

УДК 622. 831.322:635

*к.т.н., с.н.с. Южанин И. А.,
с.н.с. Радченко А. Г.
(УкрНИИМ, Украина),
с.н.с. Ашихмин В. Д.
(МакНИИ, Украина, e-mail: dmitrievich.valerij@yandex.ru),
инженер Радченко А. А. (ДонНАСА, Украина)*

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДОНБАССА С РОСТОМ ГЛУБИНЫ

В статье рассмотрены перспективные направления по совершенствованию способов оценки степени газодинамической опасности угольных пластов Донбасса с ростом глубины, приведены расстояния, на которых необходимо осуществлять контроль состояния, призабойной части пластов на глубинах свыше 600 м.

Ключевые слова: внезапные выбросы угля и газа, внезапные выдавливания угля, контроль состояния, призабойная часть пласта, размеры полостей, глубина работ.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Газодинамические явления (ГДЯ), основными из которых являются внезапные выбросы угля и газа, внезапные обрушения угля, внезапные выдавливания угля, горные удары – до настоящего времени относятся к наиболее опасным явлениям, сопровождающим разработку угольных пластов. По мере увеличения глубины ведения горных работ возрастает интенсивность ГДЯ, увеличивается количество пластов, склонных к ГДЯ. Ведение горных работ в настоящее время характеризуется сложными условиями разработки угольных пластов: ростом природной газоносности, давления газов, потенциальной энергии угольных пластов и вмещающих пород. На глубинах разработки $H = 800 - 1200$ м существенно возросли интенсивность выбросов, размеры полостей и затраты на ликвидацию последствий выбросов. Анализ литературы показал следующее. В работе [1] указывалось, что проявление выбросоопасности угольных пластов в ряду метаморфизма для угольных месторождений стран СНГ имеет параболический характер с максимумом выбросоопасности при значениях весового выхода летучих веществ $V^{daf} = 18 - 19\%$. В работе [2] указывается на ошибочность

основных положений работы [1] и приведены убедительные доказательства того, что распределение количества внезапных выбросов угля и газа в ряду метаморфизма имеет сложный, волнообразный, мульти-модальный характер, который связан со скачками углефикации и обусловлен сложными, нелинейными преобразованиями структурно-химических свойств углей в ряду метаморфизма. В работе [1] было высказано также предположение о прекращении внезапных выбросов с глубиной для углей различных стадий метаморфизма, что не подтвердилось практикой ведения горных работ в Донбассе за последние 25 лет. В работе [3] приведены доказательства того, что потенциальная выбросоопасность углей низкой и средней стадий метаморфизма на глубинах свыше 600 м будет оставаться высокой. Таким образом, при развитии важных положений теории борьбы с внезапными выбросами угля и газа в работе [1] были допущены ряд серьезных ошибок и противоречий. Факторы, определяющие природу возникновения ГДЯ, механизм их протекания, претерпевают изменения с увеличением

© Южанин И. А., 2017

© Радченко А. Г., 2017

© Ашихмин В. Д., 2017

© Радченко А. А., 2017

глубины разработки, что недостаточно учитывается современными гипотезами возникновения ГДЯ. К ним относятся «газовые» гипотезы, тектонофизические, волновые и т. д. Ряд исследователей являются сторонниками теории послойного отрыва угля с обнаженной поверхности, согласно которой газодинамическое явление развивается в форме последовательного отделения мелких частиц на обнаженной поверхности (волны разрушения). Однако в последние годы многие ученые (Н. С. Хапилова, С. Н. Осипов, В. М. Герасимов и др.) связывают возникновение таких ГДЯ, как внезапные выдавливания угля, с процессами, происходящими в глубине массива – в зоне максимального опорного давления. К этому направлению относят себя и авторы данной статьи. На современных глубинах разработки угольных пластов формирование и проявление выбросоопасности наблюдается на расстояниях, которые превышают 3,0 – 4,0 м от плоскости забоя проводимой выработки, т.е. формирование выбросоопасной ситуации происходит в зоне максимального опорного давления. Во многих случаях глубина полостей выбросов составляет 20,0 – 30,0 м и более.

Постановка задачи. Задачей настоящей работы является:

1) анализ размеров полостей, которые образуются при выдавливаниях угля и внезапных выбросах угля и газа с ростом глубины ведения горных работ;

2) обоснование расстояний, на которых необходимо осуществлять контроль состояния призабойной части угольных пластов на глубинах свыше 600 м.

Изложение материала и его результаты. Нами были проанализированы условия возникновения, характеристики и параметры более 400 внезапных выдавливаний угля, которые изложены в работе [4]. В таблице 1 приведены основные характеристики внезапных выдавливаний угля и условия их проявления по данным работы [4]. Анализ данных таблицы 1 позволил установить следующее. Рассмотрим отношение глубины полости r к мощности пласта m_g , это отношение показывает с какой глубины (относительно мощности

пласта) развивается выдавливание. Из таблицы 1 следует, что отношение r/m_g изменяется в диапазоне от 0,6 до 11,3. Сопоставим эту характеристику с положением максимума опорного давления – l_m . По результатам горно-экспериментальных работ минимальные отношения расстояния до максимума опорного давления к мощности пласта l_m/m_g находятся в пределах 1,4 – 2,3 [4], а по данным научно-технической литературы, минимальное расстояние до максимума опорного давления составляет $2m_g$. Выполненный анализ позволил все явления, именуемые «внезапное выдавливание (отжим) угля с попутным газоделиением» разделить на два вида:

1) явления, происходящие в призабойной части пласта до максимума опорного давления;

2) явления, развязывание которых происходит в зоне максимума опорного давления.

Первый вид явлений можно назвать отжимом или технологическим отжимом, который представляет собой разрушение и обрушение в призабойное пространство краевой части пласта из зоны пониженных напряжений до максимума опорного давления без выдвигания пласта в выработанное пространство. Второй вид явлений представляет собой собственно газодинамическое явление – внезапное выдавливание угля, которое связано с геомеханическими процессами, происходящими в зоне максимума опорного давления. В этой зоне происходит качественное изменение характера деформирования угольного пласта: вместо обобщенного сжатия, которым характеризуется пласт вне влияния горных работ, он попадает в режим обобщенного сдвига. При этом пласт претерпевает пластическое деформирование и переходит в запредельное состояние. Основные положения теории запредельного деформирования, полная диаграмма деформирования горных пород, включая её нисходящую (запредельную) ветвь подробно рассмотрены в работе [5].

РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

Таблица 1 – Характеристика внезапных выдавливаний угля по данным [4]

Наименование показателей и параметров	Залегание пластов	Количество случаев	Значение показателей и параметров	
			Пределы изменений	Среднее
Мощность пласта m_e , м	Пологое	148	0,55 – 2,20	1,24
	Крутое	297	0,42 – 2,20	1,26
	Общее	445	0,42 – 2,20	1,25
Интенсивность Q_{ye} , т	Пологое	144	1,0 – 150,0	25,0
	Крутое	290	0,5 – 150,0	40,8
	Общее	434	0,5 – 150,0	35,5
Глубина полостей r , м	Пологое	134	1,0 – 12,0	4,40
	Крутое	57	0,6 – 10,6	4,35
	Общее	191	0,6 – 12,0	4,39
Величина выдавливания угля b , м	Пологое	127	0,2 – 7,0	1,92
	Крутое	100	0,2 – 7,6	2,73
	Общее	227	0,6 – 7,6	2,28
Отношение r/m_e	Пологое	130	0,7 – 9,8	3,81
	Крутое	58	0,6 – 11,3	4,13
	Общее	188	0,6 – 11,3	3,91
Коэффициент разрыхления K_p	Пологое	114	1,1 – 2,0	1,40
	Крутое	17	1,2 – 1,8	1,50
	Общее	131	1,1 – 2,0	1,40
Отношение b/m_e	Пологое	121	0,2 – 5,6	1,50
	Крутое	110	0,3 – 1,3	2,03
	Общее	231	0,2 – 7,3	1,75

Основные положения работы [5] были применены в работе [4] для подробного объяснения механизма развязывания внезапных выдавливаний угля.

Рассмотрим ряд основных положений работы [4]. Переход пласта в деформированное состояние за пределы прочности угольного массива сопровождается увеличением объема деформирующегося угля (дилатансией). Величина коэффициента увеличения объема образцов пород при испытании их за пределом прочности изменялась от значений менее 1,0 до 1,2. Величина же этого коэффициента при проявлении внезапных выдавливаний угля изменялась в диапазоне от 1,1 до 2,0 и составляла в среднем 1,4 (см. табл. 1), т. е. намного превышала значения коэффициента увеличения объема при испытаниях образцов. Данное явление объясняется следующими причинами:

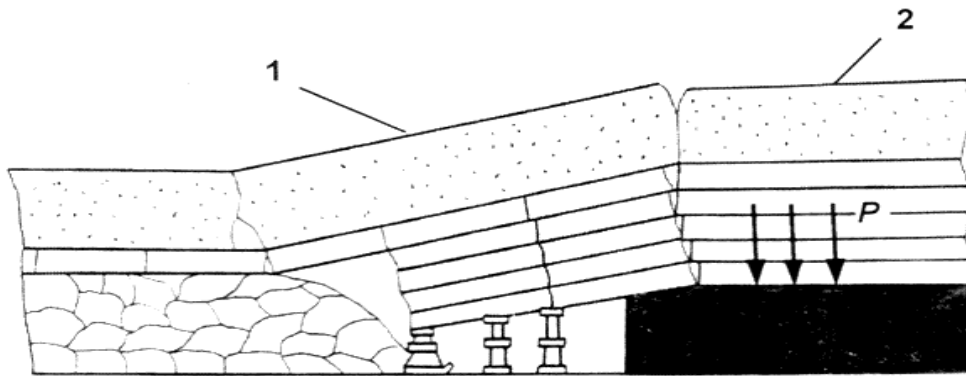
– глубина полости при выдавливаниях

определяется довольно субъективно и в большинстве случаев она занижена;

– деформирование угольного пласта при выдавливаниях по сравнению с образцами угля облегчается из-за наличия естественных и техногенных трещин, плоскостей кливажа, свойственных угольному пласту, а также наличия газа (свободного и сорбированного), который способствует дополнительному разрыхлению пласта, о чем свидетельствуют наблюдаемые в выдавленном угле зияющие пустоты;

– как правило, наличие под кровлей пласта щели высотой до 5 – 10 см, образующейся вследствие волнообразных колебательных процессов в боковых породах при выдавливаниях;

– образец при испытаниях свободен ширяться во все стороны, в то время как при выдавливаниях расширение пласта происходит в одну сторону – в призабойное пространство.



1 – участок обрушения пород; 2 – участок упругого восстановления

Рисунок 1 – Схема нагружения краевой части пласта

Нами были также проанализированы закономерности деформирования пород за контуром протяженных (в первую очередь подготовительных) выработок. На современных глубинах разработки горные породы там в данных условиях находятся в запредельном состоянии. Следовательно, коэффициенты разрыхления пород за контуром выработок соответствуют запредельному переходу пород на пределе их прочности или остаточной прочности. Максимальные значения коэффициентов разрыхления в выработках, по данным горно-экспериментальных работ (в основном по глубинным реперам), составляли 1,20 – 1,57, т. е. были близки к значениям, полученным при процессах выдавливания угля. Вышеизложенное свидетельствует о том, что природа рассмотренных явлений одна и та же – переход в запредельное состояние. Увеличение объема угля при запредельном переходе приводит к выдавливанию угольного пласта в призабойное пространство. Причиной, вызывающей переход участка пласта в запредельное состояние, является изменение режима нагружения пласта. Из всего многообразия схем разрушения пород кровли над краевой частью пласта и призабойным про-

странством рассмотрим две наиболее характерные схемы.

Первая из них – разрушение слоев кровли в очистных забоях на блоки (рис. 1). Из практики ведения горных работ известно, что по мере увеличения пролёта зависящих пород в выработанном пространстве возрастает давление пород кровли на призабойную крепь и краевую часть пласта. При достижении величины предельного пролёта, соответствующей шагу периодической осадки основной кровли, происходит разрушение – облом консоли (над пластом или над призабойной частью пласта). При этом происходит разгрузка пород и угольного пласта от горного давления на границе с обломившейся консолью (участок 1) и упругое восстановление напряженного состояния во вмещающих породах со стороны массива, находящегося на участке максимума опорного давления (участок 2). В результате смещений пород кровли и почвы при упругом восстановлении они воздействуют на угольный пласт на участке максимума опорного давления, переводя его в запредельное состояние. Если при этом боковые породы накопили больше энергии, чем пошло её на разрушение угольного пласта, т. е. модуль спада запредельной ветви нагружающей системы

M_n меньше модуля спада угольного пласта M_y , избыток потенциальной энергии переходит в кинетическую, вызывая газодинамическое явление.

Вид ГДЯ зависит от прочностных свойств системы «угольный пласт – боковые породы» и деформационных свойств угольного пласта. Если пласт сложен крепким углем, ГДЯ происходит в форме горного удара, т. е. разрушение краевой части пласта на глыбы и куски угля. Более пластичные и вязкие угли в значительной степени разрыхляются и выдвигаются (выдавливаются) в призабойное пространство. Если свободного и десорбирующегося газа (при разрушении угля выделяется большое количество метана) достаточно, чтобы создать воздушный поток для выноса разрушающегося угля, происходит внезапный выброс угля и газа.

Вторая схема деформирования пород кровли свойственна протяженным выработкам. При их проведении не происходит в буквальном смысле зависания пород кровли и их обрушения. Как показали исследования газодинамического состояния краевой части пласта (измерялось давление газа), выполненные МакНИИ, перед ГДЯ в пласте наблюдается так называемая зона «задержки деформаций», в которой не происходит ни падения, ни роста давления газа. Размер этой зоны колеблется от 4 до 9 м, составляя в среднем 6,2 м. После проявления ГДЯ газодинамическое состояние краевой части пласта изменялось: образовывались зоны отжима (на расстоянии от забоя в среднем до 3,3 м) и повышенного давления газа (размеры которой составляли в среднем от 2,9 до 11,7 м от забоя).

Исследования состояния пород кровли, выполненные МакНИИ акустическими способами, показали, что при проведении выработок происходит изменение положения поверхностей ослабленных контактов (ОК) в породах кровли относительно угольного пласта и их интенсивности. В

период, предшествующий внезапному выдавливанию угля, отсутствует расслоение пород кровли над пластом, поверхности ОК фиксируются на значительном (до 60 м) расстоянии от пласта. Этот период соответствует вышеописанному периоду «задержки деформаций». Система «пласт – боковые породы» находится в относительном равновесии непосредственно перед выдавливанием. При достижении критической площади в породах кровли (или изменении режима нагружения по другим причинам) в породах кровли начинается расслоение, фиксируемое акустической аппаратурой как интенсивное развитие поверхностей ОК на расстоянии до 10 – 25 м от пласта (меньшие значения соответствуют крутопадающим пластам). Расслоение пород кровли приводит к уменьшению жесткости нагружающей системы (вещающие пласт породы), т. е. к снижению величины модуля спада M_n . Равновесие системы нарушится, пласт получает дополнительную пригрузку, приводящую к избытку энергии (как и при первой схеме деформирования пород). Пласт на участке максимума опорного давления переходит в запредельное состояние в динамическом режиме со всеми вытекающими из этого последствиями.

Другие схемы деформирования и разрушения пород над выработками (образование короткоблочных систем под влиянием деформаций сдвига, различные схемы взаимодействия блоков и др.) в качественном отношении могут быть сведены к двум рассмотренным схемам. Общим для всех схем является то, что пригрузка пласта со стороны боковых пород или разгрузка пород от горного давления приводит к дополнительному воздействию на призабойную часть пласта, переводя её в запредельное состояние. Наиболее характерным явлением, предшествующим возникновению ГДЯ, является расслоение пород кровли как в очистных выработках перед обломом зависшей консоли, так и в подготовительных – перед воздействием

на пласт. Расслоение – прогностический характерный признак последующей потери устойчивости кровли. Не расслоившаяся консоль сохраняет устойчивость даже после появления в ней поперечных трещин. При этом следует обратить внимание на следующее обстоятельство. Расслоение пород кровли на высоту от 7 – 10 м (щитовые забой) и до 20 – 25 м означает, что их жесткость снизилась до стадии, при которой они передают свою нагрузку на крепь и призабойную часть пласта. Величина этой нагрузки сопоставима с несущей способностью щитовых (до 15 – 20 кПа) и других крепей очистных и подготовительных выработок (до 40 – 60 кПа, а в тяжелых условиях – до 1 МПа). Предложенная модель инициирования внезапных выдавливания угля (и других видов ГДЯ) предусматривает выполнение соответствующих методов прогноза опасности по ГДЯ и способов их предотвращения, подробно представленных в работе [4].

В настоящее время текущий прогноз выбросоопасности угольных пластов (ТП) по начальной скорости газовыделения из шпуров g_n выполняется согласно [9] на интервалах 1,5; 2,5 и 3,5 м, а контроль эффективности противовыбросных мероприятий по динамике начальной скорости газовыделения – q_n согласно [6] ведут на интервалах 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 м. Таким образом, контроль состояния призабойной части угольного пласта осуществляется только на глубину до 3,0 – 3,5 м. Нами были проанализированы данные из различных источников о размерах полостей, которые образуются при внезапных выбросах угля и газа. В работе [7] выполнен анализ размеров полостей выбросов (более 300 случаев), которые произошли в подготовительных выработках Донбасса по состоянию на 01.01.1960 года. На основании этого анализа авторами работы [7] был сделан вывод, что большинство выбросов происходят из глубины, не превышающей 4,0 м. Выполненный нами анализ данных

работы [7] показал, что из 146 выбросов 53 выброса, т.е. (36,3 %) имели глубину полости свыше 3,0 м. В работе [8] рассматриваются случаи, когда выбросы происходят с глубины 8,0-13,0 м, авторы работы [8] указывают: «утвердившееся мнение о том, что выбросы происходят из глубины до 5,0 м следует пересмотреть». В работе [9] авторы указывают на локальность выбросоопасности и приводят примеры, из которых следует, что длина полостей выбросов в глубину угольного массива в ряде случаев составляет 11,0 – 33,0 м. В работе [1] приведены многочисленные примеры, указывающие на то, что на современных глубинах разработки угольных пластов размеры полостей выбросов по глубине значительно превосходят расстояние 3,0 – 4,0 м.

Анализ литературы по данному направлению показал следующее. Глубина полостей, образующихся при выдавливаниях угля составляет $r = 0,60 - 12,0$ м, а при внезапных выбросах угля и газа глубина полостей в ряде случаев составляет 11,0 – 50,0 м и более. Но согласно нормативным способам [6] текущий прогноз выбросоопасности и контроль эффективности противовыбросных мероприятий осуществляется только на глубину до 3,0 – 3,5 м. Таким образом, существующие способы контроля состояния призабойной части угольного пласта [6] не соответствуют современным глубинам разработки угольных пластов и нуждаются в дальнейшем совершенствовании. В работе [10] приведены подробные рекомендации по совершенствованию способов контроля состояния призабойной части угольных пластов с учетом современных размеров полостей, образующихся при ГДЯ. Согласно работе [10] текущий прогноз выбросоопасности угольных пластов следует проводить на глубину:

- а) на угрожаемых пластах, $l \geq 5,5 - 6,0$ м;
- б) на выбросоопасных пластах, $l \geq 5,0 - 5,5$ м.

Контроль эффективности противовыбросных мероприятий необходимо вести на следующих глубинах:

- а) на выбросоопасных пластах $l \geq 5,0 - 5,5$ м;
- б) на особо выбросоопасных пластах $l > 5$ м.

Рассмотрим реализацию на практике выполненных нами аналитических разработок на примере шахты им. А. Ф. Засядько. На шахте имени А. Ф. Засядько на пластах m_3 и l_1 выполнены обширные исследования по применению опережающих скважин в подготовительных забоях с целью снижения интенсивности и частоты выбросов угля и газа, а также выдавливания угля. Безопасность бурения опережающих скважин обеспечивалась путем контроля процесса бурения скважин по параметрам акустического сигнала с помощью аппаратуры АПСС. Нормативным документом [6] предусмотрена величина неснижаемого опережения при этом способе, равная 5 м. Но при этом внезапные выдавливания угля развязываются на участке максимума опорного давления, расстояние от него до забоя приближается к величине глубины полости, которая колеблется в широких пределах и достигает 12 м (см. табл. 1). Следовательно, величина неснижаемого опережения разгрузочных скважин в большинстве случаев не достигала максимума опорного давления. А это означает, что бурение очередной серии опережающих скважин производилось в зоне повышенных напряжений, так как зона максимума опорного давления не была обработана предыдущей серией скважин. Вследствие этих причин ГДЯ происходили как при бурении опережающих скважин, так и в период ведения горных работ в обработанных скважинами массиве. В послевоенный период (после 1945 года) одним из наиболее распространенных мероприятий по борьбе с выбросами угля и газа являлось бурение опережающих шпуров и скважин различных диаметров. Применение этого мероприя-

тия не исключило выбросов, так например, с 1946 года по 1958 год при наличии шпуров и скважин произошло 86 выбросов угля и газа, в том числе – 11 выбросов отмечено при бурении, указанные выбросы произошли по следующим причинам:

- 1) неэффективность шпуров диаметром $d = 35 - 80$ мм и скважин диаметром $d = 120 - 150$ мм;
- 2) недостаточная длина скважин;
- 3) неправильное расположение опережающих шпуров и скважин в геометрическом пространстве угольного пласта. Это привело к ситуации, когда опережающие скважины практически перестали применяться.

Разработанная модель инициирования ГДЯ [4] потребовала пересмотра параметров бурения опережающих скважин:

- величина неснижаемого опережения:

$$l_n \geq l_m + z, \quad (1)$$

где l_m – расстояние от забоя до максимума опорного давления, м; z – величина запаса, равная 2 – 3 м;

- глубина обработки пласта (длина скважин):

$$l_n \geq 2l_n. \quad (2)$$

Расстояние до максимума опорного давления определяется по выходу буровой мелочи или акустическим способом. Бурение опережающих скважин также необходимо осуществлять под контролем акустической аппаратуры. На шахте им. А.Ф. Засядько опережающие скважины применялись для предотвращения газодинамических явлений при проведении подготовительных выработок по угольным пластам l_1 и m_3 со следующими параметрами:

- длина l – не менее 30 – 45 м;
- диаметр d – не более 80 мм;
- количество n – не менее 5;
- неснижаемое опережение l_n – не менее 10 м.

Способ бурения опережающих скважин с разработанными параметрами находит промышленное применение в условиях ПАО «Шахта им. А. Ф. Засядько» и ш/у «Покровское».

Выводы и направление дальнейших исследований. На основании выше изложенного следует:

1. На современных глубинах разработки регистрируются следующие размеры полостей:

а) при выдавливаниях угля размеры полостей находятся в диапазоне 0,60 – 12,0 м;

б) при внезапных выбросах угля и газа размеры полостей составляют 4,0 – 50,0 м и более.

2. Анализ литературы показал, что зона опорного давления начинается на глубине 3,5-5,5 м от поверхности забоя, формирование и проявление ГДЯ на современных глубинах разработки угольных пластов происходит на расстояниях свыше 3,0 м от поверхности забоя.

3. Контроль состояния призабойной части угольного пласта согласно нормативным документам осуществляется только на глубину 3,0 – 3,5 м. Существующие

способы контроля состояния призабойной части угольного пласта [6] при современных глубинах разработки во многих случаях не позволяют обнаружить зону, опасную по проявлениям ГДЯ и нуждаются в дальнейшем совершенствовании.

4. Текущий прогноз выбросоопасности угольных пластов следует проводить на глубину:

а) на угрожаемых пластах, $l \geq 5,5 - 6,0$ м;

б) на выбросоопасных пластах, $l \geq 5,0 - 5,5$ м.

5. Контроль эффективности противо-выбросных мероприятий необходимо вести на следующих глубинах:

а) на выбросоопасных пластах $l \geq 5,0 - 5,5$ м;

б) на особо выбросоопасных пластах $l \geq 5,0$ м.

6. Правильность выполненных аналитических исследований и разработок подтверждается практикой успешного применения опережающих скважин с разработанными параметрами в условиях ПАО «Шахта им. А. Ф. Засядько» и ш/у «Покровское».

Библиографический список

1. Забигайло В.Е. Влияние катагенеза горных пород и метаморфизма углей на их выбросоопасность / В. Е. Забигайло, В.И. Николин. – К.: Наук. думка, 1990. – 168 с.
2. Антипов И. В. Проявление выбросоопасности углей в ряду метаморфизма / И. В. Антипов, А. Г. Радченко, А. А. Радченко // *Безопасность труда в промышленности*. – М., 2015. – № 5. – С. 59-65.
3. Радченко А. Г. Закономерности проявления внезапных выбросов угля и газа с глубиной / А. Г. Радченко, В.А. Маркин, В.Д. Ашихмин, А.А. Радченко // *Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета*. – 2015. – Вып. № 1(44). – С. 59-66.
4. Коптиков В. П. Внезапные выдавливания угля / В. П. Коптиков, И. А. Южанин, В. П. Евдокимова. – Донецк: Ноулидж (Донецкое отделение), 2010. – 241 с.
5. Ставрогин А. Н. Прочность горных пород и устойчивость выработок на больших глубинах / А. Н. Ставрогин, А. Г. Протосеня. – М.: Недра, 1985. – 271 с.
6. Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям: СОУ 10.1.00174088.011-2005. – Киев: Минуглером Украины, 2005 – 225с.
7. Бобров И. В. Исследования в области борьбы с внезапными выбросами угля и газа на шахтах Донецкого бассейна / И. В. Бобров, Р. М. Кричевский. – Макеевка – Донбасс: МакНИИ, 1960. – 143с.
8. Божко В. П. Опыт разработки выбросоопасных пластов на шахтах Донбасса / В. П. Божко, Н. Р. Бельская, А. А. Симонов. – М.; Недра, 1970. – 168 с.

9. Николин В.И. Борьба с выбросами угля и газа в шахтах / В. И. Николин, И. И. Балинченко, А. А. Симонов. – М.: Недра, 1981. – 300 с.

10. Киселев Н. Н. Текущий прогноз выбросоопасности угольных пластов и контроль эффективности противовыбросных мероприятий / Н. Н. Киселев, А. Г. Радченко, Н. В. Желоб, А. А. Радченко // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – Донецьк: УкрНДМІ НАН України, 2010. – № 7 – С. 28-39.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. ДонГТУ Антощенко Н. И., д.т.н., с.н.с. МакНИИ Кудиновым Ю. В.

Статья поступила в редакцию 05.12.2016

к.т.н., с.н.с. Южанін І. А., с.н.с. Радченко О. Г. (УкрНДМІ, Україна), с.н.с. Ашихмін В. Д. (МакНДІ, Україна), інженер Радченко О.О. (ДонНАБА, Україна)

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ ОЦІНЮВАННЯ МІРИ ГАЗОДИНАМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ ДОНБАСУ ІЗ ЗРОСТАННЯМ ГЛИБИНИ

Виконано аналіз розмірів порожнин, що утворюються при видавлюваннях вугілля і раптових викидах вугілля і газу на різних глибинах розробки пластів. Наведено відстані, на яких необхідно здійснювати контроль стану привибійної частини пластів на глибинах понад 600 м.

Ключові слова: *викиди вугілля і газу, раптові видавлювання вугілля, схеми деформації, контроль стану привибійної частини пласта, розміри порожнин, глибина робіт, опорний тиск.*

PhD (Engineering) senior researcher Yuzhanin I. A. (UkrNDMI, Ukraine), senior researcher Radchenko O. G. (UkrNDMI, Ukraine), senior researcher Ashymin V. D. (MakSRI, Ukraine), engineer Radchenko O. O. (DonNACEA, Ukraine)

WAYS OF IMPROVING MEANS OF ASSESSMENT OF MEASURE OF COAL GAS DYNAMIC HAZARDS IN DONBASS WITH INCREASING OF COAL DEPTH

The analysis of the size of the cavities formed in the extrusion of coal and sudden coal and gas at different depths of the reservoir development. Given the distance at which it is necessary to monitor the state of the bottomhole formations at depths of over 600 m.

Keywords: *sudden coal and gas emissions, sudden coal extrusion, control of the state of the bottomhole formation, size of cavities, depth of work.*