

ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.235

ВЛИЯНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ДРЕНАЖ МЕТАНА В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ

М. В. Курленя¹, М. Н. Цупов¹, А. В. Савченко¹, К. А. Пугачев²

¹Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН,

E-mail: miningcenter@yandex.ru, Красный проспект, 54, 630091, г. Новосибирск, Россия
²ООО “Шахта “Бутовская”, ул. Городецкая, 1, 650902, Боровой пос., г. Кемерово, Россия

Проанализированы показания системы газового контроля на угольной шахте “Бутовская” (г. Кемерово) в период сейсмического затишья и после проведения взрывных работ. Оценено воздействие сейсмической волны от взрывных работ на дренаж метана в угольном пласте. Установлена зависимость нарастания выхода метана из угольного пласта в горные выработки после сейсмического воздействия.

Угольный пласт, взрывные работы, дренаж метана, газовый контроль

DOI: 10.15372/FTPRPI20200514

С ростом глубины горных работ по добыче угля увеличивается количество случаев проявления газодинамических явлений, таких как горные удары, выбросы угля и газа. Вследствие этого формируются очаги повышенной сейсмичности массива горных пород в окрестности угольных предприятий, стимулирующие приток метана в горные выработки [1]. В [2] установлена связь между дополнительным выходом метана на горных предприятиях и землетрясениями, происходившими в непосредственной близости от них. В [3] описана взаимосвязь между количеством зарегистрированных акустических событий в глубине угольного массива и превышением фоновой эмиссии метана в лаву при отработке механизированным комплексом. В [4] приведена зависимость дополнительного выхода метана в горные выработки после Бачатского землетрясения от сейсмической энергии для Кузнецкого угольного бассейна, расположенного в Кемеровской области. Изучение закономерностей увеличения проницаемости угля, приводящей к дренажу метана в угольном пласте, вызванного техногенными взрывами, является актуальной задачей при разработке метаноносных месторождений полезных ископаемых.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наблюдения за газодинамическими проявлениями в угольном массиве после взрывных работ проводились на шахте “Бутовская” (Кузбасс). Разрабатываемый угольный пласт Кумпановский залегает на глубине 430–500 м и является верхним из нижней группы рабочих пластов, его мощность 1.5 м. Он имеет простое строение, однако ближе к почве встречается породный прослой алевролита мощностью 0.10–0.15 м. Уголь полублестящий, широкополосчатой текстуры. В нижней части пласта прослеживается ложная почва, представленная перемятым алевролитом мощностью 0.1–0.5 м. Иногда встречается ложная кровля, состоящая из углистого аргиллита незначительной мощности.

Основная кровля сложена преимущественно крепкими песчаниками и частично алевролитами, непосредственная — алевролитами, реже песчаниками. Основа непосредственной почвы — алевролиты трещиноватые с большим содержанием растительного детрита и углистого вещества (таблица).

Вмещающие породы Кумпановского пласта

Мощность, м	Коэффициент крепости	Описание
15.0	7.0–8.0	Основная кровля — песчаник, средне- и крупнозернистый, крепкий, устойчивый
7.9	4.0–7.0	Непосредственная кровля — алевролит серого цвета, крупнозернистый, склонный к размоканию
0.5	6.0	Ложная кровля — песчаник мелкозернистый, трещиноватый, высокоабразивный
1.5	1.5	Кумпановский угольный пласт
0.2–0.5	1.2–1.8	Ложная почва — алевролит перемятый
7.0	5.0–7.0	Непосредственная почва — переслаивание алевролитов с песчаниками, трещиноватый, мелкозернистый
5.0–7.0	6.0–8.0	Основная почва — песчаник, среднезернистый, крепкий

Прогнозная газоносность Кумпановского пласта по материалам геолого-разведочных работ составляет 17.5–21.5 м³/т с.б.м. (сухой беззольной массы). Начиная с глубины 350 м от поверхности, согласно заключению ВНИМИ № 18 от 24.08.2017 г., пласт относится к угрожаемым по горным ударам. Пласт также является угрожаемым по внезапным выбросам угля и газа с горизонта –220 м (заключение НЦ ВостНИИ № 14-614 КГ от 26.09.2016 г.). Уголь Кумпановского пласта склонен к самовозгоранию.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Эксперимент выполнялся в выработке, проводимой по угольному пласту, расположенному на глубине 240 м. Его цель — установление характера изменения выхода метана из угольного пласта под влиянием прохождения сейсмических волн, образованных техногенными взрывами в шахте. Генератором сейсмических волн послужил подрыв заряда ПЖВ-20 массой 9.6 кг, равномерно распределенного между 16 шпурами на глубине 1.6 м, при одном цикле проведения взрывных работ.

Наблюдения за газодинамическими проявлениями выполнялись на участке горных работ буровзрывным способом. В начале эксперимента расстояние от вентиляционной сбойки 1 лавы К-3 до конвейерного штрека К-3 составляло 80 м. Для анализа выбирались данные мониторинга системы газового контроля за 15 мин до взрывных работ и через 30 мин после взрыва на участке вентиляционной сбойки. Замер концентрации метана осуществлялся автоматической системой газового контроля шахты “Бутовская” разработки ООО НПФ “Гранч”.

Расположение датчиков контроля концентрации метана, окиси углерода в горных выработках и место ведения взрывных работ показаны на рис. 1. Заряд взрывчатого вещества располагался в забое вентиляционной сбойки 1 лавы К-3. В вентиляционной сбойке 1 лавы К-3 размещался датчик контроля концентрации двуокиси углерода ОУ121, в конвейерном штреке К-3 — датчик контроля концентрации метана М239, в вентиляционном штреке К-5 — датчик концентрации метана М233. Сигналы с датчиков газового контроля записывались на компьютер.

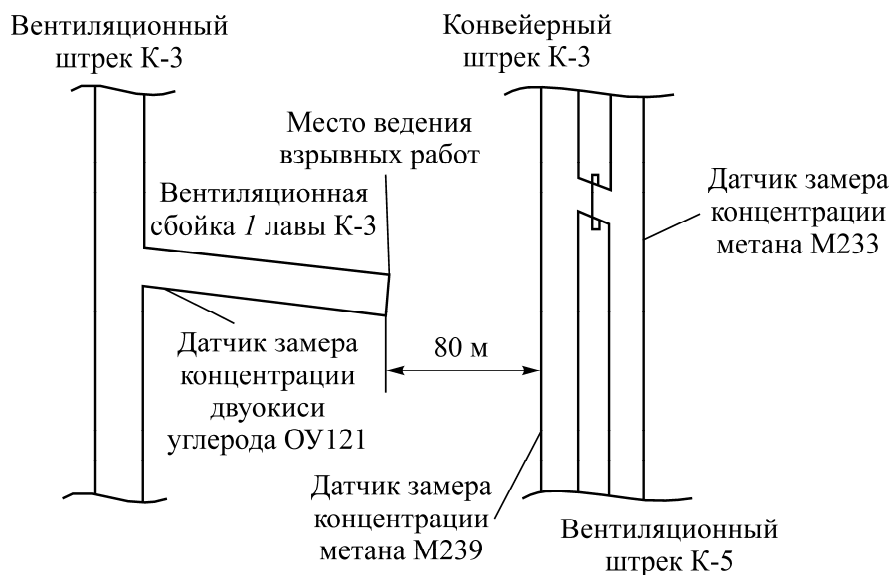


Рис. 1. Схема экспериментального участка на Кумпановском пласте

Время взрыва определялось по изменению концентрации двуокиси углерода, зарегистрированной датчиком ОУ121. По данной временной отметке осуществлялась привязка сигналов, снятых с датчиков М239 и М233, на наличие аномального изменения концентрации газа в выработке, которое интерпретировалось как изменение проницаемости угольного пласта, вызванного буровзрывными работами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения концентрации метана в горных выработках, зарегистрированные датчиком М239 после взрыва, показаны на рис. 2. В конвейерном штреке К-3 наблюдается кратковременное увеличение выделения газа, которое коррелирует с изменением концентрации двуокиси углерода в устье вентиляционной сбойки 1 лавы К-3, т. е. со временем выполнения взрывных работ. Расстояние от места проведения взрывов до наблюдаемой выработки составляет ~ 80 м. После взрывов выделение угольного газа проявлялось явно и неявно (рис. 2).

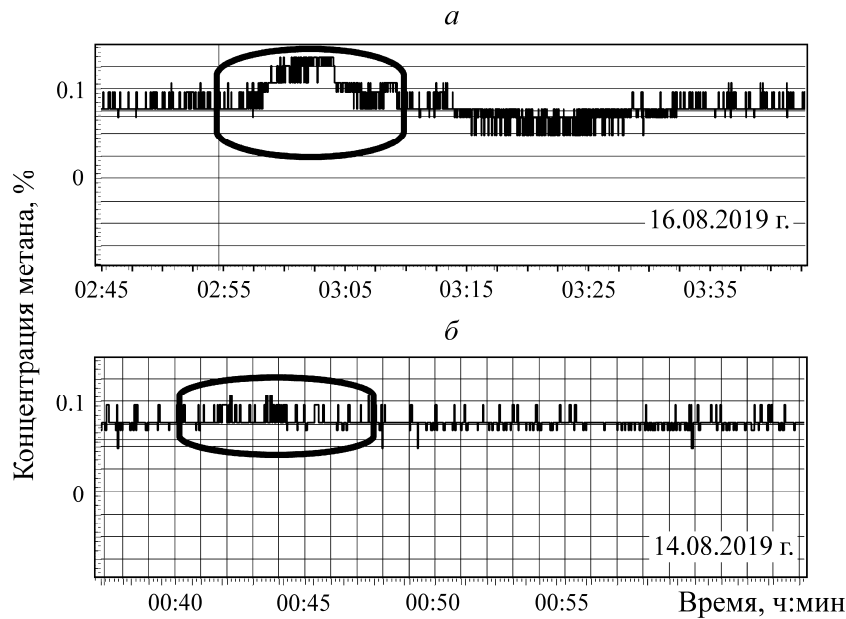


Рис. 2. Изменения концентрации метана при взрывах: *а* — явно выраженные; *б* — неявно выраженные

На рис. 3 показаны сигналы с датчика регистрации M239 концентрации метана после проведения буровзрывных работ. Наблюдаются незначительные пульсации метановыделения, не оказывающие значительного влияния на среднее значение выхода углеметана. Данные по изменению концентрации углеметана из массива после более чем 20 взрывов позволили определить характер увеличения выделения газа на конвейерном штреке К-3 при ведении взрывных работ.

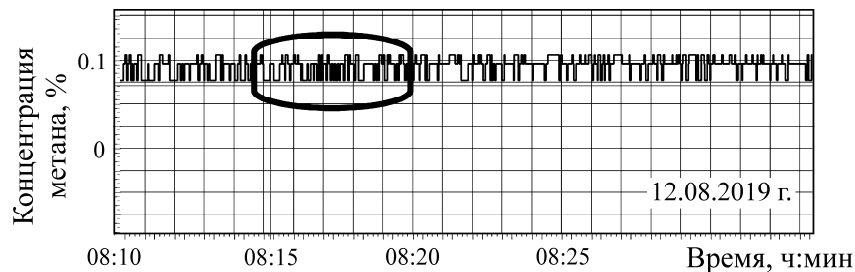


Рис. 3. Изменение периодичности выхода метана в горные выработки после взрыва

При приближении горных работ по проведению вентиляционной сбойки 1 лавы К-3 к конвейерному штреку К-3 происходило увеличение объема газа, выделившегося в горную выработку после взрывных работ (рис. 4).

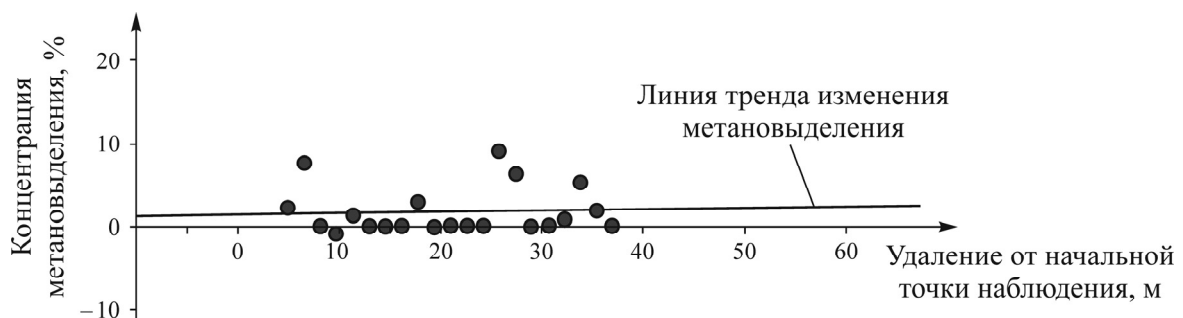


Рис. 4. Изменение выхода метана от взрывных работ при приближении к конвейерному штреку К-3

При проведении взрывов небольшой мощности происходит увеличение скорости дренажа метана из массива угля в горные выработки. Подрыв заряда массой 9.6 кг ПЖВ-20 сопровождался возрастающим выделением газа в горные выработки на расстояние более 80 м от места ведения работ. Конвейерный штрек К-3 до начала взрывных работ был пройден несколько месяцев назад, поэтому свободный газ из окрестностей данной выработки в большей части дренировал. Предполагается, что при прохождении сейсмических волн через угольный массив часть приносимой ими энергии идет на высвобождение связанного метана, который вовлекается в процесс дренажа. Высвободившейся при подрыве заряда энергии оказалось достаточно для разрушения связи “уголь – метан” в радиусе до 80 м, однако, по-видимому, дренировали только те молекулы газа, у которых был выход к трещинам, связанным с пространством горной выработки. Этим объясняется реакция угольного пласта в виде увеличения концентрации метана на конвейерном штреке К-3 лавы К-3 при прохождении сейсмических волн. Таким образом, взрывные работы, проводимые на угольных предприятиях, влияют на метановыделение из целика угля не только в выработке, где происходят буровзрывные работы, но и в соседних, расположенных в непосредственной близости от места ведения работ.

Взрыв — быстропротекающий физико-химический процесс, проходящий со значительным высвобождением и перераспределением энергии, часть которой переносится на расстояние в виде сейсмических волн, вызывая изменение проницаемости вмещающих горных пород за счет кратковременного раскрытия трещин в массиве. Если угольный пласт периодически подвергать кратковременному сейсмическому облучению малой интенсивности, то процессом выделения связанного метана в угле можно управлять и добиться стабильной дегазации пласта.

ВЫВОДЫ

В рассмотренных геологических условиях отклик массива угля от прохождения сейсмической волны при взрыве 9.6 кг ПЖВ-20 наблюдается на расстоянии до 80 м. Кратковременный прирост поступления метана в горные выработки достигает 10 %. При приближении буровзрывных работ к горным выработкам склонность к выделению метана из угля в них возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еманов А. Ф., Еманов А. А., Фатеев А. В., Бах А. А., Дураченко А. В., Шевкунова Е. В., Серезников Н. А., Ворона У. Ю. Методические основы совместного инструментального сейсмологического мониторинга геосреды и особо ответственных зданий и сооружений // Вестн. НЦ ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. — 2019. — № 3. — С. 14–44.
2. Li T., Cai M. F., and Cai M. Earthquake-induced unusual gas emission in coal mines — A km-scale in-situ experimental investigation at Laohutai mine, Int. J. of Coal Geol., 2007, Vol. 71. — P. 209–224.
3. Si G., Durucan S., Jamnikar S., Lazar J., Abraham K., Korre A., Shi Ji-Q., Zavšek S., Mutke G., and Lurka A. Seismic monitoring and analysis of excessive gas emissions in heterogeneous coal seams, J. Coal Geol., 2015, Vol. 149. — P. 41–54.
4. Курленя М. В., Цупов М. Н., Савченко А. В. Влияние Бачатского землетрясения в Кузбассе на эмиссию метана в горные выработки угольных шахт // ФТПРПИ. — 2019. — № 5. — С. 3–9.

Поступила в редакцию 03/VIII 2020

После доработки 09/IX 2020

Принята к публикации 11/IX 2020