

В.С. Клубань, В.И. Юрьев
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: pbtp_bakalavr@mail.ru)

О ПУТЯХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ РОССИИ

Проведён анализ причин пожаров и взрывов на угольных шахтах России и даны рекомендации о путях их предотвращения.

Ключевые слова: уголь, метан, пропан, бутан, этан, водород, взрыв, пожар.

V.S. Kluban, V.I. Yuriev
**ABOUT WAYS TO PREVENT FIRES AND EXPLOSIONS
AT COAL MINES IN RUSSIA**

Analysis of the reasons of fires and explosions at coal mines in Russia was carried out and recommendations on ways to prevent them is given.

Key words: coal, methane, propane, butane, ethane, hydrogen, explosion, fire.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 7 апреля 2016 г.

Угольная шахта "Северная" в Воркуте образована при групповой реконструкции двух угольных шахт 31 декабря 1969 г. Шахта считается сверхкатегорийной по метану и взрывоопасности. Вероятность внезапного выброса угля и газа возрастает с глубиной горных работ. С горизонта 750 м начинается пласт, несущий угрозу горными ударами.

В истории шахты "Северная" было три крупных аварии. В сентябре 2000 г. из-за несоблюдения мер безопасности при сварочных работах возник пожар, при котором погибли 10 человек. В августе 2004 г. 8 шахтёров были заблокированы после обрушения породы. Трёх из них спасли, остальные погибли. В июле 2011 г. 3 горняка оказались под завалом. Спасти удалось лишь одного.

25 февраля 2016 г. в 14:22 в шахте "Северная" прогремело 2 взрыва. Горная порода обрушилась на глубине 780 м, где находились в то время 111 человек. К вечеру 26 февраля на поверхность был выведен 81 человек, из них пятеро госпитализированы. Погибли 4 шахтёра, по состоянию на утро, под землёй оставались – 26. Все это время в шахте в круглосуточном режиме продолжалась поисково-спасательная операция (источник: <http://static.feed.rbc.ru>).

Первоначально свидетельства о взрыве метана в шахте опровергались: основной версией обрушения породы называли так называемый *горный удар* – разрушение угольного пласта, прилегающего к границам выработки. Оно сопровождается звуком, похожим на взрыв, выбросом породы, порождает сейсмические волны, однако не вызывает горения. Однако, 26 февраля пресс-служба ОАО "Воркутауголь" признала: в шахте взорвался метан и возник пожар.

27 февраля МЧС России предупреждало об угрозе повторного взрыва: "Анализ состава рудничной атмосферы указывает на существование развитого подземного пожара на аварийном участке". В ночь с 27 на 28 февраля в шахте прогремел третий взрыв при проведении горноспасательных работ, при котором погибли пять горноспасателей и один шахтер.

28 февраля глава МЧС В.А. Пучков заявил, что 26 горняков, оставшихся под завалами, признаны погибшими. Спасательная операция была остановлена, в Коми объявили трёхдневный траур. И в этот же день на аварийном участке шахты произошел четвертый взрыв: никто не пострадал, поскольку никого под землей не было. Всего жертвами взрывов стали 36 человек.

Технический совет по ликвидации последствий аварии принял решение о том, что аварийную шахту "Северная" затопят водой, чтобы остановить горение и продолжающиеся взрывы (Казань, 3 марта, "Татар-информ").

Статистика говорит о том, что за последние 20 лет число техногенных катастроф на угольных шахтах в России серьёзно возросло. Только на шахтах в Кузбассе за этот период произошло 15 аварий с числом жертв в каждой из них более 5 человек. Наиболее страшными стали аварии на шахте "Зыряновская" в 1997 г. (67 погибших) и на шахте "Ульяновская" в 2007 г. в Новокузнецке (110 погибших), а также на шахте "Распадская" в Междуреченске в 2010 г. (91 погибший). Как видно, гибель шахтёров – это проблемы не только шахты "Северная", но и других шахт (<http://newsrbk.ru/news/2892170>).

Член-корреспондент РАН Г.И. Грицко считает, что метан содержится не только в угле, но и в недрах (в газовых "куполах", "облаках", "пузырях", "ловушках"), оттуда большие массы глубинных газов поступают в горные отводы, шахтные поля, горные выработки, выработанные пространства, поднаосные пространства, на земную поверхность, в атмосферу. Когда на эти скопления газов "натыкаются" горные работы или захватывают содержащийся в них газ зонами своего влияния – опорным давлением, разгрузкой или пригрузкой, сдвигами и прочее, то процесс может стать непредсказуемым – он может ограничиться спокойным истечением газа, загазованием выработок или, при совпадении набора необходимых условий, произойдёт взрыв.

Кроме этого, под нарицательным понятием "взрывы метана" на самом деле могут скрываться и взрывы других газов, роль которых до сего времени не принимается во внимание. Иногда именно они могут стать "запалом", "детонатором" и вовлекают во взрыв метан, который легче воздуха. Сам метан взрывается в диапазоне концентрации 4,7-16 % (максимальная взрывоопасность при 9,5 %; при 1 % в шахте отключается электроэнергия, при 2 % из шахты выводятся люди).

Гомологи метана – тяжёлые углеводороды: **пропан** (пределы распространения пламени в воздухе 2,3-9,4 % (об.)), **этан** (пределы распространения пламени в воздухе 2,9-15 % (об.)), **бутан** (пределы распространения пламени в воздухе 1,8-9,1 % (об.)) [7] – взрывоопасны в большей степени, чем метан, так как у них нижний предел распространения пламени почти в 2 раза ниже, чем у метана.

Например, в Кузбассе эти гомологи метана встречаются в концентрациях от долей до 50 % во всех метановых проявлениях. Особое внимание следует уделить водороду, область распространения пламени (взрываемости) которого – 4,1-75 % (об.). Смесь водорода с метаном на три порядка взрывоопасней, чем метан. Водород обнаружен во всех районах Кузбасса (в некоторых скважинах его концентрация достигает 50-80 %). Во всех угольных и других бассейнах мира обнаружены струйные истечения водорода из недр. Но вот при катастрофах в угольных шахтах возможная "вина" водорода не учитывается [3].

Получается, что если в шахтах, кроме метана, выделяются пропан, бутан, этан или водород или все вместе, то, во-первых, надо производить замеры их концентраций или применять газоанализаторы до взрывоопасных концентраций, учитывающие суммарные концентрации горючих газов, во-вторых, пересмотреть нормы безопасности: допустим, электроэнергию в шахте отключать не при концентрации горючих газов – 1 %, а при 0,5 % и людей из шахты выводить не при 2 %, а при 1 %. Так как газы пропан, этан, бутан тяжелее воздуха, то при их наличии в шахтах замеры концентраций следует производить не только в верхней части тоннеля, но и в его нижней части.

Причинами взрывов в угольных шахтах могут быть как внезапные выбросы угля и газа, так и прорывы глубинных газов в горные выработки, что до сих пор не принимается во внимание и недостаточно исследовано.

Аналогичная история с угольной пылью в шахтах, точнее с её нанодробинками. Скорее всего, если взрыв имеет "жёсткий" характер, сопровождается большими разрушениями даже на земной поверхности (как второй взрыв на "Распадской" 8 мая 2010 г.) то это взрыв угольной пыли, который инициируется её нанодробинками. Это нетрадиционные гипотезы, причины, факторы и механизмы, которые требуют исследований на новом уровне [3].

Защита от взрывов в шахтах обычно сводится к улучшению систем вентиляции, проведению дегазации и контролю концентрации метана. В западных странах при загазованности выше девяти кубометров метана на тонну угля обязательна принудительная дегазация. В России же в шахту просто закачивается воздух, газ разжижается и выдавливается наружу. Но скорость высокопроизводительных угольных комбайнов такова, что бороться с метаном обычным про-

ветриванием просто невозможно. Чем выше скорость забоя, тем больше выделяется метана. В этих условиях авария неизбежна, вопрос лишь в сроках. Нужно не сжигать метан, а добывать его отдельно (улавливать и затем использовать).

Вторая проблема – угольная пыль, взрывы которой являются причинами больших разрушений. У нас по старинке её заливают водой, а необходимо ставить пылеотсосы, что требует дополнительных затрат.

Нужно обновлять технику, которая устарела на десятилетия, и делать это не только во время добычи угля, но и перед разработкой пласта – удалять метан из горного массива с использованием скважин, – считает Первый заместитель председателя российского независимого профсоюза работников угольной промышленности "Росуглепроф" Рубен Бадалов. По его мнению, надо в корне пересмотреть нормативы по выработке объёмов угля, так как сегодня владельцы шахт "устанавливают свои нормы, которые ни к чему не привязаны" [1].

На шахтах установлено производственное оборудование, а правила ведения горных работ и техники безопасности остались старыми, рассчитанными на меньшую выработку. На той же "Распадской" после модернизации производительность увеличилась в четыре-пять раз. При этом учёные ещё в 2006 г. предупреждали, что при старых системах безопасности можно было добывать не более *2,5 тыс. тонн* в сутки в лаве, а там добывали *5,5-7 тыс. тонн*.

Аварии в угольных шахтах происходят в основном при горных ударах и взрывах метана (или другого газа, пыли). И горные удары, и выбросы метана – неизбежные риски угледобычи. Однако и то, и другое давно научились прогнозировать. Замеры горного давления, разумеется, делались и на "Северной", поэтому о том, что обвал неизбежен, горняки знали. О поступлении метана: из снимков датчиков метана, сделанных одним из шахтёров 11 февраля в 21:06, 21:18 и 21:22 [6] было видно, как концентрация газа за 15 *мин.* увеличивается с 1 % до 2,55 %, что на четверть превышает норму. В такой ситуации электроэнергия должна отключаться автоматически, далее следуют доклад сменному диспетчеру, выход из загазованного участка и меры по снижению концентрации метана и углекислого газа. Однако, работы на "Северной" не прекращались. Между тем, как только содержание метана достигает 5 %, следует взрыв ([www.newsfiber.com/p/s/h?v=Ezb5DDQAKSoU="+3AFjDEuslIo=](http://www.newsfiber.com/p/s/h?v=Ezb5DDQAKSoU=)).

Ростехнадзору 3 июня 2010 г. руководителем службы взрывобезопасности Москвы А.В. Мишуевым был предложен новый способ борьбы со скоплением метана в шахтах – взрывоопасный газ, проникающий в тоннель, можно сразу сжигать с применением установленной под потолком нити накаливания, считает он. Этот газ воспламеняется при температуре 400 °С, что может обеспечить нить накаливания. Взрыв метана происходит только при определённой

его концентрации в воздухе – в промежутке между 4,7 % и 16 %. "Но концентрация метана в его струе, поступающей в тоннель, равна 100 %. Чтобы облако газа равномерно смешалось с воздухом до такой концентрации, необходимо какое-то время. Между тем нить накаливания уже сработает, запуская локальный пожар. При этом облако газа не вспыхнет всё сразу, горение будет идти по краям, где метан смешивается с кислородом". Горение идёт при температуре 1200-1500 °С [1]. "Да, подобный пожар в шахте тоже достаточно неприятная вещь, но, по крайней мере, это не мощный взрыв, который может разрушить всю шахту и привести к жертвам". "Взрыва, который бы разрушил всю шахту, как это произошло на "Распадской", не будет" – говорит А.В. Мишуев.

Эта теория описывает ситуацию, когда в тоннель одновременно вбрасывается большой объём метана. Однако метан постоянно просачивается в шахту. Газ скапливается под потолком. А.В. Мишуев не исключил, что при использовании нити накаливания над головами шахтеров время от времени могут происходить маленькие пожары (вспышки). Но он добавил, что система вентиляции в шахтах обычно не позволяет метану скапливаться в такой концентрации. "Кроме того, в тоннелях стоят датчики уровня газа, которые срабатывают, когда концентрация метана достигает только 2 %", – добавил взрывотехник.

Он пояснил, что такая система уже опробована в его лабораториях, осталось провести эксперимент в настоящей шахте.

Рекомендации по предотвращению взрывов в угольных шахтах или значительному снижению их вероятности известны. Это:

1. Производительность систем вентиляции должна обеспечивать взрывопожаробезопасность угольных шахт и она чётко должна быть увязана с выработкой объёмов угля, скоростью забоя (так как чем выше скорость забоя, тем больше выделяется метана).

2. Должна производиться своевременная уборка угольной пыли в забоях и прилегающих горных выработках пылесосами.

3. Метан и другие горючие газы из горного массива необходимо удалять принудительной дегазацией с использованием скважин и систем вакуумирования (но не путём закачивания воздуха и его выдавливания наружу вместе с газами).

4. Должен производиться непрерывный контроль концентрации метана и других горючих газов автоматическими газосигнализаторами. Необходимо категорически запретить кому бы то ни было вмешиваться в изменения показаний газосигнализаторов.

В принципе, эти рекомендации не противоречат техническим регламентам и правилам. Но их надо выполнять.

Предложение о сжигании выбросов метана в шахты было высказано А.В. Мишуевым более 15 лет назад и если бы к нему прислушались (считаю, что оно обосновано и имеет право на жизнь), то не исключено, что многих взрывов на шахтах можно было бы избежать. Со слов А.В. Мишуева, такая система уже опробована в лабораториях, осталось провести эксперимент в настоящей шахте.

То есть, получается, что нужна политическая воля и выделение не очень больших сумм денег (по сравнению с затратами на ликвидацию последствий взрывов и восстановление шахт) на натурные эксперименты.

Кроме этого, нужны исследования по наличию водорода и гомологов метана – пропана, бутана, этана в угольных шахтах. Причём, это целесообразно делать не только в работающих шахтах, но и до ввода шахт в эксплуатацию, чтобы знать какие газоанализаторы дозвровоопасных концентраций устанавливать и какими нормами безопасности следует руководствоваться (не исключено, что существующие представления и нормы безопасности придётся пересмотреть: допустим, электроэнергию в шахте отключать не при концентрации горючих газов 1 %, а при 0,5 %, и людей из шахты выводить не при 2 %, а при 1 %).

Литература

1. **Берсенева А.** Нить выведет метан из шахты. В Ростехнадзор направлено предложение по борьбе с метаном в шахтах // ИТАР-ТАСС. <http://www.gazeta.ru/social/2010/06/03/3379803.shtml>.
2. **Гражданкин А.И.** Крупные промышленные аварии: из углепрома в постиндустрию // Безопасность труда в промышленности. № 8. 2011. С. 58-62. <http://www.safety.ru>.
3. **Грицко Г.И.** Внезапны ли внезапные выбросы и взрывы в угольных шахтах? // "Наука в Сибири"/ № 32-33 (2867-2868). 2012. www.sbras.ru/HBC/hbc.phtml?12+645+1.
4. **Смирнов С.** Шахты пожирают жизни шахтеров. http://www.infox.ru/accident/incident/2010/05/11/SHahta_budyet.
5. **Предварительной** причиной аварии на шахте "Северная" в Воркуте назвали аномалию в породе. <http://siktivkar.monavista.ru/news/1528719>.
6. **Авария** на шахте "Северная" в Воркуте – новые подробности. www.gazeta.kg/news/incidents-news/49913-avariya-na.
7. **Пожарвзрывоопасность** веществ и материалов и средства их тушения: справочник. В 2-х кн. М.: Химия, 1990.
8. **Как погибли** горняки на шахте "Северная" в Воркуте. <http://lenta.ru/articles/2016/02/26/mine>.