

УДК 622.831.322

Изменение потенциальной выбросоопасности угольных пластов при увеличении глубины разработки

Николин В. И.¹, Худолей О. Г.¹, Капустин А. А.²

¹ Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ), Донецк, Украина

² Шахта «Щегловская – Глубокая» ШУ «Донбасс», Донецк, Украина

Поступила в редакцию 06.09.10, принята к печати 29.10.10.

Аннотация

В статье рассматриваются некоторые аспекты добычи угля на больших глубинах. Приводится подтверждение гипотезы об уменьшении интенсификации проявлений выбросов угля и газа при увеличении глубины ведения горных работ.

Ключевые слова: уголь, выброс, большая глубина.

Добыча угля как производственный процесс во все времена сопровождалась целым рядом факторов влияющих на безопасность ведения горных работ. В середине XIX столетия были зафиксированы и крупные выбросы угля и газа. Впервые они были отмечены на шахтах Франции и Бельгии. Позже, к концу XIX века, внезапные выбросы угля и газа были зарегистрированы в Германии, Англии, Венгрии, Канаде [1].

С началом активной добычи угля в Донбассе начали проявляться газодинамические явления (ГДЯ). Первые описанные случаи ГДЯ в Донбассе относятся к началу XX столетия (шахта «Новая Смолянка», г.Юзовка, 09.09.1906). В 1953 году был введен порядок официального расследования и регистрации всех ГДЯ происходящих в шахтах бывшего СССР.

По мере развития и интенсификации горных работ, по мере перехода их на более глубокие горизонты, возрастало число внезапных выбросов угля и газа. Этот факт неоднократно констатировался в горнотехнической литературе.

До середины 60-х годов прошлого столетия вопрос об изучении изменения потенциальной выбросоопасности угольных пластов при увеличении глубины разработки считался не столь актуальным, и поэтому не привлекал пристального внимания широкого круга ученых. На сегодняшний день горные работы в Донбассе ведутся уже на глубинах порядка 1100 - 1400 м, и объективной реальностью является то, что происходит ухудшение условий отработки пластов и с позиции безопасности ведения горных работ. На фоне реальных трудностей отработки угольных пластов на больших глубинах существует субъективное мнение о целесообразности добычи угля в таких условиях. Базируется этот подход и на том предположении, что увеличение глубины разработки обязательно приведет к увеличению числа ГДЯ. Однако современная горная наука не имеет общепризнанного и однозначного решения данного вопроса.

Целью работы является изучение изменения потенциальной выбросоопасности угольных пластов при увеличении глубины разработки. 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.

Большая группа работ, содержащих анализ статистического материала о проявлениях ГДЯ на различных глубинах, обосновывает непосредственную зависимости потенциальной выбросоопасности от глубины разработки. В отечественной науке оценка влияния глубины разработки на проявление потенциальной выбросоопасности была предпринята

проф. Л. Н. Быковым [2]. Данная оценка производилась на основании опыта отработки шахтопластов Центрального района Донбасса. В работе были проанализированы сведения о ГДЯ по трем шахтам, происшедшие не менее чем на двух горизонтах, и был сделан вывод о том, что увеличение глубины ведения горных работ приводит к интенсификации ГДЯ [2].

На примере работы шахт Центрального Донбасса И.М.Яровой приходит к выводу, что выбросоопасность увеличивается по мере увеличения глубины ведения работ [3]. Этот вывод был сделан в конце сороковых годов прошлого века. В работе было отмечено, что число шахт на которых происходили внезапные выбросы угля и газа возрастало лишь при увеличении глубины ведения горных работ с 205 до 555 м, а увеличение глубины ведения горных работ до 640 м не привело к увеличению таких шахт.

В 50 – е годы вопрос о влиянии глубины разработки на проявления потенциальной выбросоопасности был рассмотрен Я.Э.Некрасовским, который пришел к выводу о том, что переход очистных работ на более глубокие горизонты увеличивает количество шахтопластов, подверженных внезапным выбросам угля и газа, и к интенсификации ГДЯ [4].

Анализ влияния увеличения глубины разработки на частоту и интенсивность внезапных выбросов, происшедших на шахтах семи трестов комбината Донецкуголь за 15 лет на глубинах 250 – 1000 м, был проведен М.А.Моисеевым и А.П.Буренко [13]. К однозначным выводам проведенный анализ опять таки не приводит. График, приведенный в работе [5] свидетельствует о более или менее стабильном ее росте до глубины примерно 750 м, резком снижении на глубинах 750 – 920 м и последующем росте на глубине 1000 м.

По данным ведения горных работ на самой глубокой шахте Центрального района Донбасса «Кочегарка» ПО Артемуголь, И.Г.Балюк делает вывод о росте выбросоопасности шахтопластов с увеличением глубины разработки, но из приведенных в статье данных этого не следует [14]. Подтверждается это следующими фактами, приведенными в [6]. При работе на горизонте 470 – 555 м произошло 7 выбросов угля и газа; на гор.555 – 640 м 28 выбросов; гор.640 – 750 м 10 выбросов; гор.750 – 860 м 5 выбросов угля и газа.

Изучение вопроса о влиянии глубины разработки на потенциальную выбросоопасность не ограничивалось лишь условиями Донбасса. Так на примере работы шахт Воркутинского месторождения А.А.Борисенко делает вывод о возрастании средней интенсивности выбросов при увеличении глубины разработки с 300 – 400 м до 500 – 600 м в 16 раз, а увеличение числа выбросов отнесенное к 1000 м проходки – в 21 раз [7].

В это же время к данному вопросу было привлечено внимание иностранных горных специалистов. Анализ фактических данных о проявлении выбросоопасности на шахтах «Печбаня» и «Сабольч», проведенный венгерскими учеными, привел к выводу о том, что частота выбросов с увеличением глубины разработки возрастает, а затем при достижении некоторой глубины уменьшается [8]. В работе немецких ученых [9] анализируются выбросы угля и газа на шахтах земли Северная Рейн – Вестфалия, и делается заключение о росте их числа с увеличением глубины разработки.

Авторы статьи [10] анализируя данные о выбросах угля и газа в Донбассе с учетом количества разрабатываемых пластов во времени и по глубине их залегания, делают вывод о том, что нет оснований предполагать снижение выбросоопасности на глубинах 1000 – 1200 м.

Наряду с данным положением еще в начале семидесятых годов впервые была высказана идея уменьшения силы и частоты внезапных выбросов угля и газа на больших глубинах [11,12], достоверность которой доказывалась данными опыта разработки выбросоопасных шахтопластов Центрального района Донбасса.

В 1973 году был проведен анализ обширного статистического материала по выбросам угля и газа в Донбассе за 60 лет, который позволил установить Вереве В.С. и Юрченко Б.А. [13] общее уменьшение количества выбросов угля и газа начиная с глубины 750 м.

Возвращаясь к опыту разработки Воркутинского месторождения нельзя не отметить работу В.Р.Бартоша, в которой отмечается, что, начиная с 1963 г. частота внезапных выбросов и их сила, на шахтах данного месторождения, резко снижается, несмотря на увеличение глубины разработки и числа выбросоопасных шахтопластов [14].

Выполненный за период с 1953 по 1985 гг. анализ изменения по мере увеличения глубины ведения горных работ числа выбросоопасных шахтопластов [15,16]; количества забоев в которых применялись специальные способы предотвращения ГДЯ, и количества выбросов показал, что

общее количество выбросов и забоев в которых применялись способы предотвращения выбросов, начиная с 1970 – 1971 гг. уменьшалось.

Анализ применения объемов и структуры применявшихся противовыбросных мероприятий в различные периоды времени [17], но уже с учетом данных за 1986 – 1992 гг. позволил констатировать снижение как общего числа забоев, в которых они применялись, так и объемов применения специальных способов предотвращения выбросов при росте объемов применения мероприятий, повышающих безопасность ведения горных работ.

Исследования, выполненные в середине восьмидесятых годов [16], позволили сделать принципиальный вывод о том, что на глубинах разработки более 800 м на шахтах Донбасса выбросоопасность не интенсифицируется, а перераспределяется между шахтопластами, представленными различной степенью метаморфизма.

Невозможно провести и подвергнуть тщательному анализу все работы, посвященные данному вопросу, но, проведя их краткий обзор, становится понятным основные направления его решения.

Следует отметить, что выдвинутая гипотеза об уменьшения силы и частоты внезапных выбросов угля и газа на больших глубинах [11,12], рассматривала изменение выбросоопасности только призабойной части пласта, и для своего обоснования включала анализ статистического материала, а также аналитические и экспериментальные исследования.

Так как в обосновании гипотезы использовались статистические данные о произошедших внезапных выбросах за период с 1953 по 1986 гг., то в 2009 году сотрудниками ДонНТУ были проведены дополнительные исследования по некоторым аспектам отмеченной гипотезы. При проведении исследований было рассмотрено 2245 случаев внезапных выбросов за период с 1953 по 2006 гг., исключая ГДЯ при сотрясательном взрывании [18].

Одним из результатов проведенного анализа является статистическая зависимость представленная на рис.1.

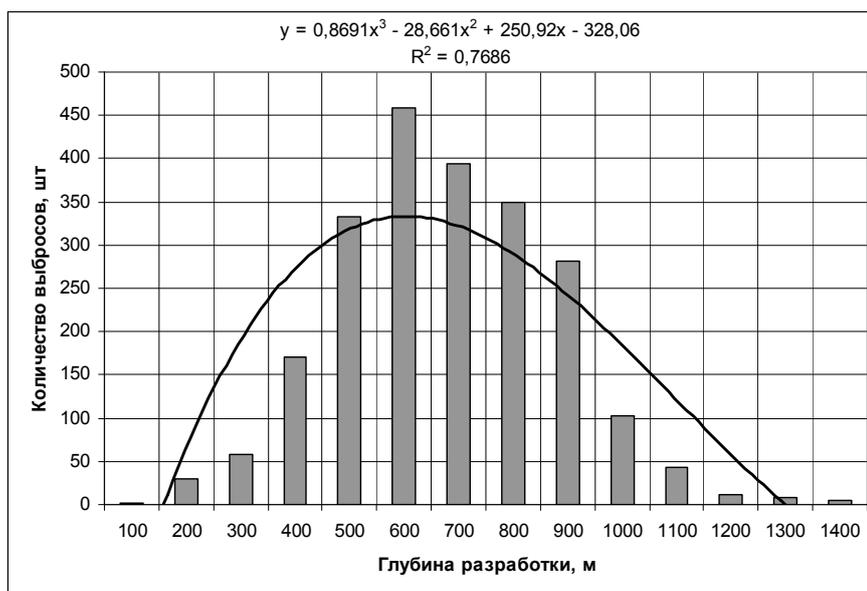


Рис. 1. Изменение количества внезапных выбросов в зависимости от глубины ведения горных работ

Изучая сущность вопроса, выдвигая и обосновывая основные гипотезы необходимо было бы обратить более пристальное внимание на то, что изучение изменения выбросоопасности целесообразно проводить в согласовании с основным производственным процессом при добыче угля – выемки угля, т.е. основное внимание обратить на призабойную часть угольного пласта. Формирование условий потенциальной выбросоопасности и ее основные факторы безусловно интересны и полезны с научной точки зрения, но с практической точки зрения, с позиции безопасности ведения очистных работ, наиболее актуальными являются процессы приводящие к проявлению выбросоопасности именно в зоне работы людей и механизмов.

С этой позиции наиболее объективным является изучение выбросоопасности призабойной части выбросоопасного угольного пласта под воздействием горного давления и свойств водо – газоносного угольного пласта.

В свое время была высказана гипотеза [19], что по мере увеличения глубины залегания углей одинаковой степени метаморфизма содержание метана и его гомологов будет изменяться идентично степени выбросоопасности: рост – достижение максимума – уменьшение. Достижению максимума газоносности соответствует полное заполнение порового объема пласта водо – метано – оксидно – диоксидной смесью. Создается положение, в котором абсолютное прекращение физико-химических превращений органических веществ противоестественно, а увеличение метаносности невозможно [19]. На основании анализа современных исследований можно утверждать, что существуют такие минимальные значения природной метаносности угольных пластов, по достижению которых выбросы угля и газа невозможны даже на глубинах 1000 м и более.

Относительно проявлений горного давления в призабойной части, а точнее сказать о геомеханических процессах в ней, то данный вопрос еще требует дополнительного анализа и исследований.

Если раньше большинство ученых считали, что высокие значения показателей, характеризующих один из трех факторов определяющих выбросоопасность, могут вполне компенсировать низкие значения показателей, характеризующих два других фактора. Из этого мнения следовало, что на глубинах более 500 – 600 м фактор горного давления становится настолько важным, что любой угольный пласт может стать выбросоопасным.

Однако, по мере увеличения глубины разработки, и следовательно увеличению горного давления, происходит более интенсивный отжим угольного пласта, что приводит к увеличению зоны где исключается вероятность возникновения внезапного выброса. Такие исследования призабойной части пласта начаты в 2009 году учеными ДонНТУ и сотрудниками МакНИИ, и направлены они на определение зоны разгрузки краевой части пласта, безопасной глубины выемки и зоны отжима. Все эти параметры находятся в тесной взаимосвязи, и для определения их показателей используется комплексный метод, который базируется на использовании значений динамики газовыделения и изменении энергии акустического сигнала.

Практическим значением гипотезы об уменьшении потенциальной выбросоопасности с увеличением глубины разработки является процесс отнесения шахтопластов Донбасса к неопасным, разрабатываемым с прогнозом выбросоопасности, или к невыбросоопасным.

В подтверждении гипотезы о изменении потенциальной выбросоопасности была проведена оценка шахтопластов Донбасса, отнесенных в 1987 г. к категории неопасных и разрабатываемых с прогнозом выбросоопасности [17].

В 2009 году сотрудниками ДонНТУ были проанализированы двадцать два шахтопласта, отнесенных на то время (1987г.) к невыбросоопасным. Одиннадцать были отнесены по комплексному показателю степени метаморфизма, значения которого были более граничного ($M_p = 27,7$), и еще одиннадцать – по газоносности и глубине разработки (табл. 1). За все время ведения горных работ на данных шахтопластах, после отнесения их в категорию невыбросоопасных, вплоть до прекращения их отработки, не было зафиксировано ни одного ГДЯ.

Таким образом, распространено когда – то мнение об интенсификации ГДЯ при увеличении глубины ведения горных работ (более 800 м) и о том, что уже на глубине 1000 м все шахтопласты станут выбросоопасными, не подтверждается ни опытом разработки шахтопластов на больших глубинах шахт Донбасса, ни результатами исследований проводимых в рамках рассматриваемого вопроса.

Данный вывод имеет большое значение при рассмотрении перспектив разработки угольного месторождения Донбасса не только в разрезе экономической целесообразности, но и с позиций безопасности ведения горных работ на больших глубинах. Эти два фактора не только тесно взаимосвязаны друг с другом, они также являются определяющими при решении вопросов связанных с энергетической безопасностью. Украины и ее устойчивому развитию в современных условиях.

Табл.1. Характеристика шахтопластов, рекомендуемых к отнесению в категорию невыбросоопасных (1987 г.) [17]

ПО, шахта	Пласт	Глубина разработки H , м	V^{daf} , %	Толщина пластического слоя u , мм	x , м ³ /т	Комплексный показатель метаморфизма M
Донецкуголь «Петровская»	h_8	до 400	38,0 – 40	16 – 27	8,5	26,0 – 27,65
Донецкуголь «Петровская»	h_{10}	690	40,0 – 45	11 – 14	16,1	28,1 – 30,4
Донецкуголь «Октябрьский рудник»	m_3	1100	37,7	$\frac{6-17}{11}$	12,8	28,3
Красноармейскуголь «Центральная»	l_7	622 – 800	35,0	$\frac{6-110}{8}$	11,0	28,5
Красноармейскуголь им.А.Стаханова	l_7	825 – 986	35,0	$\frac{6-9}{7}$	16,3	28,9
Красноармейскуголь им.Г.Димитрова	l_7	821	34,2	6	12,5	29,1
Красноармейскуголь им.Г.Димитрова	k_7	372 – 384	37,2	9	–	28,9
Добропольеуголь «Белозерская»	m_4^0	527	38,2	$\frac{5-12}{7}$	–	30,2
Дзержинскуголь «Торецкая»	l_2^1	710	35,4	25,0	7,1	25,8
Дзержинскуголь «Новодзержинская»	m_8^{1-n}	до 400	38,3	19,0	–	26,8
Дзержинскуголь «Новодзержинская»	l_1^1	460	31,8	32,0	8,2	25,9
Луганскуголь им.В.И.Ленина	l_2	385 – 400	$\frac{41,7-48,4}{45,0}$	$\frac{11-22}{16,5}$	$\frac{7,4-13,5}{10,5}$	28,5
Стахановуголь им.С.М.Кирова	k_6	348 – 406	$\frac{35,3-39,6}{37,4}$	$\frac{8-14}{11}$	3,8	28,0
Стахановуголь им.С.М.Кирова	k_3^1	377 – 418	$\frac{35,9-37,9}{36,9}$	$\frac{10-13}{11,5}$	7,1	27,9
Стахановуголь «Бежановская»	l_{10}^1	360 – 381	$\frac{35,8-37,1}{36,4}$	$\frac{26-28}{27}$	$\frac{4,9-10,5}{7,7}$	25,8
Стахановуголь им.ХХІІ съезда КПСС	l_0	798 – 852	$\frac{31,2-39,2}{35,2}$	$\frac{25-30}{27,5}$	6,4	25,6
Стахановуголь им.ХХІІ съезда КПСС	k_8^B	758 – 911	$\frac{30,8-34,2}{32,5}$	$\frac{23-37}{30}$	$\frac{6,7-10,2}{8,5}$	25,2
Стахановуголь им.ХХІІ съезда КПСС	k_7	710 – 913	35	–	$\frac{33,1-5,5}{4,3}$	–
Стахановуголь «Голубовская»	k_3^B	517 – 649	$\frac{34,9-38,0}{36,5}$	$\frac{8-12}{10}$	$\frac{8,5-15,1}{11,8}$	–
Стахановуголь им.ХХІІ съезда КПСС	l_8^H	740 – 921	$\frac{28,8-36,9}{32,8}$	$\frac{14-36}{25}$	$\frac{4,6-12,6}{8,5}$	25,4
Краснодонуголь ш/у им.Лютикова, «Суходольская»	l_6^B	250 – 360	$\frac{36,5-42,5}{39,5}$	$\frac{5-26}{15,5}$	$\frac{0,1-0,3}{0,2}$	27,6
Краснодонуголь ш/у им.Лютикова, «Суходольская»	l_2^1	До 380	$\frac{36,9-41,5}{39,2}$	$\frac{16-31}{23,5}$	$\frac{9,3-10,6}{10}$	26,5

Библиографический список

1. Ходот В.В. Внезапные выбросы угля и газа/ Ходот В.В.–М.: Госгортехиздат, 1961. – 363 с.
2. Быков Л.Н. Теория внезапных выделений газов в шахтах и основные меры борьбы с ними (Центральный район Донбасса)/Быков Л.Н.– М.: ОНТИ, 1934, с.7–41.– (В кн.: Проблемы борьбы с рудничным газом и каменноугольной пылью; т.1).
3. Яровой И.М. Руководство по разработке пластов, опасных по выбросам угля и газа/ Яровой И.М. – М.: Углетехиздат, 1949. – 167 с.
4. Некрасовский Я.Э. Разработка пластов, подверженных внезапным выбросам угля и газа/Некрасовский Я.Э. – М. – Х.: Углетехиздат, 1951. – 222 с.
5. Моисеев М.А., Буренко А.П. Влияние глубины разработки на частоту и интенсивность внезапных выбросов угля и газа./ М.А.Моисеев, А.П. Буренко – В сб.: техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело, Сб. 5(23), ЦНИЭИуголь. М.: Недра, 1969, С.38 – 39.
6. Балюк И.Г. отработка защитных пластов на глубоких горизонтах шахты №1-5 «Кочегарка»/И.Г. Балюк. – В сб.: технология добычи угля подземным способом. Сб.3(39). М.: ЦНИЭИуголь, 1970, №6, С.69 – 70.
7. Борисенко А.А. Совершенствование мер борьбы с внезапными выбросами угля и газа на шахтах Воркутинского месторождения. – В кн.: Внезапные выбросы в угольных шахтах/ Борисенко А.А. Сборник трудов V Всесоюзного научно – технического совещания по борьбе с внезапными выбросами угля и газа. – М.: Недра, 1970, С.126 – 148.
8. Ковач Ф. Повторяемость внезапных выбросов газа в угольных шахтах в зависимости от глубины разработки./Ковач Ф. Экспресс – информация «Угольная промышленность». М.: 1973, №46, С.16 – 24.
9. Пальм К. Возникновение и формы проявления внезапных выбросов газов/ К. Пальм, Ф. Меннекинг. – Глюкауф, 1977, №10, С.5 – 13.
10. Недвига С.Н. Изменение выбросоопасности угольных пластов с увеличением глубины их разработки/ Недвига С.Н., Зверев В.Н., Фита В.С. – Уголь Украины, 1976, №7, С.42 – 44.
11. Степанович Г.Я. К вопросу о выбросоопасности угольных пластов на больших глубинах./ Степанович Г.Я., Николин В.И., Недосекин В.Н. – Безопасность труда в промышленности, 1970, №6, С.27 – 28.
12. Степанович Г.Я. Газодинамические явления при подготовке глубоких горизонтов/ Степанович Г.Я., Николин В.И., Лысиков Б.А.. – Донецк: Донбасс, 1970. – 112 с.
13. Вереда В.С. К вопросу о возможных причинах выбросов угля, газа и пород в Донецком бассейне./ Вереда В.С., Юрченко Б.А. – В.сб.: Вопросы теории выбросов угля, породы и газа. Киев: Наукова думка, 1973, С.301 – 308.
14. Бартош В.Р. Борьба с внезапными выбросами на шахтах комбината Воркутауголь. – В кн.: Внезапные выбросы в угольных шахтах / Бартош В.Р. Сборник трудов V Всесоюзного научно – технического совещания по борьбе с внезапными выбросами угля и газа. – М.: Недра, 1970. С.177 – 181.
15. Ткач В.Я. Влияние глубины на проявление потенциальной выбросоопасности / Ткач В.Я., Онопчук Б.Н., Николин В.В./ Уголь Украины. – 1981. - №5. – С.33 – 34.
16. Бобров А.И. Изменение степени выбросоопасности шахтопластов на глубине более 800 м / Бобров А.И., Николин В.В./ Уголь Украины. – 1986. - №2. – С.37 – 39.
17. Забигаило В.Е. Влияние катагенеза горных пород и метаморфизма углей на их выбросоопасность/ Забигаило В.Е., Николин В.И. – Киев: Наук.думка. – 1990. – 168с.
18. Выбросы угля, породы в шахтах Донбасса в 1906 – 2007 гг. /[Волошин Н.Е., Вайнштейн Л.А., Брюханов А.М., и др.] (Справочник). – Донецк: СПД Дмитренко, 2008, - 920с.
19. Николин В.И. Прогнозирование и устранение выбросоопасности при разработке угольных месторождений./ Николин В.И., Васильчук М.П. – Липецк: Липецкое издание Роскомпечати, 1997, – 496с.

© Николин В. И., Худoley О. Г., Капустин А. А., 2011.

Анотація

У статті розглядаються деякі аспекти видобутку вугілля на великих глибинах. Приводиться підтвердження гіпотези про зменшення інтенсифікації проявів викидів вугілля і газу при збільшенні глибини ведення гірничих робіт.

Ключові слова: вугілля, викид, велика глибина.

Abstract

In the article some aspects of mining are examined on large depths. 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.

Keywords: coal, diminishing, large depth.