1-я панельная лава ЦПУ.

Совместным приказом ГП «Донуголь» и ДТУ Госнадзора труда Украины №6/78 от 23.01.97 г. пласт h_{10} «Ливенский» на ОП «Шахта им. М.И. Калинина» отнесен к особовывбросоопасным и обрабатывается как одиночный, опасен по взрывчатости пыли, к самовозгоранию не склонен.

Мощность пласта – 1,22-1,33 м, угол падения 22-29°, объемный вес – 1,31 т/м³, $A^c = 11,4 \%$, $V^{daf} = 19,3\%$, $X = 23-32$ м³/т.с.б.м.

Марка угля К, ОС, КС, ТС, коэффициент прочности $f=1$.

Пласт h_{10} «Ливенский» в пределах шахтного поля ОП «Шахта им. М.И. Калинина» обрабатывается по следующей технологической схеме:

- подготовка пласта – полевая;
- система разработки – сплошная;
- способ управления кровлей – полное обрушение;
- способ охраны:
 - основных выработок – расположение выработок в разгруженной зоне;
 - выемочных выработок – бутовой (породной) полосой.

В результате длительных наблюдений установлено:

- шаг первичного обрушения основной кровли 25-35 м;
- шаг последующих обрушений 15-25 м;
- шаг первичного обрушения непосредственной кровли 4-6 м;
- шаг последующих обрушений 0,60-1,20 м.

4-я восточная лава. В тектоническом отношении участок 4-й восточной лавы характеризуется сравнительно спокойным залеганием пласта с возможными мелкоамплитудными проявлениями тектоники.

Выемочный участок 4-й восточной лавы пласта h_{10} расположен в восточном крыле уклонного поля восточнее Центрального уклона пласта h_{10} . Лава обрабатывается по сплошной системе прямым ходом к восточной границе шахтного поля. Длина лавы 250 м. Глубина ведения горных работ 1070 м.

Лава была оборудована механизированным комплексом КМ-87УМН-1. В качестве выемочного механизма принят узкозахватный комбайн. 1К-101 с шириной захвата 0,63 м, работающий с рамы забойного конвейера

СПМ-87ДН в комплекте с предохранительной лебедкой 1ЛГКН. Выемка угля в лаве осуществлялась по односторонней схеме.

1-я восточная лава ВПУ. Мощность пласта 1,2-1,3, угол падения 15-27°, $V^{daf} = 16-22\%$, $X = 19,5-24,7$ м³/т.с.б.м., глубина ведения работ – 1145, длина лавы – 271. Система разработки – сплошная. Проведение вентиляционных штреков производится вприсечку к ранее отработанным участкам вслед за подвиганием лавы до 3,0 м от забоев. Конвейерные штреки, в соответствии с решением Центральной комиссии по борьбе с внезапными выбросами угля и газа (протокол №30 от 22.06.81 года и № 33 от 29.06.82 года), производятся с опережением лав на 8-15 метров. Выемка угля в лаве производится узкозахватными комбайнами 1К-101 с шириной захвата 0,63 м по односторонней схеме. Управление кровлей осуществляется полным обрушением. В лаве используется механизированная крепь КМ-87УМН.

Проветривание – по возвратноточной схеме с дополнительной подачей свежего воздуха на вентиляционный штрек с переднего квершлага.

2-я восточная лава ЦПУ. Основные горно-геологические и горнотехнические условия такие же, как и в 1-й восточной лаве ВПУ. Глубина ведения работ – 1250, длина лавы – 229. Проветривание – по возвратноточной схеме с дополнительной подачей свежего воздуха в лаву по двум выработкам и выдачей исходящей по средней выработке. Выемка угля в лаве производится узкозахватными комбайнами 1К-101 с шириной захвата 0,63 м по односторонней схеме. Управление кровлей осуществляется полным обрушением. В лаве используется механизированная крепь КМТ.

1-я панельная лава ЦПУ. Мощность пласта 1,21-1,38, средняя – 1,29, угол падения 15-37°, $V^{daf} = 16-23\%$, $X = 19,5-24,7$ м³/т.с.б.м. Марка угля: К, ОС. Глубина ведения работ 1230 -1400 м. Система разработки – сплошная (по падению по безцеликовой технологии). Выемка угля в лаве производится узкозахватными комбайнами 1К-101 с шириной захвата 0,63 м по односторонней схеме. Управление кровлей осуществляется полным обрушением. В лаве используется механизированная крепь 2КД-90.

В ходе проведения исследований были проанализированы и подвергнуты статистической обработке показатели величины зоны разгрузки из соответствующих журналов службы прогноза и контроля за ГДЯ участка ВТБ.

По 4-й восточной лаве – в соответствии с проведенными с 28.08.90 г. по 28.11.90 г. и с 13.03.91 г. по 27.01.92 г. промышленными испытаниями средняя величина зоны разгрузки составляла – 3,5 м.

По 1-й восточной лаве ВПУ проанализировано 1920 замеров за период с 03.12.05 г. по 03.03.06 г.:

- глубина зоны разгрузки 3,5 м – 1574 замера;
- глубина зоны разгрузки 4,0 м – 346 замеров;
- средняя глубина – 3,59 м.

Характерные особенности: 4-х метровая зона разгрузки отмечается, в основном, в нишах и 2-3-х шпурах примыкающих к нишам.

По 2-й восточной ЦПУ проанализировано 4086 замеров за период с 21.07.11 г. по 20.02.12 г.:

- глубина зоны разгрузки 3,5 м – 1838 замеров;
- глубина зоны разгрузки 4,0 м – 2247 замеров;
- средняя глубина – 3,78 м.

Характерные особенности: 4-х метровая зона разгрузки всегда отмечается в нишах и верхней и нижней частях лавы.

По 1-й панельной лаве ЦПУ проанализировано 2030 замеров за период с 19.01.07 г. по 08.07.08 г.:

- глубина зоны разгрузки 3,5 м – 223 замера;
- глубина зоны разгрузки 4,0 м – 1807 замеров;
- средняя глубина – 3,95 м.

Характерные особенности: 3,5 метровая зона разгрузки почти всегда отмечается в средней части лавы.

Основные данные проведенных исследований сведены в таблицу.

Таблица

Основные данные проведенных статистических исследований

Очистной забой	Период проведения замеров	Глубина ведения работ, м	Кол-во измерений	Средняя величина разгрузки \bar{l}_p , м
4-й восточная лава	28.08.90-28.11.90	1070	300	3,5
	13.03.91-27.01.92		297	3,5
1-я восточная ВПУ	03.12.05-03.03.06	1145	1920	3,59
2-я восточная ЦПУ	21.07.11-25.01.12	1250	4085	3,68
1-я панельная лава ЦПУ	19.01.07-08.07.08	1238-1375	2030	3,95

Результаты работы были зафиксированы в соответствующем протоколе проведения исследований (04.06.2013 г.) и утверждены актом приемки (11.06.2013 г.) междуведомственной комиссией.

ВЫВОДЫ

Анализ проведенных исследований позволяет констатировать следующее.

Всего было обработано 8035 замеров по всей длине анализируемых лав, включая замеры в нишах. Основные горно-геологические и горнотехнические параметры отработки анализируемых лав оставались практически неизменными на протяжении всего периода исследований. В результате проведенных исследований установлено, что с увеличением глубины разработки, при прочих равных условиях, глубина зоны разгрузки краевой части пласта увеличивается. Увеличение зоны разгрузки происходит более интенсивнее в нишах и примыкающим к ним краевым частям лав.

Полученные закономерности могут быть использованы при разработке рекомендаций и мероприятий по безопасному ведению горных работ в условиях данного шахтопласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баренблатт Г. И. Об обрушении кровли при горных выработках / Г. И. Баренблатт, С. А. Христианович // Изв. АН СССР. Отд-ние техн. наук. – 1955. – №11. – С. 73 – 86.
2. Хапилова Н. С. Теория внезапного отжима угольного пласта / Н. С. Хапилова // К.: Наукова думка, 1992. – 232 с.
3. Алексеев А. Д. Прогнозирование неустойчивости системы уголь-газ / А. Д. Алексеев, Г. П. Стариков, В. Н. Чистоклетов // Донецк: Ноулидж (Донецкое отд-ние), 2010. – 343 с.
4. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ: СОУ 10.1.00174088.011 – 2005 – Офіц. вид. – К.: Мінвуглепром України, 2006. – 225 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
5. Степанович Г. Я. К вопросу о выбросоопасности угольных пластов на больших глубинах / Г. Я. Степанович, В. И. Николин, В. Н. Недосекин // Безопасность труда в промышленности. – 1970. – №6. – С.27 – 28.
6. Степанович Г. Я. Газодинамические явления при подготовке глубоких горизонтов / Г. Я. Степанович, В. И. Николин, Б. А. Лысыков // Донецк: Донбасс, 1970. – 112 с.

7. Вереда В. С. К вопросу о возможных причинах выбросов угля, газа и пород в Донецком бассейне / В. С. Вереда, Б. А. Юрченко // Вопросы теории выбросов угля, породы и газа. К.: Наукова думка, 1973. – С. 301 – 308.
8. Подкопаев С. В. Об изменении потенциальной выбросоопасности угольных пластов Донбасса на современных глубинах разработки / С. В. Подкопаев, О. Г. Худолей // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сб. науч. тр. /МакНИИ. – Макеевка – МакНИИ. – 2010. – №1(25). – С. 15 - 23.
9. Николин В. И. Изменение потенциальной выбросоопасности угольных пластов при увеличении глубины разработки / В. И. Николин, О. Г. Худолей, А. А. Капустин // Наукові праці ДонНТУ. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – Вип. 13(178). – С. 134–139. – (Серія «Гірничо-геологічна»).
10. Стариков Г. П. Перспективы отработки выбросоопасных угольных пластов на больших глубинах / Г. П. Стариков, О. Г. Худолей, Е. А. Навка // Вісті Донецького гірничого інституту: Всеукраїнський наук. – техн. журн. гірничого профілю. – 2013. – №1. – С. 270 – 279.

Получено: 22.03.2013

Розглянуто деякі аспекти видобування вугілля на великих глибинах. Описано методику проведення й результати досліджень щодо встановлення впливу глибини робіт на величину зони розвантаження. Наводиться підтвердження гіпотези про зменшення інтенсифікації проявів викидів вугілля та газу в разі збільшення глибини ведення гірничих робіт.

Ключові слова: видобування вугілля, викиди вугілля й газу, гіпотеза, аналіз, дослідження, прогноз, руйнування пласта, безпечне виймання.

In the article some aspects of mining are examined on large depths. Methodology of realization and results of the conducted researches are described on establishment of influence of depth of works on the size of unloading zone. Confirmation over of hypothesis is brought about diminishing of intensification of displays of the troop landings of coal and gas at the increase of depth of conduct of mountain works.

Key words: mining, troop landings of coal and gas, hypothesis, analysis, researches, prognosis, destruction of layer, safe coulisse.