

УДК 622.411.332:023.623:533.17

В.Н. КОЧЕРГА, зав. лаб., МакНИИ, Макеевка

ПРОГНОЗ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПРОНИКНОВЕНИЯ МЕТАНА НА ЗЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ПО ТЕКТОНИЧЕСКИМ ТРЕЩИНАМ РАЗРЫВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Изложены результаты изучения процесса миграции метана к земной поверхности по тектоническим трещинам разрывных геологических нарушений и способ предотвращения газовыделения на поверхность.

Ключевые слова: прогноз, проникновение метана, тектонические трещины, разрывные геологические нарушения

При подземной разработке газоносных угольных пластов выделение метана из подработанного углепородного массива происходит не только в горные выработки, но и на земную поверхность при определенных горно-геологических условиях. Проникающий на земную поверхность метан вызывает загазирование зданий и сооружений, что сопряжено с опасностью его воспламенения. Взрывы и вспышки метана в зданиях и сооружениях неоднократно происходили на земной поверхности горных отводов шахт Донбасса в результате которых были травмированы люди, разрушены помещения, нарушен нормальный ритм работы предприятий. В местах выхода метана погибает растительность, почва окисляется, становится непригодной для земледелия, её температура повышается на 5-15⁰ С.

Одним из путей миграции метана к поверхности являются тектонические трещины разрывных геологических нарушений. Согласно гипотезе профессора Печука И.М. [1] по тектоническим трещинам разрывного нарушения проникновение метана на земную поверхность (ПМ) возможно на протяжении всего выхода разрыва, если он пересекает осушенную породу, по которой может двигаться газ. Однако под эти условия не подпадает ни один из известных случаев ПМ по трещинам разрыва.

Целью настоящей работы является разработка методики прогноза и способа предотвращения ПМ по тектоническим трещинам разрывных геологических нарушений.

Методика прогноза разрабатывалась по результатам анализа горно-геологических и горнотехнических условий, при которых происходило ПМ по тектоническим трещинам разрыва. Анализ каждого из четырнадцати известных случаев ПМ в отношении причин, источников и путей миграции газа показал следующее.

Причиной ПМ по геологическим нарушениям были только очистные работы, производившиеся ниже поверхности метановой зоны. Источниками ПМ во всех случаях были разгруженные угольные пласты, имеющие выход летучих веществ от 4,5 до 15% и газоносность 15-35 м³/т с.б.м. В двух случаях источниками газовыделения, наряду с метаном угольных пластов, были скопления свободного газа в обводненных тектонических трещинах разрыва в зоне его затухания. Угольные пласты, являвшиеся источниками ПМ, залежали от разрабатываемого пласта на расстоянии более 35*m* (*m* - вынимаемая мощность пласта, м).

В восьми случаях ПМ было обнаружено в течение полугода после подработки зоны затухания разрыва. В остальных случаях оно обнаруживалось спустя несколько лет после подработки. Во всех случаях ПМ обнаруживалось в результате взрывов и воспламенений метана.

В двенадцати случаях здания, где происходили вспышки метана, и участки с окисленной мигрирующим газом почвой располагались над выходом зоны затухания разрыва. В двух случаях вспышки происходили в зданиях, расположенных над выходом зон пересечения крупного надвига с мелкоамплитудным разрывом. Над выходом зон развития разрывов, где амплитуда смещения пород превышала 1,0 м, вспышки в зданиях и места выхода газа на земную поверхность не отмечены. Это указывает на то, что тектонические трещины разрыва только в зоне его затухания или пересечения с другим разрывом могут служить каналами для миграции метана к поверхности.

Приуроченность мест выделения метана к зонам затухания и пересечения разрывов проверялась экспериментально на девяти участках земной поверхности, где выделяется метан, путем измерения его содержания в почвенном воздухе [2]. Измерения показали, что над выходом зон затухания (табл. 1) и пересечения (табл. 2) разрывов содержание метана в почвенном воздухе на глубине 0,8-1,0 м, составляло от 15,0 до 96%. На участках поверхности, где обнаруживалось максимальное значение содержания метана в почве, интенсивность газового потока достигала 6 л/мин.м².

Таблица 1

Содержание метана в почвенном воздухе в зонах
затухания и зонах развития разрывов

№ п/п	Наименование разрыва	Шахта, объединение	Содержание метана в почвенном воздухе, %	
			зона затухания разрыва	зона развития разрыва
1	Софиевский сброс	«Хрустальская», «Донбассантрацит»	29,2-60,0	0,0
2	Апофиза Безыменного надвига	«Харцызская», «Донуглереструктуризация»	35,6-91,5	0,0
3	Апофиза сброса Г-Г	«Заря», «Горезантрацит»	15,0-78,0	0,0
4	Надвиг №4	им. С.П.Ткачука, «ШУ им.17-го Партсъезда»	91,0-96,0	0,0
5	Без названия	«Алмазная», «Донбассантрацит»	10,5-47,4	0,0
6	Без названия	«Комсомолец Донбасса»	16,3-96,0	0,0
7	Заперевальный	«Заперевальная №1», «Донуглереструктуризация»	12,4-62,4	0,0

Таблица 2

Содержание метана в почвенном воздухе в зонах
пересечения и зонах развития разрывов

№ п/п	Наименование разрыва	Шахта, объединение	Содержание метана в почвенном воздухе, %	
			зона пересечения разрывов	зона развития разрыва
1	Апофиза надвига Д и надвиг Д	«Запорожская», «Донбассантрацит»	23,7-83,0	0,0
2	Мушкетовский и Нижний	им. М. Горького, «ДУЭК»	74,0-94,0	0,0

Высокая интенсивность метанопритока обусловлена тем, что источниками ПМ одновременно являются несколько разгруженных от горного давления угольных пластов. Места выхода газа имели размеры 6,0×6,0 м и более, а по площади зон затухания и пересечения разрывов они располагались хаотично, без видимой закономерности. Высокая интенсивность газового потока и хаотичное расположение мест выхода газа являются особенностью ПМ по тектоническим трещинам разрывных нарушений.

Над выходом зон развития разрывов (см. табл. 1 и 2), в зонах затухания и пересечения которых отмечены воспламенения метана, в почвенном воздухе на глубине 0,8-1,0 м метан не обнаружен, что свидетельствует об отсутствии здесь миграции газа к поверхности.

Для подтверждения предположения о невозможности ПМ по тектоническим трещинам в зонах развития разрывов исследовался состав почвенного воздуха над выходом зоны развития надвига «К-С» на поле шахты «Максимовская» в г. Стаханове. Надвиг «К-С» на глубине 50-80 м пересекает выработанные пространства сближенных пластов h_{10}^1 и h_{11} , которые заполнены газом, мигрирующим из надработанного горного массива. Исследования показали, что шахтный газ с содержанием метана до 36,0% проникает на поверхность из выработанных пространств только по тектоническим трещинам в замковой части Паркомовской антиклинали.

Исследования состава почвенного воздуха, проведенные над выходами подработанных зон развития Первомайского, Калининского, Мушкетовского, Французского и многих других надвигов и сбросов в городах Донецке, Макеевке, Стаханове и Горловке, показали, что по тектоническим трещинам в зонах развития разрывов миграция метана к поверхности не происходит.

Результаты исследований позволяют утверждать, что тектонические трещины разрывных геологических нарушений только в зонах их затухания и пересечения друг с другом могут служить каналами для миграции метана к земной поверхности с интенсивностью, представляющей опасность загазирования зданий и сооружений.

Объясняется это тем, что трещины разрывов, особенно с большим зиянием, характерным для зон развития разрывов, не могут длительно существовать в земной коре даже у поверхности [3]. Они закрываются из-за ползучести подвергшихся разрыву пород или заполняются посторонним минеральным веществом, переносимым водой [3]. На концах даже самые мелкие тектонические разрывы расщепляются на мелкие трещины. Здесь сохраняются остаточные тектонические напряжения [3]. После подработки прочность пород снижается и за счет остаточных тектонических напряже-

ний в зонах затухания разрыв увеличивается, создавая новые газопроницаемые тектонические трещины.

Наличие зияющих открытых трещин в зонах затухания и пересечения разрывов на глубине 20-30 м от земной поверхности подтверждено бурением дегазационных скважин для защиты жилых домов, промышленных и общественных зданий на семи участках поверхности, где происходило ПМ. При пересечении скважинами разрывов наблюдалось полное поглощение промывочной жидкости, а буровой инструмент проваливался на 5-25 см, после чего из скважин под естественным давлением начинал выделяться метан с высокой интенсивностью 0,3-1,2 м³/мин.

Анализ горно-геологических условий, при которых происходило ПМ, и результаты исследований состава почвенного воздуха над выходами разрывных геологических нарушений позволяют обосновать механизм и условия миграции метана по тектоническим трещинам разрывных геологических нарушений следующим образом.

Очистные работы вызывают разгрузку угольных пластов, осушение и дополнительное раскрытие тектонических трещин в зонах затухания и пересечения разрывных геологических нарушений. Из разгруженных ниже ПМЗ газоносных угольных пластов с выходом летучих веществ от 4,0 до 35,0%, залегающих выше разрабатываемого угольного пласта на расстоянии более 35м, выделяется метан, который мигрирует в горные выработки и к земной поверхности по раскрывшимся тектоническим трещинам.

Места выхода метана на земную поверхность располагаются над выходом зоны затухания и пересечения разрывов. Интенсивность метанопритока по тектоническим трещинам разрывов, как правило, высокая и может достигать 6,0 л/мин.м². Состав выделяющегося на поверхность газа идентичен составу газа подработанных угольных пластов.

Выделение метана по тектоническим трещинам геологических нарушений начинается в течение первого месяца после подработки угленосного горного массива в зоне затухания и пересечения разрыва. Если геологическое нарушение пересекает погашенные выработанные пространства на вышележащих угольных пластах, то ПМ происходит с задержкой во времени, которая может колебаться от нескольких месяцев до нескольких лет в зависимости от объема выработанных пространств. Выделение метана по трещинам разрыва может продолжаться десятки лет.

Исследования, проведенные на семи опасных участках земной поверхности, показали, что защиту зданий и сооружений, находящихся над выходом зон затухания разрывного геологического нарушения или пересечения разрывов, необходимо осуществлять путем дренирования газа скважинами, пробуренными с поверхности.

Для определения мест заложения скважин на план поверхности, совмещенный с геологической картой, наносят пункты, в которых зафиксированы максимальные и близкие к ним значения содержания метана в почвенном воздухе (рис.). Эти пункты хаотично расположены над выходами зон дробления пород разрывного геологического нарушения в зоне его затухания или пересечения с другим разрывом, а содержание метана в почве составляет 75-95%. Параллельно выходу геологического нарушения на расстоянии $a \cdot \cos \alpha$ (a принимается в диапазоне от 20 до 40 м в зависимости от местных условий; α - угол падения сместителя нарушения) проводят линию 1-1. На линии 1-1 напротив пунктов, где зафиксированы максимальные значения содержания метана в почвенном воздухе, намечают места заложения скважин - точки Б, В, Г, Д, Е (см. рис.).

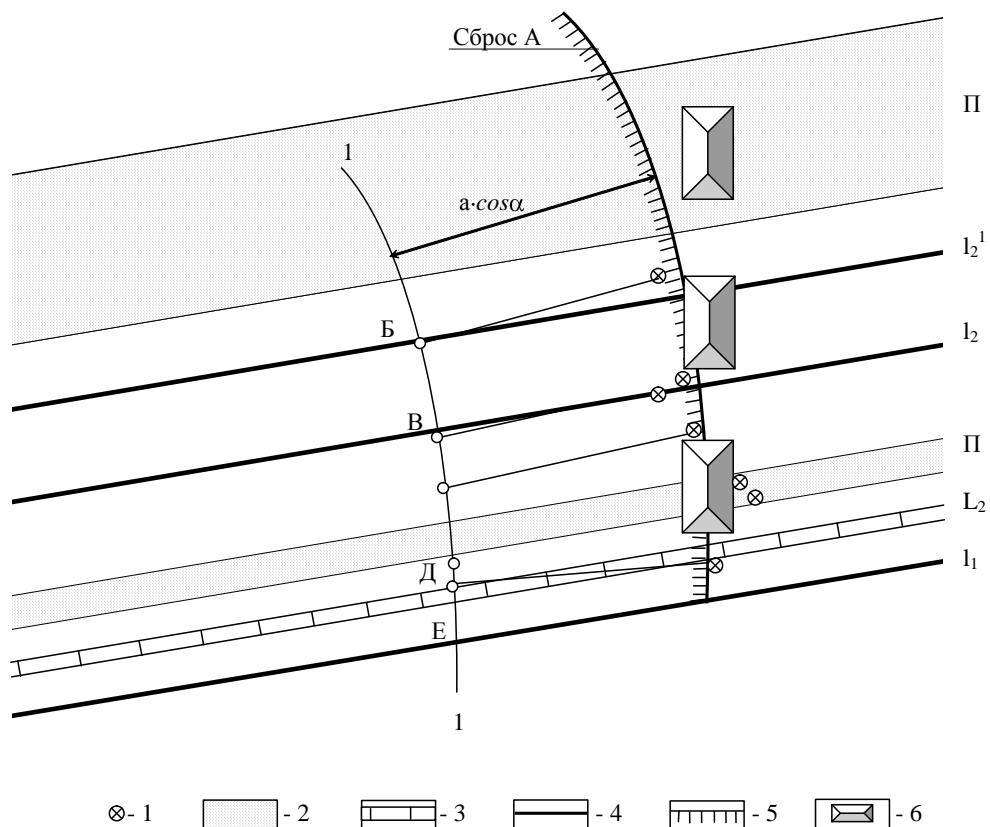


Рис. Схема определения мест заложения дегазационных скважин для защиты зданий от проникновения метана по трещинам геологического нарушения:

1 - пункты, в которых зафиксированы максимальные и близкие к ним значения содержания метана в почвенном воздухе; 2 - песчаник; 3 - известняк; 4 - угольный пласт; 5 - сместитель нарушения; 6 - здание.

Скважины конечным диаметром 96 мм бурят таким образом, чтобы они пересекали зону дробления пород геологического нарушения не менее чем на 1 м.

ВЫВОДЫ

Установленные горно-геологические и горнотехнические условия при которых происходит ПМ по тектоническим трещинам разрывных геологических нарушений и разработанный способ предотвращения газовыделения позволит надежно прогнозировать и предотвращать неорганизованное проникновение метана на земную поверхность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печук И. М. Проникновение газов по трещиноватым породам в помещения и выработки / И.М. Печук. – К. – 1962. - 111 с.
2. А.с. 1257233 СССР, МКИ Е 21 F 7/00. Способ определения участков, опасных по выделению метана на земную поверхность из подработанного горного массива / Н. П. Василянский, В. Н. Кочерга, В. А. Маркин (СССР). – № 3851165/22-03 ; заявл. 06.12.1984 ; опубл. 15.05.1986 , Бюл. № 34.
3. Белоусов В. В. Структурная геология / В.В. Белоусов. - М.: МГУ, 1961. - 208 с.

Получено: 16.04.2013

Викладено результати вивчення процесу міграції метану до земної поверхні за тектонічними тріщинами розривних геологічних порушень і спосіб запобігання газовиділенню на поверхню.

Ключові слова: прогноз, проникнення метану, тектонічні тріщини, розривні геологічні порушення

The results of studying of methane migration to the surface through the fractures of geological dislocations with a break of continuity as well as method for prevention of gas emission to the surface have been presented.

Key-words: prognosis, methane penetration, fractures, geological dislocations with a break of continuity.