



ВРАГ ИЛИ ДРУГ ШАХТНЫЙ МЕТАН? ЭТО РЕШАЮТ ЛЮДИ



Сергей Минеев, д-р техн. наук, профессор, заведующий отделом Института геотехнической механики им. Н. С. Полякова НАН Украины

Трагедия 2 марта нынешнего года на шахте «Степная» во Львовской области в который раз показала, что взрывы метана и угольной пыли становятся причиной наиболее масштабных подземных аварий.

Работающим в шахте людям грозит поражение взрывной волной, отравление ядовитыми продуктами взрыва, недостаток кислорода в воздухе может привести к опасным для здоровья последствиям.

О ПРОДЕЛКАХ «ДОБРОГО» ШУБИНА



Добрый Шубин, или просто Шубин, – персонаж шахтерского фольклора на Донбассе, горняцкий дух, похожий на гнома, хозяин шахты и покровитель шахтеров. Предстает он в образе старого шахтера с ярко горящими глазами, копытами и стариковским кашлем. Шубин любит шутить: пугает шахтеров, внезапно разразившись во тьме смехом, или хватая за ногу. Обитает он якобы в дальних или давно заброшенных выработках, где может бродить незамеченным. Обладает огромной силой. Шубин – настоящий хозяин подземелий.

Старик отличается добротой, щедростью и в то же время чрезвычайной раздражительностью, злобностью. Считается, что он доброжелателен к честным труженикам, беднякам, но жесток и мстителен по отношению к наглецам и угнетателям шахтеров. Шубин помогает рабочим, попавшим под завалы, но может под землей сбивать людей с дороги.

Согласно версии, наиболее близкой к правде, Шубин – специальный рабочий-газожег, выжигавший скопления метана в шахте. Рабочий-газожег в XIX веке ходил в овчинном тулупе мехом внутрь и факелом поджигал газозаполненную смесь в выработках, предупреждая взрывы газа. Также есть поверье, то Шубин – это душа погибшего горняка, блуждающая по забоям.

На угольных шахтах стран постсоветского пространства, в основном Украины, Казахстана, России, ежегодно происходят десятки вспышек и взрывов метана. Наибольшую опасность представляют взрывы метана с последующим возгоранием угольной пыли, а также пожары. Они, как правило, имеют катастрофические последствия для шахтеров и приводят к серьезным, иногда невосстановимым разрушениям на предприятиях.

Слушая сообщение об очередном взрыве и жертвах несчастного случая, многие задаются вопросом, почему так происходит. Ведь опасности, подстерегающие горняков под землей, давно известны и изучены. Существует НПА ОП 10.0-1.01-10 «Правила безопасности в угольных шахтах», утвержденные приказом Госгорпромнадзора от 22.03.2010 № 62 (далее – Правила), регламентирующие порядок безопасного ведения горных работ и использования горно-шахтного, транспортного и электротехнического оборудования, проветривания и противоаварийной защиты горных выработок, обеспечения пылегазового режима, техники безопасности и охраны труда. Есть инструкции, руководства, другие нормативно-правовые акты.

Тысячи специалистов, ученых разрабатывают системы по предупреждению подобных аварий, конструируют умную технику, оборудование, аппаратуру, электронику, контроллеры, датчики... Тем не менее, предусмотреть каждую деталь, полностью исключить человеческий фактор и сюрпризы природы, предотвратить совпадение нескольких опасных факторов или случайностей, которые

приводят к аварии, пока не удастся даже на лучших относительно охраны труда и промышленной безопасности шахтах. Не случайно шахтеры верят в мифического Шубина, своего «горняцкого духа», вроде как доброго, но при этом своенравного. Распространено также мнение, что, несчастные случаи под землей – это расплата за вмешательство в природу и нарушение целостности углесодержащих недр.

ЕСЛИ ЕСТЬ МЕТАН – ИСКРА ВСЕГДА НАЙДЕТСЯ?

Известно, что наиболее эффективным средством борьбы с загазированием горных выработок метаном является вентиляция. Воздуха в шахту должно подаваться столько, чтобы содержание метана в атмосфере выработок не превышало установленной Правилами норм. Однако на большинстве шахт с помощью одной вентиляции обеспечить безопасную и высокопроизводительную выемку угля невозможно. Поэтому наряду с ней применяется дегазация и другие меры. Кроме того, необходимо учитывать, что при высоких скоростях выемки угольных стволов нередко образуются местные и слоевые скопления метана опасной концентрации за счет суффлярных выделений, обрушений основной породы кровли, других загазирования импульсного и статического характера.

Рассматривая проблему взрывоопасности, специалисты шутят: «Если есть метан – искра всегда найдется». Однако на самом деле все несколько сложнее, так как причин и факторов, оказывающих влияние на скопление статического и импульсного загазирования и вызывающих взрывы метана, несколько десятков: главных, сопутствующих, косвенных и прочих.

К основным таким причинам и факторам относятся:

- **нарушение режима проветривания** из-за перераспределения воздуха между выработками;
- **изменения режима работы добычных машин и организации работ** в сторону ускорения, но непринятие при этом соответствующих мер по увеличению подаваемого в забой воздуха;
- **изменения горно-геологических условий**;
- **неудовлетворительное управление кровлей и проведение неплановых** часто ненужных выработок с последующей их изоляцией без погашения;
- **нарушение проветривания тупиковых забоев** в результате остановки вентилятора местного проветривания, разрыва вентиляционных труб, пережатия и несвоевременного их наращивания в призабойном пространстве;
- **внезапные выбросы угля и газа, суффлярные и импульсные выделения метана**;
- **неправильное разгазирование ранее запечатанных выработок** при изоляции пожаро- или взрывоопасного участка в результате быстрого вытеснения из него метана высокой концентрации в выработки;
- **плановые остановки главных и вспомогательных вентиляторов** в результате ревизии, ремонта, демонтажа и переноса оборудования, реверса воздушной струи;
- **инженерные ошибки в расчетах, замерах воздуха**, в том числе при работе главных вентиляторов в различных режимах. Неправильно выбранные режимы проветривания при ликвидации аварий, обрушениях и завалах (наиболее часто при пожарах), в том числе согласно плану ликвидации аварий, могут привести к повторным взрывам;

• **применение несовершенных схем вскрытия, подготовки и отработки пластов**, систем разработки приводят к образованию местных скоплений метана в «кутках» очистных забоев, нишах, тупиках у перемычек при возвратно-точном проветривании. Причем эти скопления часто невозможно проконтролировать системой аэрогазового контроля (далее – АГК). Работающие в шахте нередко пренебрегают и тем



фактом, что скоплению взрывчатой концентрации метана в отдельных выработках способствует, кроме прочего, и тепловая депрессия, в том числе возникающая при пожарах;

• **неудовлетворительный контроль за проветриванием горных выработок.** На многих шахтах при их оснащении системой АГК был существенно сокращен штат вентиляции и техники безопасности (далее – **ВТБ**), и теперь даже раз в сутки не всегда обеспечивается оперативный контроль службой ВТБ за концентрацией метана в выработках и местах, где нет датчиков АГК.

Кроме того, следует иметь в виду, что **используемые системы АГК на шахтах** имеют недостатки, приводящие к аварийным ситуациям, которые условно можно разделить на две группы. **ПЕРВАЯ ГРУППА** – ошибки при разработке проекта АГК, включающие в себя: неверную расстановку датчиков и увязку их с отключаемым оборудованием, а также недостаточный учет всех горно-геологических факторов шахты при разработке проекта АГК. **ВТОРАЯ ГРУППА** – ошибки при эксплуатации системы АГК, то есть получение недостоверных данных от датчиков контроля. Основные причины этого: проблема с электропитанием; перенос датчиков; неверная настройка и расположение датчиков контроля; потеря связи с сервером; нестабильность системы проветривания; ремонтные операции с системой контроля; отсутствие датчиков скорости воздуха в местах размещения датчиков контроля метана; сбои программного обеспечения работы компьютерного комплекса; технические неисправности аппаратуры, ошибки оператора. Известен и такой трюк: **доступ метана к датчику АГК рабочие могут перекрыть, накинув на него фуфайку или опустив датчик на почву выработки.**

Анализируя и обобщая причины скопления, загазирования, взрывов метана с позиции проветривания, заметим, что причины бывают разные. Классификация причин и факторов скопления метана в отдельные группы выполнена несколько условно. С целью показать их многообразие, на конкретных примерах рассмотрим ту или иную особенность инкубационного периода скопления, загазирования и взрыва метана следует обратить внимание на сочетание неблагоприятных факторов, недооценку пылегазовой обстановки в процессе работы.

Загазирование выработок, в том числе местные скопления метана, чаще всего происходит не по одной, а по двум, трем и более вышеперечисленным причинам. **При расследовании взрывов выделяется основная причина скопления метана, а косвенные, но не менее существенные, упускаются.** Более того, иногда причины скопления метана до взрывной концентрации не относят к разряду основных, так как все внимание при расследовании концентрируется на выявлении источника взрыва метана и угольной пыли. Это принципиально неверное направление и ошибочное мнение. Если в выработке имеется систематическое превышение концентрации метана сверх норм, источник воспламенения, как принято говорить, всегда найдется.

Большая половина перечисленных факторов и причин характерна для многих шахт, примерно половина из них присуща шахтам III категории и сверхкатегорийным по выделению метана и опасности его взрыва. Практически на каждой шахте имеется тенденция к ежегодному повышению газовыделения за счет ряда факторов. Существует множество неблагоприятных обстоятельств, связанных как с выделением метана, так и проветриванием. То есть **каждый взрыв – это результат того, что кто-то что-то неправильно оценил, спрогнозировал, принял ошибочное решение, неправильно действовал и т. д.**

ИСКРОЙ ДЛЯ ВЗРЫВА ЧАСТО СЛУЖИТ НАПЛЕВАТЕЛЬНОЕ ОТНОШЕНИЕ К ТРЕБОВАНИЯМ ПРАВИЛ

Извлечение метана, дегазация угольных пластов и горного массива с поверхности месторождений в региональном масштабе для подготовки запасов угля к высокоэффективной и безопасной работе осуществляется пока не всегда. Подземный способ дегазации пластов и их спутников, а также горного массива применяется в недостаточных объемах, чаще всего на тех шахтах (или пластах), где средствами вентиляции невозможно снизить содержание метана в горных выработках до норм, определенных ПБ. Применяется такой способ не в качестве профилактической меры, которая повышает безопасность и исключает взрыв метана.

Таким образом, метан, как и прежде, продолжает оставаться одним из самых опасных спутников шахтеров, особенно при проведении выработок и очистной выемки угля, создавая дополнительные трудности и экономические проблемы при разработке многих угольных месторождений.

Основным направлением снижения взрывоопасности следует считать дегазацию в ее классическом виде. В связи с интенсивностью горнопроходческих и очистных работ увеличивается количество выделенного метана из горного массива и отбитой горной массы. В отдельных, проводимых

по углю выработках объем его достигает 1000–3000 м³ в сутки, а в очистных забоях в среднем 20–30 м³ на 1 т суточной добычи (на отдельных шахтах 100–150 м³). Этот фактор привел к тому, что некоторые очистные и подготовительные забои работают на пределах возможности по проветриванию (наличию содержания метана на исходящих струях до 1–1,3%), что не позволяет увеличить объем добычи и проходки за сутки.

На шахтах имеются явно выраженные удлиннения и усложнения вентиляционных сетей. Связано это прежде всего с прекращением проходки стволов, отставанием проходки капитальных горных выработок, вскрытием запасов на низлежащих горизонтах по временным локальным схемам. Это приводит к увеличению протяженности поддерживаемых выработок на 1000 т добычи угля, расходу электроэнергии на проветривание, росту внешних и внутренних потерь воздуха.

Сложность вентиляционных сетей, высокое сопротивление горных выработок, выборочная отработка «хлебных» пластов, проветривание – все это требует на многих шахтах реконструкции вентиляции. **Как для горных выработок требуется ремонт, так и для вентиляции периодически требуется реконструкция и упорядочение ее основных параметров.** Иногда выделение метана происходит неравномерно. Зональное, внезапное и импульсное выделение при выбросах угля и газа, сопряженное с периодическим обрушением основной кровли, геологическими нарушениями, в некоторых случаях трудно прогнозируемо и предсказуемо. Всякая внезапность увеличивает вероятность аварии, из чего следует острая необходимость повысить достоверность горных и газовых условий.

Что же лежит в основе этих аварий? Прежде всего при анализе причин аварий следует исключить, и это отмечают многие специалисты, удобное объяснение о снижении дисциплины труда. На самом деле период анархии в угольной промышленности давно закончился. В то же время нельзя считать воспламенение метана чистой случайностью. Здесь как раз уместнее другая общеизвестная позиция о том, что **случайность – проявившая себя закономерность.** Чтобы правильно понимать ситуацию, следует напомнить некоторые факты о природе шахтного метана.

Содержащийся в угольных пластах метан нельзя оценивать как свободный газ, так как он миллионы лет сохраняет свое состояние в составе углеметанового вещества, находясь достаточно близко к земной поверхности. Известно, что свободного газа в угле не более 10–15%, а остальной газ находится в связанном состоянии. Это в основном сорбированный газ, хотя при определенных условиях в разном количестве возможны гидратный, генерируемый в угле газ и другие его виды.

Аналогичная ситуация и в окрестностях горных выработок, когда за небольшой зоной газоистощения газодинамические характеристики пласта сохраняются десятки лет. Границу этой зоны принято называть по-разному, например, есть термин «газовый барьер». Природа его существования в полной мере еще не изучена, хотя уже возник ряд научно обоснованных гипотез.



Метан относится к парниковым газам, он непрерывно выделяется в процессе метаморфизма углей, а также в ходе их добычи и переработки. На протяжении сотен лет добычи угля метан рассматривался как враг шахтеров, источник взрывов и внезапных выбросов угля и породы. В качестве попутного полезного ископаемого шахтный метан используется в течение более 40 лет, в основном для удовлетворения энергетических потребностей шахт. С 70-х годов прошлого столетия энергетики начали его рассматривать как самостоятельный энергетический ресурс.

Для предотвращения негативных явлений, связанных с поведением шахтного метана, при закрытии шахт применяют откачку воды из шахты, бурение дегазационных шпуров (скважин) в местах скопления метана в шахтном пространстве, установление обратных клапанов в шахтном стволе во избежание подсосов воздуха в шахту.

Предотвратить вредное влияние на окружающую среду выбросов метана из закрытых шахт и использовать этот природный ресурс можно, если организовать добычу и подачу его в газопроводы или использование газа в качестве топлива для котельных или энергоустановок. Опыт утилизации метана из остановленных шахт накоплен во Франции. Успешную коммерческую добычу газа из закрытых шахт ведут в Германии.

В Украине возможный уровень добычи шахтного метана оценивается в 6–7 млрд м³. Территориально месторождения шахтного метана находятся вблизи потенциальных потребителей тепловой и электрической энергии, что увеличивает перспективность его использования.

В период разработки месторождения метан способен не только интенсивно выделяться, но и формировать процесс динамического саморазрушения пласта угля и даже прочного песчаника в виде внезапного выброса с интенсивностью десятки тонн угля и сотни кубометров метана в секунду. Максимальная масса выброса до 14 000 т угля за три с половиной минуты и 350 000 м³ метана произошла на шахте им. Ю. А. Гагарина (г. Горловка).

Рассматривая особенности возникновения, развития и затухания различных видов газопроявлений, нужно отметить принципиально важный момент. Все они имеют отношение к зонам влияния технологического воздействия – чем оно интенсивнее, тем динамичнее возможная реакция горного массива. В то же время скорости выемки угля становятся такими большими, что существующие методы и средства оценки ситуаций приводят к запаздыванию управляющих решений и, соответственно, к снижению их эффективности. Технолог и проектировщик на шахте сталкиваются с типичной ситуацией «информационного барьера», характеризующейся тем, что сложность управляемой системы, количество причинно-следственных связей по объему информации намного превосходят возможности по ее переработке отдельным человеком или группой специалистов. Выход – использование более современных автоматизированных систем с компьютерным управлением. Однако все известные системы, в т. ч. с компьютерным оснащением, пока ограничены информационно-контролирующими функциями.

Статистика показывает, что система газового контроля шахт раз в сутки сигнализирует о неблагоприятном состоянии технологий подземной разработки. Считается, что до двух процентов загазований перерастают в горение, вспышки и взрывы метановоздушной смеси.

Распространенной причиной наиболее серьезных аварий на шахтах является так называемый **человеческий фактор**. Примечательно, что такие аварии произошли по большей части на шахтах, оснащенных современной высокопроизводительной угледобывающей техникой. Чем это можно объяснить? В СССР каждый горный мастер перед сменой заполнял путевку, на которой типографским способом было поперек документа напечатано: «Безопасность труда – прежде всего». Эффект от такого лозунга можно, наверное, сравнить с сегодняшними страшилками на пачках с сигаретами, которые курильщикам не помеха. Правильных законов и нормативно-правовых актов с четкими требованиями и правилами у нас достаточно, но наш народ научился их обходить и договариваться. **Рабочий, видя, что процесс добычи ведет к росту концентрации метана, не прекращает работу, убеждая себя, что ему нужно кормить семью. Технический надзор не видит в этом опасности.** Нередко его представители и сами пропускают опасные и заранее известные им зоны возможного загазования при ведении выемочных работ. Вышестоящий управленческий состав относится с некоторым «пониманием» к объективной ситуации, – нехорошо останавливать забой, а тем более шахту, жить будет не на что!

Довольно часто **искрой для взрыва или вспышки служит наплевательское отношение к требованиям Правил**, основанное на внутренней аргументации нарушителей. К примеру, электрослесарь рассуждает примерно так: «Если я буду выполнять работу, неукоснительно соблюдая все правила, то могу не выполнить наряд и опоздать на келью, или уходить из забоя позже проходческой или добычной бригады, а может, и бежать к стволу, чтобы опять же успеть». Конечно, он сделает все вопреки Правилам – так, как он или его коллеги делали множество раз. Например, проверит электросоединение, не закрутив все болты крышки пускателя. А в этот момент на беду почему-то образовалась **повышенная концентрация метана. Случайное импульсное его выделение, частичная или полная посадка кровли, интенсивный перевод сорбированного газа в свободный, можно перечислить еще много разных причин. Результат же один – взрыв, авария, разрушения, жертвы.** Примерно по такой незамысловатой схеме произошли аварии на шахтах «Суходольская-Восточная» (09.06.1992, 29.07.2011), «Краснолиманская» (21.01.2001, 20.07.2004, 23.05.2008) и многие другие.

В последнее время принято считать, что почти все аварии, связанные со взрывами метана и угольной пыли, происходят преимущественно из-за грубых нарушений правил безопасности. Опираясь на этот тезис, проще расследовать аварию, проще найти причину и виновника, которого накажут впоследствии. На самом деле, важно не упустить в процессе расследования малейшие детали и обстоятельства нарушений, докопаться до всего спектра причин и версий происшествия.

Несомненно, что помимо человеческого фактора существует еще и тот самый фактор «расплаты за вмешательство в природу», наступает которая, как правило, внезапно. Известно ведь, что в результате извлечения из недр огромных объемов угля **происходит существенное сдвигание подработанного и наработанного горного массива.** А это не может не сопровождаться при определенных горно-геологических условиях непрогнозируемыми естественными природными явлениями, в том числе и ранее неизвестными. Явлениями, которые часто не поддаются объяснению, а потому шахтеры склонны приписывать их мифическому, непредсказуемому, временами буйному старика Шубину.