

УДК 622.411.322

С.П. Минеев<sup>1</sup>, В.Н. Кочерга<sup>1</sup>, А.С. Дубовик<sup>2</sup>, А.И. Лосев<sup>2</sup>,  
М.А. Кишкань<sup>3</sup>

## РАССЛЕДОВАНИЕ АВАРИИ НА ШАХТЕ «КРАСНОЛИМАНСКАЯ»

<sup>1</sup>Институт геотехнической механики им. Н.С.Полякова НАН Украины

<sup>2</sup>ГП «угольная компания «Краснолиманская»

<sup>3</sup>Управление Охрантруда Украины по Донецкой области

*Рассмотрены результаты расследования аварии со взрывами метановоздушной смеси, произошедшими 26 и 27 октября 2015 года в 1-й западной лаве западного уклона заперевальной части угольного пласта  $l_3$  на шахте "Краснолиманская". Было установлено, что причиной аварии и группового несчастного случая явилась активизация тектонических процессов в зонах малоамплитудных геологических нарушений вызвавшая непрогнозируемое интенсивное импульсное выделение метана в изолированное выработанное пространство 1-й западной лавы засбросовой части пласта  $l_3$ .*

**Ключевые слова:** импульсное метановыделение, изолированное выработанное пространство, авария, расследование, концентрация метана, взрыв.

Горный отвод шахты «Краснолиманская» расположен в центральной части Красноармейского геолого-промышленного района. Горный массив, сложенный отложениями свит  $C_2^5$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^7$  и  $C_3^1$ , содержит около 60 угольных пластов и пропластков, из которых  $l_3$  имеет мощность более 0,45 м. Залегание каменноугольных пород моноклиналиное с падением пластов на восток и северо-восток под углом 3-15°.

Шахта разрабатывает газоносные угольные пласты  $k_5$ ,  $l_3$  и  $m_4^2$  мощностью 1,5-2,5 м, 2,1-3,3 м и 1,0-1,2 м соответственно. При метаноносности угля пластов  $k_5$  и  $l_3$  14-25 м<sup>3</sup>/т с.б.м. средняя абсолютная метанообильность выемочных участках при добыче 2000-4000 т/сут достигает 30-45 м<sup>3</sup>/мин. Угольный пласт  $m_4^2$  имеет метаноносность 5,7-12,7 м<sup>3</sup>/т с.б.м., поэтому при нагрузках на очистные забои 1000-2000 т/сут абсолютная метанообильность выемочных участков здесь ниже и составляет 7-12 м<sup>3</sup>/мин.

Авария произошла в вентиляционной ходке 1-й западной лавы засбросовой части пласта  $l_3$ , служившем для отвода исходящей вентиляционной струи воздуха из выемочного участка. Ходок был закреплён крепью АП-19,0 с плотностью установки крепи 2 рамы на метр.

Очистные работы в 1-й западной лаве засбросовой части пласта  $l_3$  велись по падению пласта по столбовой системе разработки. Длина лавы 160 м. Длина выемочного столба 260 м. Управление кровлей – полное обрушение. Глубина отработки 750 – 770 м. Газоносность угольного пласта  $l_3$  составляет около 14,6 м<sup>3</sup>/т с.б.м, уголь марки Г. Пласт  $l_3$  опасен по выбросам, взрыву угольной пыли, не опасен по горным ударам, склонен к самовозгоранию в зонах геологических нарушений.

Выемочный участок 1-й западной лавы проветривался по возвратноточной схеме типа 1-М-Н-г-вт. Свежая вентиляционная струя воздуха поступала в лаву по конвейерному ходу 1-й западной лавы, а исходящая струя воздуха отводилась по вентиляционному ходу 1-й западной лавы.

Лавы были оборудованы механизированным комплексом ЗКД-90Т. Выемка угля осуществлялась комбайном КДК-500. Вынимаемая мощность пласта составляла 2,26-2,55 м. Лавы обрабатывались с января 2015 г. по 18 июня 2015 г.

В зонах геологических нарушений, для предотвращения самовозгорания угля в соответствии с рекомендациями НИИГД «Респиратор» производилась обработка угольного пласта антипирогеном «PYROCOOL» в виде 3% водного раствора АFFF. Для обеспечения газовой безопасности на выемочном участке осуществлялась комплексная дегазация - кровли пласта скважинами и выработанного пространства «свечами».

Скважины в кровлю пласта бурились из вентиляционного хода навстречу очистному забою кустами с шагом 20 м. Из куста бурилось по две скважины. Одна с разворотом на лаву, а вторая - по оси штрека. Скважины, пробуренные с разворотом, по мере приближения очистного забоя к их устьям отключались от газопровода и закрывались металлическими заглушками с прокладками из трудно сгораемого материала. Скважины, пробуренные по оси выработки, оставляли работать в неконтролируемой, не погашаемой ее части. Каптирование газа из скважин осуществлялось вакуум-насосной станцией №2 (ВНС-2). Из выработанного пространства газ отсасывался по отдельному газопроводу подземной дегазационной установкой (ПДУ).

Дополнительно к дегазации участка и мерам борьбы с местными скоплениями метана на сопряжении лавы с вентиляционным ходком осуществлялся изолированный отвод метана по трубопроводу диаметром 800 мм за пределы выемочного участка с помощью газо-отсасывающего вентилятора ВМЦГ-7М.

В апреле 2015 г. лавы вошли в зону малоамплитудной нарушенности угольного пласта  $l_3$ . В связи с этим среднесуточная добыча угля в лаве снизилась по сравнению с предыдущим месяцем с 1818 т до 1036 т. В мае 2015 г. из-за сложных геологических условий среднесуточная нагрузка на очистной забой снизилась уже до 596 т. Несмотря на снижение скорости продвижения очистного забоя среднее абсолютное метановыделение на выемочном участке по сравнению с апрелем возросло с 23,65 м<sup>3</sup>/мин до 27,03 м<sup>3</sup>/мин. Рост

выделения метана на выемочном участке при снижении скорости подвигания очистного забоя, по-видимому, был обусловлен малоамплитудной нарушенностью горного массива.

Отработка лавы завершилась в очень сложных горно-геологических условиях 18 июня 2015 г., после чего начался демонтаж оборудования в лаве. Затем демонтировали трубопровод изолированного отвода метана и газопровод ПДУ. Для обеспечения газовой безопасности в период погашения выработок дегазация кровли скважинами, пробуренными по оси штрека, не прекращалась. Дегазационный трубопровод оставили в изолированном пространстве после погашения выработок для дальнейшей дегазации кровли пласта скважинами.

В июле в конвейерном и вентиляционном ходках в 6 и 5 м от лавы возвели глухие бетонитовые изолирующие перемычки №159 г.и. и №158 г.и., соответственно. Затем начали погашать вентиляционный и конвейерный ходки с извлечением крепи. Извлечение крепи из вентиляционного ходка в нарушенных зонах сопровождалось интенсивным обрушением пород кровли с образованием куполов высотой до 3,5 м. Погашенные части ходков в октябре изолировали от действующих выработок глухими перемычками - задними стенками взрывоустойчивых перемычек. В вентиляционной ходке перемычку возводили в период с 15 по 20 октября, а в конвейерной ходке – в период с 20 по 26 октября. Возведение глухих изолирующих бетонитовых перемычек было выполнено в вентиляционном ходке и в заезде на конвейерный ходок 1-й западной лавы засбросовой части пласта  $l_3$ . При возведении перемычек кладку бетонитов осуществляли на цементном растворе повышенной прочности. Пространство во врубе у кровли, где нельзя разместить целые блоки, заполнялось бетонитовым боем с цементным раствором. После возведения перемычки ее поверхность и прилегающие к ней борта выработки на расстоянии не менее 0,6 м были оштукатурены и побелены.

Проветривание вентиляционного ходка осуществлялось с помощью вентиляторов местного проветривания ВМЭ-6, установленных в магистральном полевом откаточном штреке гор. 845 м через гезенк. Контроль содержания метана осуществлялся, согласно требованиям [1], датчиками Д1И-151 и Д2И-151, установленными на расстоянии 10-20 м от устья вентиляционного ходка и в тупике ходка на расстоянии 3-5 м от обрушенных пород во время извлечения крепи, а затем от изолирующей глухой перемычки.

Среднее общее выделение метана на участке до остановки лавы составляло 22,64 м<sup>3</sup>/мин. Дегазационными скважинами извлекалось 11,4 м<sup>3</sup>/мин метана, «свечами» из выработанного пространства каптировалось 7,1 м<sup>3</sup>/мин метана и ещё 2,5 м<sup>3</sup>/мин метана отводилось из тупика вентиляционного ходка газо-отсасывающей установкой с вентилятором ВМЦГ-7М за пределы выемочного участка. В исходящую вентиляционную струю выемочного участка выделялось 1,64 м<sup>3</sup>/мин. метана. Из них 1,5 м<sup>3</sup>/мин поступало из очистной выработки, а 0,14 м<sup>3</sup>/мин из выработанного пространства. Эффек-

тивность комплексной дегазации кровли пласта скважинами и выработанного пространства «свечами» составляла 87,5 %, а с учётом изолированного отвода метана - 99,3 %.

После завершения очистных работ выделение метана в выработки выемочного участка и дегазационные скважины начало постепенно снижаться. На момент начала возведения перемычек №159 г.и. и №158 г.и. общее выделение метана на участке сократилось до 12,6 м<sup>3</sup>/мин. Из них 3,2 м<sup>3</sup>/мин отводилось вентиляционной струёй и 9,4 м<sup>3</sup>/мин каптировалось из кровли скважинами.

В период погашения вентиляционного ходка среднесуточное содержание метана в исходящей струе постепенно снижалось с 0,32 % до 0,08 %, а абсолютное выделение метана уменьшалось с 1,2 м<sup>3</sup>/мин до 0,23 м<sup>3</sup>/мин. Перед и после возведения изолирующих перемычек среднесуточное содержание метана в исходящей струе вентиляционного ходка составляло 0,08 %.

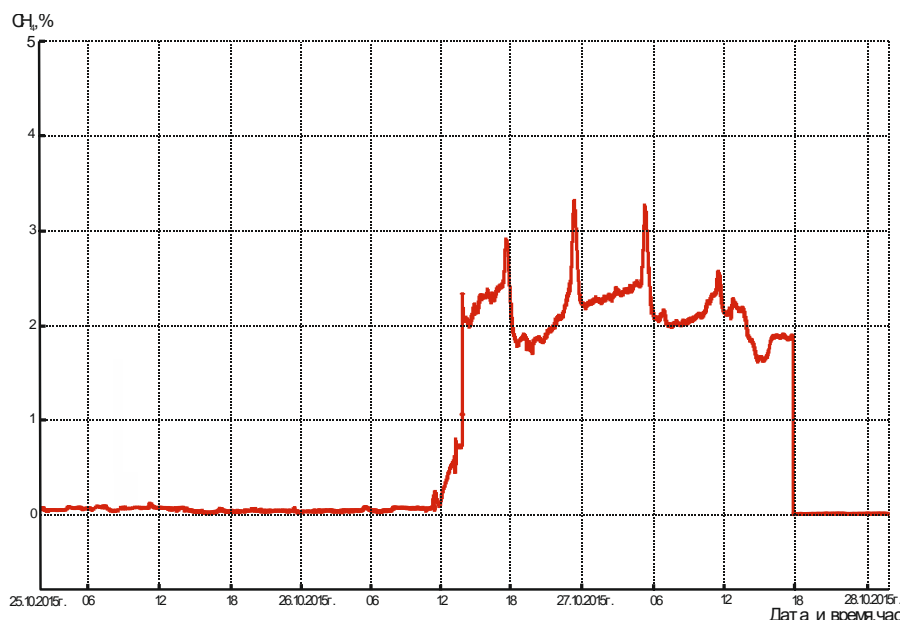
Содержание метана в каптируемом газе из скважин, пробуренных по оси ходка, колебалось в пределах от 6,5 % до 12,5 %, а расход извлекаемого метана изменялся в пределах от 4,8 м<sup>3</sup>/мин до 9,4 м<sup>3</sup>/мин. Контроль содержания метана в дегазационном газопроводе осуществлялся на ВНС-2 шахтным интерферометром ШИ-12 с периодичностью 2 часа.

Начиная с 11 час. 15 мин. 26 октября датчики контроля содержания метана Д1И-151 и Д2И-151 начали фиксировать рост его концентрации в выработке. К 13 час. 50 мин. содержание метана увеличилось с 0,08 % до 0,77 %. В дегазационном газопроводе на ВНС-2 в период с 11 до 13 час. содержание метана повысилось с 8,0 % до 36,0 %, а его расход вырос с 6,0 м<sup>3</sup>/мин до 27,0 м<sup>3</sup>/мин, то есть в 4,5 раза. Никакие работы в контролируемой части вентиляционного ходка в это время не производились и люди в нем не находились.

Примерно в 13 час. 50 мин. 26 октября в изолированном выработанном пространстве 1-й западной лавы произошел взрыв метана, после которого датчик контроля Д2И-151 вышел из строя. В исходящей струе вентиляционного ходка содержание метана в течение нескольких секунд резко возросло до 2,3 %.

В результате обследования аварийного участка отделением ВГСО было установлено следующее. Перемычка у обрушенных пород после извлечения крепи полностью разрушена. Бетониты хаотично разбросаны на почве выработки в сторону её устья. Из выработанного пространства в ходок поступало 123 м<sup>3</sup>/мин воздуха с содержанием метана 11,0 %, кислорода 18,0 %, оксида углерода 0,0060 %, двуокиси углерода 0,5 % и температурой 28 градусов. Вентилятором через гезенк подавалось 327 м<sup>3</sup>/мин воздуха. В устье ходка расход воздуха составлял 450 м<sup>3</sup>/мин, а содержание метана – 3,0 %. Дебит метана был равен 13,5 м<sup>3</sup>/мин. Очаги пожара и задымленность со стороны выработанного пространства отсутствовали.

Наблюдения показали, что до 17 час. 55 мин. 27 октября содержание метана в поступающем к обрушенным породам из выработанного пространства воздухе составляло 6,5-12,0 %, а кислорода от 18,0 до 19,0 %. В исходящей струе содержание метана импульсно колебалось в интервале от 1,6 % до 3,3 % (рис. 1). А расход выделяющегося из выработанного пространства метана изменялся в пределах от 7,2 м<sup>3</sup>/мин до 14,8 м<sup>3</sup>/мин. Показания датчика контроля содержания метана Д1И-151 не отличались от результатов лабораторного анализа проб рудничного воздуха, отобранного горноспасателями. Содержание оксида углерода у обрушенных пород снизилось с 0,0060 до 0,0040%, а в исходящей струе составляло 0,0009-0,0016%, что не превышало допустимые нормы. Содержание метана в газопроводе на ВНС-2 в этот промежуток времени изменялось в диапазоне 40-65 %, а его расход составлял 30,0-48,7 м<sup>3</sup>/мин. Содержание оксида углерода в отсасываемом газе составляло 0,0007-0,0021 %, что соответствует его фоновым значениям для дегазационных газопроводов шахты.



**Рис. 1.** Показания датчика контроля содержания метана Д1И-151 в исходящей струе вентиляционного хода 1-й западной лавы

Анализ результатов наблюдений за выделением метана показал, что максимальный его расход был зафиксирован 26 октября в 16 часов 30 минут и составил 62,2 м<sup>3</sup>/мин. Из них 13,5 м<sup>3</sup>/мин поступало в вентиляционный ходок и 48,7 м<sup>3</sup>/мин отсасывалось ВНС-2. Это указывает на то, что в изолированном выработанном пространстве 1-й западной лавы, через 100 дней после её остановки, произошло непрогнозируемое внезапное интенсивное импульсное выделение метана. При этом дебит каптируемого метана из кровли

увеличился в 8,1 раза, а общее его выделение в 2,6 раза превысило средний дебит метана на участке перед остановкой лавы.

Стабильное снижение содержания оксида углерода в рудничном воздухе, поступающем из выработанного пространства после взрыва, отсутствие повышенной температуры и влажности, допустимое содержание оксида углерода в исходящей струе вентиляционного ходка и дегазационном газопроводе свидетельствовали о том, что произошедший взрыв метана не вызвал пожар в выработанном пространстве. Это также указывает на то, что источником воспламенения метана не являлось возможное самовозгорание угля в зонах геологических нарушений.

В 17 час. 55 мин. 27 октября 2015 года в выработанном пространстве произошел второй взрыв метана, в результате которого второй датчик контроля содержания метана в выработке Д1И-151 также вышел из строя.

В дальнейшем газовая обстановка в выработанном пространстве 1-й западной лавы контролировалась только путем отбора проб газа из дегазационного газопровода. Динамика изменения во времени концентраций различных газов в период 26-27 октября 2015г приведена на рис. 2.

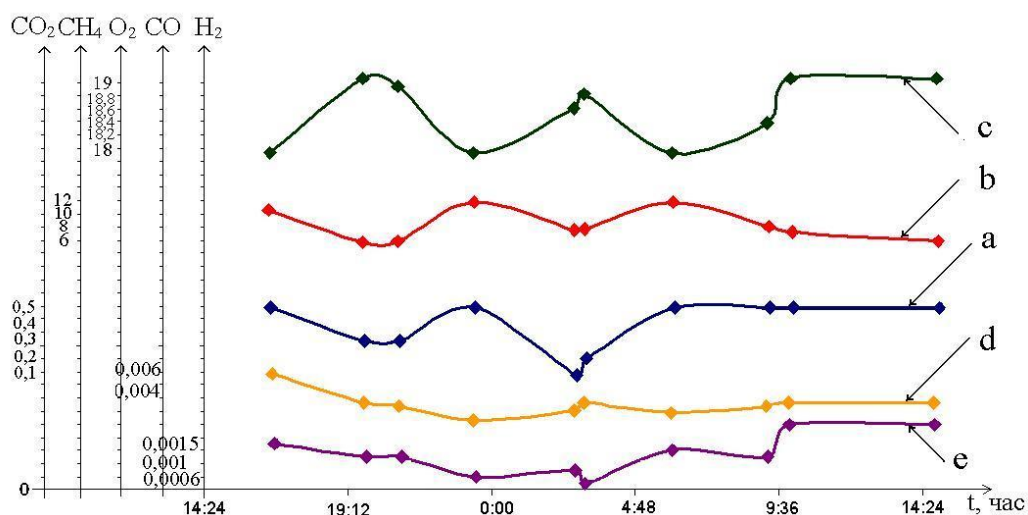


Рис. 2. Динамика изменения концентрации газов (26-27).10.15 г. во времени в вентиляционном ходке 1-й западной лавы засбросовой части пласта  $l_3$  перед обрушенными породами: *a* –  $\text{CO}_2$ , %; *b* –  $\text{CH}_4$ , %; *c* –  $\text{O}_2$ , %; *d* –  $\text{CO} \times 10^3$ , %; *e* –  $\text{H}_2 \times 10^4$ , %

По всей видимости, после второго взрыва гибкие гофрированные трубы, соединяющие газопровод с устьями скважин, разорвались. Поэтому в газопровод начал поступать газ не только из скважин, а, в большей степени, из выработанного пространства. Наблюдения показали, что после второго взрыва содержание метана в каптируемом газе в течении 36 часов снизилось до 10,9 % и на протяжении следующих 10 суток изменялось в интервале от 5,3 до 10,8 %. Содержание оксида углерода в отсасываемом газе составляло

0,0006-0,0014 %. Все это позволило экспертам сделать вывод, что и второй взрыв метана не вызвал пожар в выработанном пространстве 1-й западной лавы. При этом, необходимо отметить не прогнозируемость произошедшей аварии, которая заключается в следующем. Как известно, после завершения очистных работ метановыделение из подработанного горного массива в выработки выемочного участка и дегазационные скважины, как правило, начинает перманентно снижаться по экспоненциальному закону [2, 3, 4]. От момента остановки 1-й западной лавы до аварии прошло около 100 дней. За это время выделение метана из кровли должно было снизиться и составлять 25-46 % от его дебита во время остановки лавы, то есть приблизительно 5,7-10,4 м<sup>3</sup>/мин. Фактически перед взрывом только скважинами каптировалось из кровли 27,0 м<sup>3</sup>/мин метана. А в 16 час. 30 мин. 26 октября (через 3 часа 40 минут после взрыва) общий дебит метана из выработанного пространства составил 62,2 м<sup>3</sup>/мин, что в 6 раз превышает максимальный прогнозный и в 2,6 раза превышает дебит метана на участке перед остановкой лавы. При этом, дебит метана из кровли в скважины в течение нескольких часов перед взрывом увеличился с 6,0 м<sup>3</sup>/мин до 48,7 м<sup>3</sup>/мин, то есть в 8,1 раза. После первого взрыва метана с интервалами около шести часов происходили импульсные его выделения из изолированного выработанного пространства в вентиляционный ходок (см. рис. 2). Изложенное свидетельствует о том, что в изолированное выработанное пространство отработанной лавы происходили не прогнозируемые внезапные интенсивные импульсные выделения метана из кровли.

Импульсные выделения метана при горных работах, особенно в зонах геологических нарушений, являются широко исследуемой [5, 6 и др.], но недостаточно изученной проблемой. Внезапные импульсные метановыделения имели место при авариях на целом ряде шахт: им. С.М. Кирова, «Холодная балка», ШУ «Покровское», им. М.И. Калинина, «Золотое», Бажанова и других [6]. Тем не менее, каждый раз при рассмотрении очередной аварийной обстановке выявляются новые факторы, которые являются характерными для импульсного выделения метана.

В последнее время, принято считать, что практически все аварии, связанными со взрывами метана и угольной пыли происходят в основном из-за грубых нарушений Правил безопасности. К сожалению, так проще расследовать аварию, проще найти причину и виновника, которого накажут впоследствии. Хотя все мы понимаем, что в результате извлечения из недр огромных объемов угля происходит сдвигание подработанного и надработанного горного массива, что не может, при определенных горно-геологических условиях не сопровождаться непрогнозируемыми естественными природными явлениями. По нашему мнению, наиболее представительным примером таких непрогнозируемых явлений, связанных с деятельностью человека, является авария (два взрыва метана), произошедшая в горных выработках шахты «Краснолиманская» 26 и 27 октября 2015 г.

Конечно, подобные загазирования проветриваемых горных выработок могли иметь место при развитии внезапного выброса угля и газа, при котором происходит залповый вынос метана и мощные суфляры. Однако аварийный забой простоял без движения более месяца, работы в нем не велись, поэтому каких-либо следов внезапного выброса угля и газа быть не могло.

Следующим вопросом при рассмотрении аварии было определение источника воспламенения метана. В указанные дни, с промежутком около 28 часов в заперемыченной лаве произошло два взрыва газа, причиной которых могли быть только источник открытого огня или искра и наличие необходимого содержания метана. Как считалось, источником воспламенения метана в изолированном выработанном пространстве отработанной лавы могло быть самовозгорание угля, активные патроны изолирующих самоспасателей и другие причины [4]. Во время отработки лав засбросовой части пласта  $l_3$  утерь самоспасателей не было, поэтому этот источник воспламенения метана исключен. Если предположить, что воспламенение метана произошло в результате самовозгорания угля, тогда пожар в выработанном пространстве после первого взрыва должен только усилиться вследствие повышения доступа кислорода к очагу горения. При этом содержание кислорода в изолированном пространстве должно снижаться, а влажность и температура воздуха повышаться. Однако, отсутствие задымленности, обычная для глубины 700 м температура рудничного воздуха ( $28^{\circ}\text{C}$ ), высокое содержание кислорода и стабильный темп снижения содержания оксида углерода в воздухе, поступающем из выработанного пространства после первого взрыва, а также допустимое его содержание в исходящей струе вентиляционного хода свидетельствуют об отсутствии пожара в изолированном пространстве до взрывов. Также источниками возможного воспламенения могли быть, такие причины, как: взрывные работы; огневые работы; электрооборудование; самовозгорание угля; головной светильник; фрикционное искрение; курение; электростатическое искрение; вредительство и газодинамические явления - также, которые после расследования обстоятельств экспертами были отклонены.

Поскольку лава уже отработана, заперемычена со всех сторон, посажена, действующих приборов и оборудования, подведенного электропитания нет, доступ людей к лаве закрыт – технологические факторы влияния и инициирования взрыва исключены. Влияние ниже и вышележащих угольных пластов тоже исключено, по причине значительного стратиграфического интервала между этими пластами и пластом  $l_3$ .

Исходя из приведенных фактов, причиной взрыва (взрывов) могут быть природные факторы, известные и описанные в литературе [7 - 11 и др.]. По данным этих работ причиной возникновения искры, газового или дугового разряда является наличие кварцевых пород, углей, конкреций и линз пирита. Рассматривая эти факторы детальнее, можно отметить следующее. Кварцевые породы – в зоне аварии в виде песчаника, присутствуют в кровле пласта,



в 18-20 м, мощность его меняется от нескольких до 15 м, в среднем, около 10 м. Приведенное расстояние от отрабатываемого пласта до песчаника, попадает в зону прямого обрушения (15-20 м). Песчаник залегает на этой границе (зоны обрушения и зоны интенсивной трещиноватости) и попадает в зону интенсивной трещиноватости. Это значит, что в процессе посадки кровли лавы, песчаник  $l_4Sl_5$ , характеризуется появлением повышенной трещиноватости сдвигового характера, что чревато возникновением статического электричества, пьезоэффекта, которые при накоплении определенного потенциала реализуются в виде искры или электрического разряда. Данные разряды могут приводить и, как описано в приведенной и другой специальной литературе, приводят к воспламенению метана, его взрывам (при определенном составе и смеси с атмосферным воздухом) и возгоранию угля. Нахождение песчаного слоя в опасной зоне, достаточная его мощность, наличие метана и кислорода, низкая обводненность, напряженное состояние – в сумме эти факторы являются достаточным условием, для возникновения указанного эффекта и стать причиной взрыва метана в заперемыченном пространстве 1-й западной лавы.

В середине еще прошлого века было установлено новое свойство угольного вещества – процесс электропроводности в каменных углях. В частности, изучалось электретное состояние в углях, заключающееся в наличии внешнего электрического поля в угольном веществе, особенно в зонах повышенных напряжений и в нарушениях. Так, в работе [12] описано, что при вскрытии угольного пласта в веществе угля образуются микротрещины, с поверхности которых идет эмиссия механоэлектронов. В процессе раскрытия трещин происходят электрические пробой, приводящие к ионизации газа, находящегося в трещине [13].

О возникновении электроразрядов в газах также детально описано в работах [7, 8, 9 и др.]. Подобные разряды в угольном веществе могут приводить к взрывам метана, некоторым видам ГДЯ, возгоранию угля в нарушенных зонах, при прочих благоприятных для этого условиях (наличие определенной концентрации метановоздушной смеси, слабая обводненность угольного пласта, повышенная метаноносность пласта и др.). Таким образом, учитывая ранее описанные факторы, можно констатировать возможность возникновения газоразрядов, электроразрядов и подобных эффектов в угольном пласте  $l_3$ , в целиках, на флангах и других прилегающих участках, находящихся, после посадки кровли лавы в напряженном состоянии и подвергающихся динамическим процессам.

Наличие стяжений, конкреций и линз пирита в почвенной части верхней и нижней пачек угольного пласта  $l_3$ , так же является фактором, приводящим к искрению при отработке угольного пласта или в природных условиях, при сдвиговых деформациях, которые в процессе посадки кровли лавы, являются больше правилом, чем исключением. Отсюда вытекает следующий вывод – перечисленные три фактора, являются известными, хорошо описанными

явлениями и каждый из них, как в отдельности, так и совместно, мог привести к взрыву метана в отработанной и заперемыченной лаве. Условия для этого были благоприятными. Причиной первого взрыва газа следует считать реализацию одного из приведенных трех факторов, либо совместное их действие.

Причиной второго взрыва, по оценке экспертов, после устранения возможности влияния человеческого или технологического фактора, можно так же считать реализацию одного из указанных факторов либо их совместное действие. Поэтому экспертной комиссией была принята такая причина воспламенения метана, как трение пород с включениями пирита при их обрушении в зоне геологических нарушений.

В качестве рекомендаций по безопасному ведению работ в дальнейшем для шахты ГП «УК «Шахта Краснолиманская» можно выделить следующие:

1. Необходимо выполнять изоляцию отработанных и остановленных выемочных участков в засбросовой части пласта  $l_3$  взрывоустойчивыми перемычками в течение не более 2-х месяцев после прекращения очистных работ.

2. Изоляцию отработанных и остановленных выемочных участков в засбросовой части пласта  $l_3$  выполнять в соответствии с требованиями действующих нормативных правовых документов по охране труда и утвержденных главным инженером дополнительно разработанных мероприятий по безопасному ведению работ.

3. Необходимо осуществлять дегазацию заизолированных выработанных пространств отработанных выемочных участков по специальным проектам согласно требованиям ПБ. Для чего, рекомендовать шахте установить автоматические герметизирующие взрывостойкие перемычки в магистральном полевом откаточном штреке засбросовой части пласта  $l_3$  гор.845 м и в магистральном полевом штреке засбросовой части пласта  $l_3$  гор.845 м, в соответствии с разработанным проектом, который позволит дистанционно изолировать вентиляционные скважины и воздухоподающий ствол №1 на горизонте 845 м.

### **Выводы**

Таким образом, причиной аварии и группового несчастного случая явилась активизация тектонических процессов в зонах малоамплитудных геологических нарушений вызвавшая непрогнозируемое внезапное интенсивное импульсное выделение метана в изолированное выработанное пространство 1-й западной лавы засбросовой части пласта  $l_3$  и взрывы метановоздушной смеси в изолированном выработанном пространстве отработанной 1-й западной лавы засбросовой части пласта  $l_3$ , произошедшие 26 октября 2015 года в 13 часов 50 минут и 27 октября 2015 года в 17 часов 55 минут. Активизацию тектонических процессов инициировало обрушение пород в незакрепленном, изолированном пространстве погашенной части вентиляции

ного ходка и выработанном пространстве 1-й западной лавы засбросовой части пласта  $l_3$  в зонах геологических нарушений. А источником воспламенения метана 26 и 27 октября 2015 года явилось фрикционное трение песчаника о песчаник в зонах геологических нарушений во время активизации тектонических процессов в изолированном выработанном пространстве 1-й западной лавы засбросовой части пласта  $l_3$ .

1. *Правила безопасности в угольных шахтах.* - К.: Основа, 2010. - 218 с.
2. *Семенов А.П.* Метановыделение из остановленных участков и ликвидируемых шахт / А.П. Семенов, С.Я. Петренко, О.И. Касимов, В.Н. Кочерга // Уголь Украины. – 2001. № 2-3. – С. 24- 27.
3. *Челенко А.В.* Газовыделение из выработанных пространств в остановленных лавах. - Реферативный сборник «Техника безопасности, охрана труда и горно-спасательное дело» / А.В. Челенко. - М.: ЦНИЭИуголь, 1973, №7. – С. 13-14.
4. *Брюханов А.М.* Расследование и предотвращение аварий на угольных шахтах / А.М. Брюханов, В.И. Бережинский, К.К. Бусыгин, В.П. Колосюк, В.П. Коптиков, А.Г. Мнухин, Ю.Т. Хорунжий // Изд. НОРД-ПРЕСС. 2004. Часть 1.- С. 548.
5. *Минеев С.П.* Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах / С.П. Минеев, А.А. Рубинский, О.В. Витушко, А.Г. Радченко. - Донецк: Східний видавничий дім, 2010. - 604 с.
6. *Минеев С.П.* Оценка импульсного метановыделения в зонах геологических нарушений при обрушении пород кровли / С.П. Минеев, В.Н. Кочерга, А.С. Янжула. – Уголь Украины, 2016, №1. – С. 11-18.
7. *Мясников А.А.* Предупреждение взрывов газа и пыли в угольных шахтах / А.А. Мясников, С.П. Старков, В.И. Чикунов - М.: Недра, 1985. – 205 с.
8. *Горная энциклопедия.* – М.: Советская энциклопедия, 1989. – т. 4. – 625 с.
9. *Физическая энциклопедия.* – М.: Советская энциклопедия, 1988. – т. 1. – 704 с.
10. *Панченко Е.М.* Сверхмедленная релаксация электрической поляризации в каменных углях и прогнозирование выброса угля и газа / Е.М. Панченко, О.И. Прокопало, П.П. Зайцев, В.П. Сахненко, Ф.И. Савенко. – Ростов-на-Дону, СКНЦ ВШ, 1992. – 40 с.
11. *Морев А.М.* Воспламенение метановоздушной смеси в шахтах при обрушении крепких песчаников / А.М. Морев, С.Е. Чирков // Безопасность труда в промышленности. – 2009.- № 2. - С. 22-24.
12. *Хрусталеv Ю.А.* Эмиссия электронов в процессе измельчения угля / Ю.А. Хрусталеv, Т.М. Хренкова, В.В. Лебедев и др. // Доклады АН СССР. - 1981, т. 257, №2. - С. 418-422.
13. *Воробьев А.А.* О возможности электрических разрядов в недрах Земли / А.А. Воробьев // СО АН СССР. Геология и геофизика, 1970. - №12. - С. 3-13.

*С.П. Мінеєв, В.М. Кочерга, О.С. Дубовик, О.І. Лосєв, М.О. Кишкань*

### РОЗСЛІДУВАННЯ АВАРІЇ НА ШАХТІ «КРАСНОЛИМАНСЬКА»

Розглянуто результати розслідування аварії з вибухами метано-повітряної суміші, що відбулися 26 і 27 жовтня 2015 року в 1-й західній лаві західного ухилу заперевальної частини вугільного пласта  $l_3$  на шахті «Краснолиманська». Було встановлено, що причиною аварії і групового нещасного випадку стала активізація тектонічних процесів в зонах малоамплітудних геологічних порушень, що викликала непрогнозоване інтенсивне імпульсне виділення метану в ізольований вироблений простір 1-ї західної лави засбросової частини пласта  $l_3$ .

**Ключові слова:** імпульсне метановиділення, ізольований вироблений простір, аварія, розслідування, концентрація метану, вибух.

*S.P. Mineev, V.N. Kocherga, A.S. Dubovik, A.I. Losev, M.A. Kyshkan*

### INVESTIGATION OF ACCIDENT AT «KRASNOLIMANSKIY» MINE

Considered results of investigation of accident with methane-air mixture explosion, that took place 26 and 27 October 2015, in the 1st western lava of western slope locked-shaft portions  $l_3$  coal seam at «Krasnolimanskaya» mine. It was found out that cause of accident and group accident was tectonic processes activation in small-amplitude geological disturbances areas, which caused unpredictable intense pulsed released methane into isolated worked out space of 1st western lava of out dropping part of  $l_3$  bed.

**Keywords:** pulse methane, isolated goaf, accident, investigation, the concentration of methane, explosion.