

## ОСОБЕННОСТИ ТРАВМАТИЗМА ОТ ОБРУШЕНИЙ В ЛАВАХ КРУТЫХ ПЛАСТОВ

**д.т.н. Николин В.И., к.т.н. Подкопаев С.В. (ДонГТУ) инж. Сорокопуд М.П. (ш. им. Гаевого), инж. Головачев И.Н. (ш. «Александровская»)**

В перечне опасных производственных факторов (ОПФ), по которым на угольных шахтах расследуется, учитывается и анализируется травматизм, находятся "обвалы и обрушения", которые по числу несчастных случаев (НС) в течение нескольких десятилетий устойчиво находятся на первом месте и составляют в среднем около 30% общего травматизма. Среднегодовое число смертельного травматизма за 1996 - 1999г.г. составило 55 и почти в 1,4 раза превосходило травматизм от взрывов (40). Однако разработке мер, направленных на предотвращение НС от обрушений в лавах крутых пластов, не способствуют 2 следующих положения.

Во-первых, в лавах крутых пластов травматизм по названному ОПФ происходит как при обрушениях угля, так и при обрушениях пород. Но учитываются они совместно, что существенно осложняет анализ причин травматизма, а следовательно, и разработку способов их предотвращения. Очевидно, что для этих двух разновидностей обрушений способы не могут быть одинаковыми.

Во-вторых, в настоящее время при расследовании обрушений угля совершенно не учитывается влияние на устойчивость обнаженного нависающего угольного массива природы и закономерностей выделения из него метана, обуславливающих как метаноспособность (газоспособность) пласта, так и количеством подаваемого в лаву воздуха, скоростью вентиляционной струи.

Обоснованность второго положения покажем на примере двух газодинамических явлений (ГДЯ), произошедших на шахте им. Гаевого, используя при этом описания обстоятельств несчастных случаев, содержащиеся в актах комиссий, выполнявших специальные расследования. Комиссии эти в соответствии с Правилами безопасности были назначены приказом начальника территориального управления Госнадзорохрантруда по Донецкой области. Они квалифицировали оба ГДЯ, при каждом из которых погибал забойщик, как обрушения, которых, казалось бы, не должно быть, т.к. пласт Куцый,  $m_5$  защищен был вполне надежно за счет первоочередной наработки пластом Грицынка,  $m_5^1$  (междупластье  $M = 11,6-14,5$ м).

На гор.975м шахты при разработке выбросоопасного и опасного по обрушениям пласт Куцый в течение одного года при выемке угля в лавах произошло 2 обрушения: в 12 час. 30мин

01.12.2000г. на участке № 27 (случай № 1) и в 23 час.30 мин 23.12.1999 на участке № 28 (случай № 2).

Мощность пласта Куцый выдержанная, очистная линия лавы имеет потолкоуступную форму, природная газоносность 20-25 м<sup>3</sup>/т.с.б.м., выход летучих веществ 19-21%. Строение одежное, многопачечное (рис.1,а,б). Физико-механические свойства угля отдельных пачек изменяются в очень широких пределах: от прочного полублестящего до матового, перемятого, сыпучего. Породные прослойки тоже существенно различны: от малопрочного углисто-глинистого сланца до комковатого, слабо разлинзованного глинистого сланца.

По данным актов специального расследования можно констатировать, что в первом случае выемка угля не производилась. Был только выпущен разрушенный уголь на сопряжении уступов №9 и №8 ("пожка" уступа № 9): обнажилась полость размером по простиранию и восстанию примерно 1х1м. В акте явление это названо первой фазой зоны обрушения (2 на рис.1,в). Примерно че-

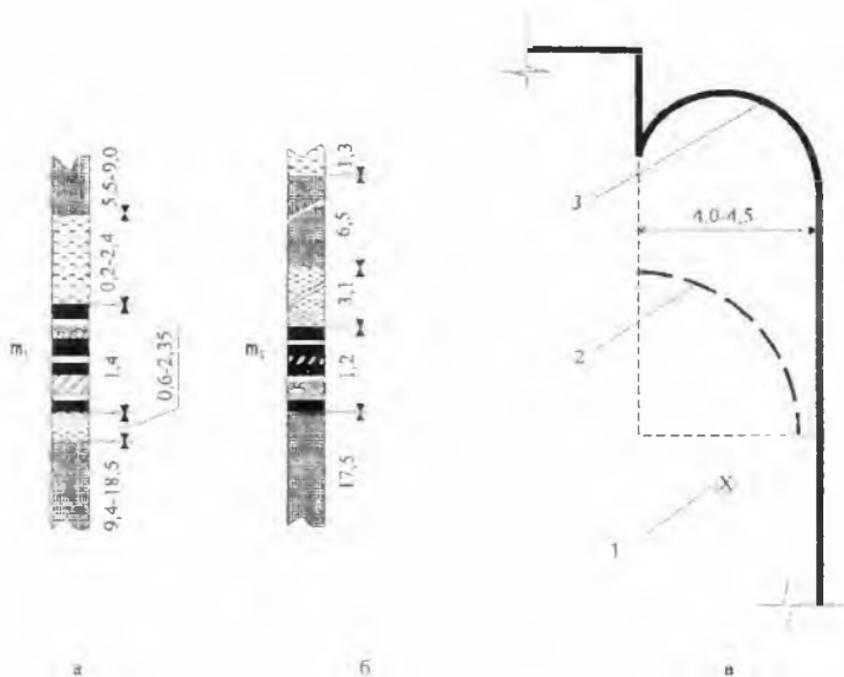


Рис. 1. Эскиз места несчастного случая в лаве пласта Куцый горизонта 975м, произошедшего 01.12.2000г.:

а и б – структурная колонка пласта на восточном и западном крыле; в – положение в верхней части лавы после несчастного случая: 1 – пострадавший; 2,3 – контур соответственно первой и второй фазы обрушения

рз 10 мин обрушение угля продолжилось, а контур полости второй фазы обрушения соответствует 3 на рис. 1,а.

Причиной НС комиссия назвала несвоевременное - запоздавшее возведение крепи в полости, обнажившейся после выпуска разрушенного угля. Никакая связь с газовой обстановкой в лаве, с газовым фактором в акте не отмечалась. Однако ранее в [1] доказывалось, что при  $M < 20\text{м}$  и нормативном опережении  $L \leq 20\text{м}$  выемка угля на защищенном выбросоопасном пласте будет сопровождаться повышенным газовыделением. Учитывая это в 1999г. шахта обеспечивала опережение существенно (в 2-3 раза) большее нормативного. Из-за производственных осложнений, вызванных, главным образом, невыполнением плана и сложностью горно-геологических условий разработки защитного пласта, подвигание его на восточном крыле за 2000г. составило всего 138 м, т.е. в среднем 11,5 м/мес. Подвигание более мощного защищенного пласта Куцый за 6 мес. 2000г. составило 140 м, а среднемесячное 23,3 м, что в 2 раза больше, чем защитного.

По мере уменьшения опережения количество метана, выделяющегося из защищенного пласта, на каком-то геометрическом этапе стало возрастать. В октябре оно составило 2,2 м<sup>3</sup>/мин, а в ноябре уже 2,6 м<sup>3</sup>/мин. На момент аварии опережение сократилось до нормативно минимально допустимого  $L = 20\text{м}$ .

В соответствии с описанием обстоятельств аварии № 1 горнорабочие могли приступить к выпуску разрушенного угля не ранее чем в 9 час. В действительности рост, а затем и резкий, устойчивый рост концентрации метана (2 на рис. 2) был зарегистрирован значительно раньше, чем произошло обрушение: сразу после двух-трех часов ночи, т.е. еще в предыдущую смену. В дальнейшем, начиная примерно с 13 час., т.е. после уже произошедшей аварии, в течение еще семи часов высокая концентрация метана на исходящей лавы остается неизменной. Чтоб обратить внимание на аномальность газовыделения в день аварии, графиком 1 на рис. показали зарегистрированное системой АКМ за 2 дня до аварии изменение содержания метана в течение суток.

Утверждение, что причина обрушения в лавах крутых пластов не может рассматриваться без учета газового фактора, доказывают следующие положения.

Устанавливая закономерность создания неблагоприятной газовой обстановки при ограниченном опережении, не акцентировали внимание на давно и хорошо известном, даже использовавшемся ранее опытными забойщиками эффекте уменьшения прочности угля призабойной части пласта при загазировании выработок.

Профессором, д.т.н. Артемовым А.В. впервые экспериментально в шахтных условиях еще в пятидесятые годы XX столетия было установлено снижение в 3-5 раз прочности угля призабойной части пласта при загазировании лавы [2]. Иногда при проведении экспериментов наблюдалось интенсивное отслаивание угля, перераставшее в высыпания - обрушения. Доказано было, что рассматриваемое явление имеет обратимый характер, ибо после возобнов-

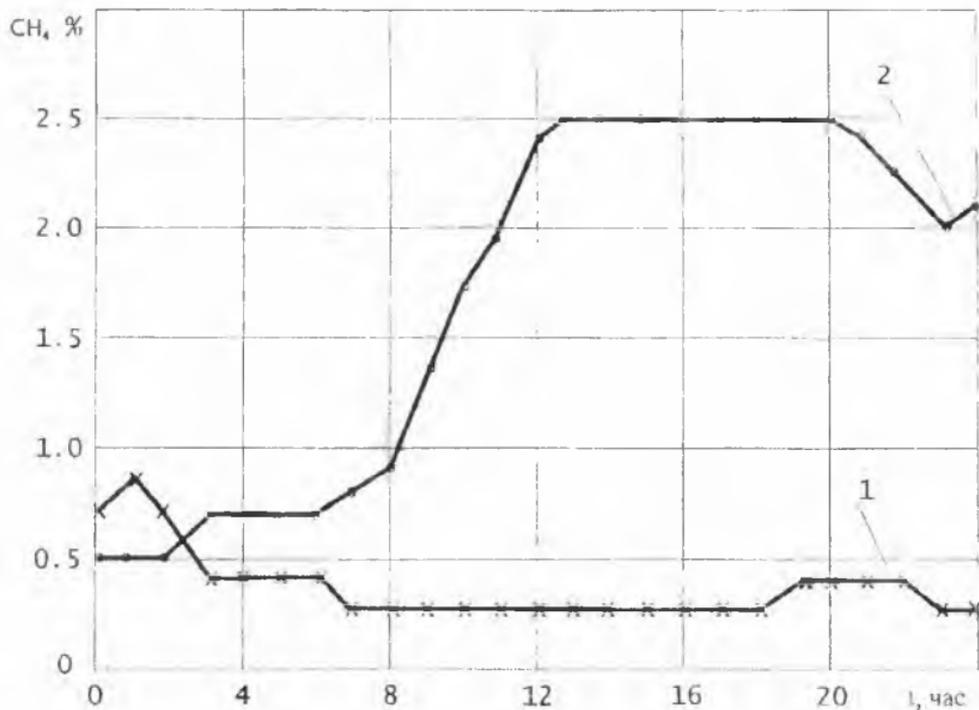


Рис. 2. Изменение концентрации метана на исходящей лаве Куцый-восток (t, час) в течение суток; 1 – 28 ноября и 2 – 1 декабря 2000 г

ления проветривания прочность угля возрастала до первоначальных значений.

На основании полученных результатов экспериментов А.В. Артемов утверждал, что при скорости воздушной струи примерно 1-1,5 м/с поступающий из массива на поверхность забоя метан воздушной струей будет постоянно срываться. Прочность угля не будет снижаться, не будут происходить его отслоения.

Комиссия, расследовавшая вторую аварию, отметила, что наряд предусматривал в том числе и выемку угля в уступах № 6 и № 7 пласта Куцый, разрабатывавшегося под защитой Грицынки.

Все та же неблагоприятная производственная обстановка в конце 1999г. и в 2000г. привела к систематическому снижению величины опережения. Если в среднем за 10 мес. 1999г. оно составило 94 м и превосходило нормативное минимально допустимое в 4,7 раза, то на момент аварии оно было ему равным.

До ноября 2000г. выделение метана в лаву пласта Куцый-запад оставалось в среднем стабильным и необходимости в увеличении количества подаваемого воздуха не было, т.к. концентрация метана в исходящей лаве не превышала допустимой. В октябре 2000г выделение метана незначительно колебалось около 1,2 м<sup>3</sup>/

мин. Однако по мере сокращения величины опережения рост выделения метана из лавы защищенного пласта Куцый становится более чем очевидным (1 и 2 на рис.3). Он вполне удовлетворительно объясняется ранее экспериментально установленной зависимостью скорости газовыделения из защищенного пласта от расстояния до лавы защитного пласта [3]. Из этой зависимости для пары шахтопластов Грицынка-Куцый гор.975м ш. им. Гаевого следует, что увеличение газовыделения приходится на приближение к створу на расстояние несколько меньше 5м. Максимум газовыделения приходится на удаление от створа на 16-19 м, т.е. при расстоянии от начала роста газовыделения примерно 25-30 м.(3 на рис.3).

Подвигание лавы участка № 28 в ноябре 1999г. составило 19,1м, а в декабре 15 м. Следовательно, на момент аварии лава пласта Куцый-запад находилась на участке, характеризующимся

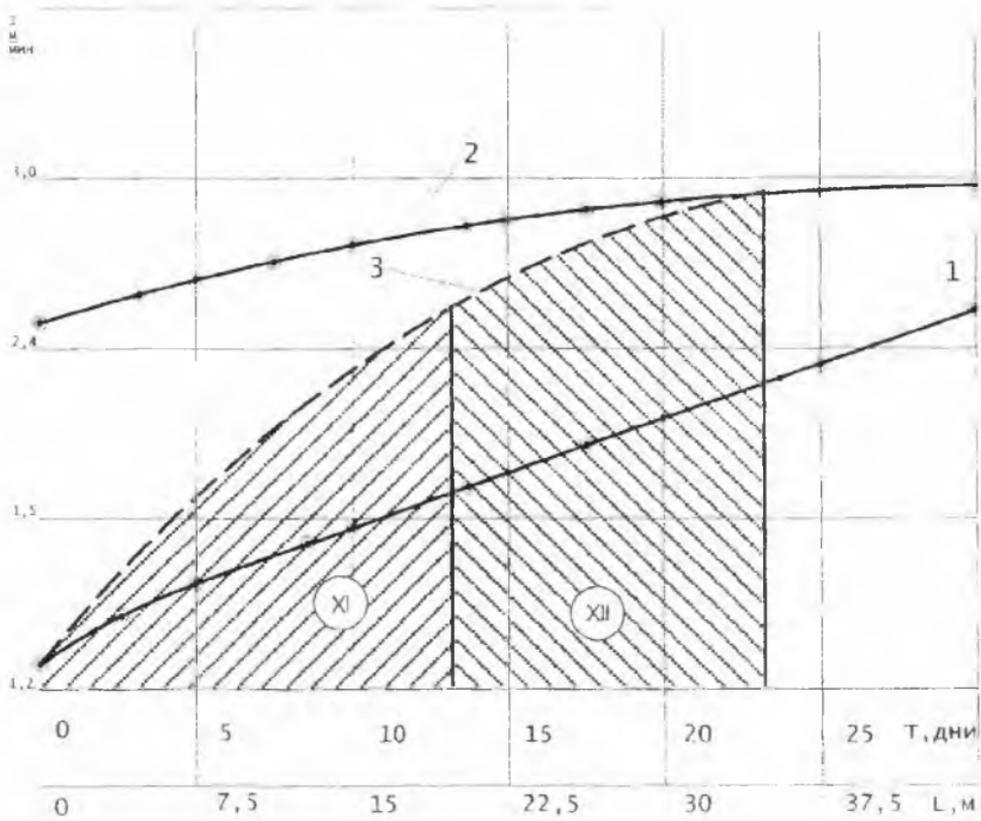


Рис. 3. Увеличение количества метана, выделяющегося в лаву защищенного выбросоопасного пласта Куцый-запад ( $\text{m}^3/\text{мин}$ ) в ноябре (XI) и декабре (XII) 2000 г. ( $T$ , дни): 1-ноябрь и 2 – декабрь месяцы; 3 – зависимость газовыделения от расстояния до лавы защитного пласта,  $L$ , м

максимальным газовыделением.

Обсуждаемое фактическое аэрологическое положение в лаве участка № 28 хорошо дополняют результаты измерений концентрации метана на исходящей лаве, зарегистрированные системой АКМ в день аварии и в течение двух дней, предшествовавших ей. Из анализа графиков изменения концентрации метана следует, что общий объем выделявшегося газа от 21 к 23 декабря (день аварии) непрерывно возрастал (рис. 4). Если принять уровень метановыделения 21.12.99г. за единицу, то к 23.12 он возрос в 2,4 раза.

Выемку угля в уступе № 6, раскрыв "ножку", горнорабочий производил снизу вверх, что категорически запрещено. Через несколько минут после начала выемки произошло обрушение нависающего массива. График 3 на рис. 4 вполне очевидно отражает факт разрушения части угольного пласта скачкообразным ростом концентрации метана на исходящей лаве.

Ни у нас, ни у кого-либо другого нет абсолютных доказательств тому, что нарушение технологии выемки или выпуск разрушенного угля (как в случае №1) привели к аварии только потому, что работы велись в условиях повышенного метановыделения. Но, все-таки, фактом остается то, что, во-первых, повышенное метановыделение имело место как в предшествующие два месяца, два

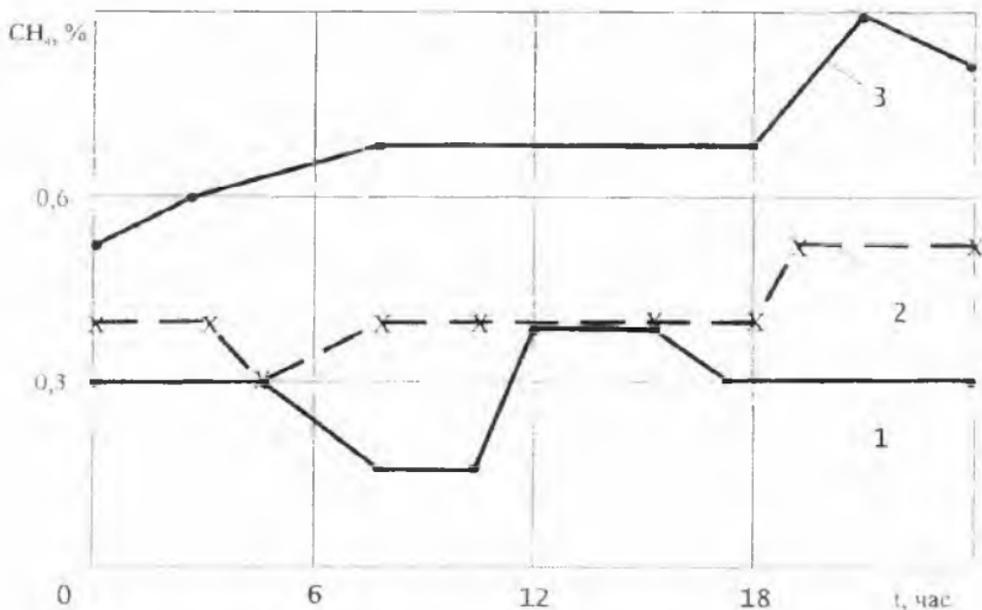


Рис. 4. Изменение содержания метана (CH<sub>4</sub>, %) в исходящей лаве Куцый-запад горизонта 975 м в декабре 2000г. (t, часы суток): 1 - 21.12; 2 - 22.12; 3 - 23.12

дня, так и за несколько часов до аварий, которые произошли на участках максимального газовыделения.

Во-вторых, в течение предыдущих трех лет, когда опережение защитного пласта Грицынка существенно превосходило минимальное нормативное, при выемке угля в лавах пласта Куцый обрушения, сопровождавшиеся смертельным травматизмом, не происходили.

В-третьих, снижение прочности угля призабойной части пластов в несколько раз при загазировании лав можно считать доказанным как опытом разработки крутых пластов, так и экспериментально. Физическая обратимость этого явления позволяет утверждать, что изменение режима проветривания вполне может рассматриваться как низкозатратный способ предотвращения обрушений. Под изменением режима проветривания в первую очередь понимается увеличение скорости воздушной струи в призабойной части лав крутых пластов до величин не менее 1,5 - 2,0 м/с.

Участки угольных пластов в верхней части этажей, примыкающей к выработанному пространству предыдущего этажа, настолько разгружены, что стимулировали развитие деформаций генетического возврата\* (Сохранена терминология авторов. Прим. ред.) угленосного массива. Они превратили его в высокопроницаемый и обусловили дегазацию пласта в верхней части лав. Теперь они нормативно невыбросоопасны [4], а обрушения угля, ставшего существенно прочнее, становятся маловероятными.

Одновременно имевшее место расслоение перед в этой же верхней части лав делает более вероятными обрушения пород под действием гравитационных сил.

В целом предложенный двухплановый подход к оценке вероятности обрушений угля и пород в лавах крутых пластов, безусловно, по нашему мнению, является новым. Насколько он будет обуславливать снижение травматизма от обрушений позволят установить (доказать) результаты исследований двух направлений:

- анализ травматизма от обрушений в лавах крутых пластов, выполняемый по результатам исследований несчастных случаев, оформленных в соответствии с актами по форме Н-1;
- разработка мер (способов), рекомендаций, направленных на предотвращение травматизма за счет изменения режима проветривания и их внедрение.

Таким образом, изложенное позволяет сделать 2 предварительных вывода. 1. В условиях разработки крутых пластов в силу специфических особенностей, обуславливающих превышение величин углов падения над углами внутреннего трения пород, имеет место травматизм от обрушений как пород кровли (почвы) пластов, так и угля. В верхней части лавы это преимущественно обрушения пород, в нижней половине - угля. 2. Предотвращение первой разновидности травматизма возможно за счет технических решений

"механического" содержания: закрепления, упрочнения заградительные полки и т.п.

Предотвращение травматизма второй разновидности - за счет преимущественно изменения режимов проветривания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николин В.И., Алафонов А.В., Сорокопуд М.П. Уточнение параметров защиты с учетом времени // Уголь Украины.- 1998.- № 11- С. 24--26.
2. Артемов А.В. Исследование влияния фактора вентиляции на крепость угля. // Тр. Новочеркасского политехнического института.-Т.45/59.- 1957.- С.147-161.
3. Сорокопуд М.П., Василец А.А. Экспериментальная оценка временного фактора устранения выбросоопасности при надработке // Изв. Донецкого горного института.- 1999.- №1.- С. 102-104.
4. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. - 1989.- Минуглепром СССР.- 192 с.