

- відображення даних про продуктивність екскаваторів у вигляді графіка щомісячно;
- експорт таблиці продуктивності в Excel;
- друкування даних в вигляді таблиць та графіків продуктивності для кожного екскаватора.

#### Висновки

1. Розроблена система дистанційного контролю продуктивності роторних екскаваторів забезпечує можливість в реальному режимі часу отримувати дані продуктивності екскаваторів, здійснювати контроль за роботою роторних екскаваторів, оперативно керувати вантажопотоками в відповідності з вимогами технології проведення розкривних робіт в кар'єрах, відображати дані про продуктивність екскаваторів у вигляді таблиць та графіків.

2. Система дозволяє підвищити коефіцієнт використання роторних комплексів за рахунок мінімізації витрат робочого часу по організаційним причинам, забезпечує отримання достовірної інформації за підсумками звітних періодів, оптимальне планування обсягів видобувних робіт.

#### Список літератури

1. Собко Б.Ю. Особливості відкритої розробки розсипних родовищ України //Науковий вісник НГУ.- Дніпропетровськ: РВК НГУ.- 2009.- №4. – С. 13 - 16.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Симоненком В.І.  
Надійшла до редакції 11.10.10*

УДК 622.831.312: 622.817.4

© Ю.Р. Иконников, Е.А. Слащева, М.Ю. Иконников

### **ВЛИЯНИЕ ПОСАДОК ОСНОВНОЙ КРОВЛИ НА ВСПЛЕСКИ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕТАНА В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ**

В статье приведены результаты аналитических и шахтных исследований распространения зон дезинтеграции пород и определения параметров выделения метана в подготовительные выработки при посадках основной кровли.

В статті приведені результати аналітичних і шахтних досліджень поширення зон дезінтеграції порід і визначення параметрів виділення метану в підготовчі виробки при посадках основної покрівлі.

The results of analytical and mine studies proliferation zones of disintegration rocks and determining the parameters of methane emission in mine working of the main roof caving.

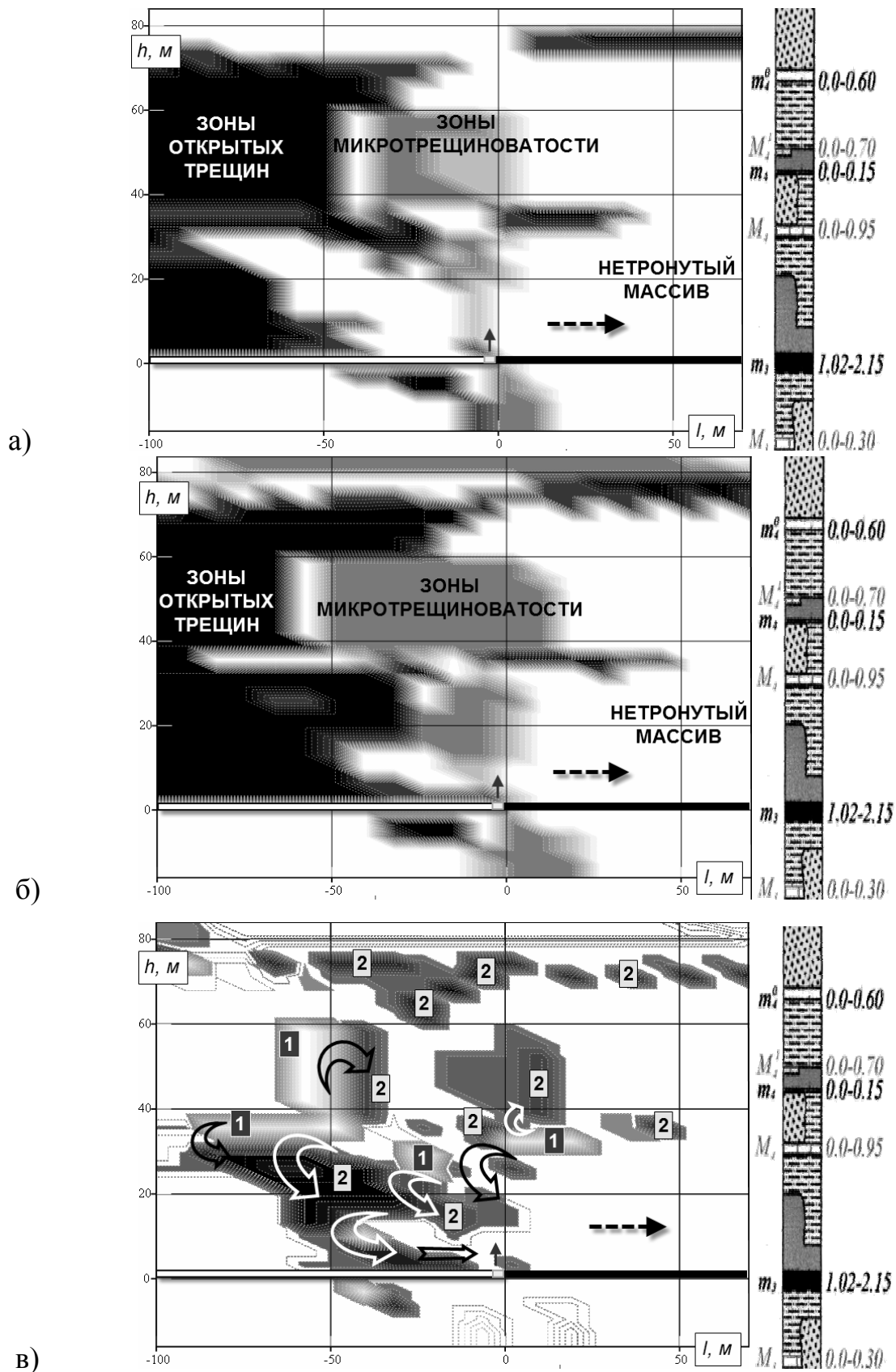
Посадка основной кровли на выемочных участках угольных шахт связана с опасностью внезапных проявлений горного давления и активизацией аэродинамических процессов в горных выработках. Нередко этот процесс приводит к жесткой посадке гидравлической крепи механизированных очистных забоев, внезапным обрушениям непосредственной кровли, отжиму угля от забоя,

разрушению крепей подготовительных выработок, загазированию лав и другим негативным последствиям. Посадка основной кровли происходит циклично и изменяется в зависимости от горно-геологических условий отработки конкретного угольного пласта от десятков до нескольких сотен метров. На практике, чтобы выбрать те или иные способы управления горным давлением, как правило, пытаются спрогнозировать шаг посадки основной кровли и ориентируются на поведение породного массива в лавах-аналогах, работавших в похожих условиях. Однако если таким способом и можно ориентировочно определить шаг посадки основной кровли (часто ошибочно), то предугадать последствия данного процесса представляется весьма проблематичным. В частности, посадка основной кровли на опасных по газу шахтах приводит к «выдавливанию» метана из выработанного пространства в атмосферу горных выработок и остановке лав по газовому фактору на одни и более суток. Тем не менее, даже ориентировочный прогноз объемов выделяемого метана и параметров процесса аэрогазодинамического всплеска его содержания в атмосфере горных выработок не проводится. Это связано, прежде всего, со сложностью прогноза разрушений породного массива при посадке основной кровли и параметров процесса возмущений метаносодержащего воздушного потока в горных выработках. Решение данной проблемы весьма актуально, имеет научное и практическое значение для повышения безопасности труда горняков.

Определение влияния посадок основной кровли на всплески выделения метана в горные выработки невозможно без качественной и количественной оценки геомеханического состояния породного массива до и после посадки основной кровли, а также фиксации изменений между первым и вторым состоянием массива горных пород. Сложность поставленной задачи в ее многофакторности, неоднородности породного массива, учете параметров технологии разработки угольного пласта, необходимости использования упругопластической модели с разрушением за пределом прочности, которая наиболее адекватно описывает деформирование пород. Решение такой задачи, при влиянии других выработок и наличии неоднородности, а также многосвязности рассматриваемой области можно получить с помощью численных методов решения задач механики горных пород. Наиболее эффективными из них являются метод конечных элементов (МКЭ) совмещенный с методом начальных напряжений. На базе этих методов создан вычислительный комплекс «ГЕО-РС» ИГТМ НАН Украины, который использовался для расчетов. Оценка напряженно-деформированного состояния газонасыщенного массива горных пород выполнена на примере пласта  $m_3$  шахты им. А.Ф. Засядько по методике, изложенной в [1].

Исследования по определению параметров зон разрушения в области влияния очистных работ при посадке основной кровли состояли в определении главных нормальных и касательных напряжений, расположения и величины зон неупругих деформаций, ориентации систем магистральных трещин. Зная зональность разрушений, появляется возможность качественно учесть газовый фактор, определить направление движения газовых потоков.

На рис. 1 представлены результаты расчетов развития разрушений в породном массиве при посадке основной кровли с фиксацией изменения состояния пород в процессе деформирования.



□ – упругие зоны; ■ – зоны микротрещин; ■ – зоны открытых трещин

Рис. 1. Развитие разрушений в породном массиве при посадке основной кровли: а, б – до и после посадки основной кровли, соответственно; в – развитие разрушенных зон и перемещения свободного метана

Расчеты показали, что после посадки основной кровли наблюдается увеличение зоны микротрещиноватости более чем в 2 раза, происходит значительное увеличение зон открытых трещин над выработанным пространством. При посадке основной кровли происходит дальнейшее разрушение верхнего газонасыщенного песчаника над угольным пластом и соединение этой зоны разрушения с нарушенным массивом над выработанным пространством. Это приводит к всплеску поступления метана, аккумулирующегося во втором газоносном слое песчаника основной кровли, через выработанное пространство в выработки. Разрушаются слои аргиллитов и алевролитов, которые являются газозащищающими слоями и препятствовали фильтрации газа между газоносными песчаниками и выработками, в связи с чем, открываются новые каналы миграции метана в шахту. В разрушенные аргиллиты, расположенные над первым газонасыщенным песчаником, поступает и аккумулируется метан из зоны песчаника, подверженного опорному давлению лавы. В целом, посадка основной кровли приводит к резкому скачку содержания метана в шахтной атмосфере. Уменьшить амплитуду всплеска метановыделения позволяет предварительная дегазация газоносных источников скважинами, схему установки которых необходимо корректировать с учетом геомеханических исследований.

Дебит метана из выработанного пространства в горные выработки определяется многими факторами, в том числе объемом зон обрушения и развитием систем магистральных трещин [2]. На величину и длительность всплеска содержания метана влияет изменившаяся депрессия, которая способствует более интенсивному вымыванию метана из выработанного пространства [3]. Однако постоянная подача избыточного количества воздуха, рассчитанного на максимально возможное газовыделение на участках, экономически нецелесообразна и во многих случаях технически неосуществима. Анализ характера поведения вентиляционного потока при посадке основной кровли позволяет выявить возможные пути оперативного управления проветриванием с целью создания безопасных условий труда горнорабочих и обеспечения экономичности проветривания. Для этого необходимо знать характер переходных процессов, возникающих в результате возмущений воздушного потока.

Расход воздуха на выемочном участке, в свою очередь, характеризуется рядом факторов, к которым относятся инерционные свойства воздушного потока. Они отражают факт рассеяния энергии на преодоление аэродинамического сопротивления, а также ее накопление, обусловленное инерционностью и сжимаемостью воздушной среды. Мерой инерционности последней является акустическая масса, а упругие свойства воздушного потока учитываются акустической гибкостью. Инерционные свойства воздушного потока приводят к тому, что давление газа, распространяясь со скоростью звука от источника возмущения и опережая переходный процесс по воздуху, приводит к всплеску содержания метана в зоне очистного забоя и подготовительных выработках.

Инерционные свойства вентиляционной сети можно определить непосредственными измерениями на конкретных объектах. Для их определения достаточно установить характер изменения давления и дебита воздуха во времени. Для решения этого вопроса, оценивая специфику аэрогазодинамических процессов и инерционных свойств призабойного пространства, с одной стороны, и

специфику аэрогазодинамических процессов и инерционных свойств выработанного пространства, с другой, необходимо получить зависимость относительного всплеска содержания метана от длины вентиляционного штрека. На выемочных участках регистрируется изменение давления, расходы воздуха и концентрации метана во времени после скачкообразного возмущения.

В результате экспериментальных исследований газовой динамики выемочных участков в условиях 2-ой и 3-ей западных лав пласта  $l_4$  АП «Шахта им. А. Ф. Засядько» установлено, что скачкообразное изменение сопротивления движению вентиляционной струи приводит к изменению давления на сопряжении лав со штреками до 200 Па в течение 1-2 с. На некоторых участках этот процесс приводит до четырехкратного увеличения дебита метана, и соответственно, к всплескам его содержания в исходящих струях участков.

Анализ результатов экспериментов показал, что скорость изменения дебита воздуха на сопряжении лавы с вентиляционным штреком и на выходе из участка различна. Переходной процесс по воздуху на участке начинается со сдвигом на промежуток времени, равный длительности переходного процесса по давлению между источником возмущения и точкой определения переходного процесса по воздуху.

Возникновение всплеска концентрации метана в исходящей струе участка связано с активным участием газовыделения из выработанных пространств, куда, в свою очередь, газ поступает из близлежащих пластов-спутников и газоносных пород. Увеличение подачи воздуха на участок сопровождается увеличением дебита утечек, движущихся сквозь выработанное пространство. Под влиянием возросшей депрессии утечки более интенсивно «промывают» выработанное пространство, в результате чего на вентиляционный штрек выносятся дополнительное количество газа, вызывая всплески дебита и концентрации метана.

На параметры всплеска, величину и длительность также влияет и увеличившаяся депрессия, способствующая более интенсивному отсосу метана из выработанного пространства, каналов и трещин по которым он фильтруется из спутников. Следствием резкого увеличения дебита утечек является повышение степени турбулизации струек воздуха внутри выработанного пространства, что приводит к более интенсивному перемешиванию и выносу газа.

Для исследования характера изменения величины всплеска концентрации метана от акустических свойств заключенного в выработках добычного участка объема воздуха, произведен расчет газодинамических параметров на математической модели [3] для условий 3 западной лавы пласта  $l_4$  (рис. 2). На основе обработки этих результатов получена качественная характеристика влияния акустических параметров воздушного потока на величину всплеска содержания метана. Установлена зависимость относительной величины всплеска содержания метана от расстояния до источника возмущения воздушного потока, учитывающая его акустические свойства, которая описывается зависимостью

$$W = 1,18 \cdot \exp(-0,07L_{штр}) . \quad (1)$$

где  $L_{штр}$  – длина штрека.

Анализ зависимости показал, что при системе разработки обратным ходом столбами длиной порядка 2000 м, величина всплеска содержания метана может возрасти до 30 % при одном и том же возмущающем факторе. Установлено, что амплитудное значение концентрации метана при переходном аэрогазодинамическом процессе в горной выработке прямо пропорционально зависит от инерционных параметров газозвдушного потока и обратно пропорционально от длины выработки (рис. 3). Результаты проверки аналитических зависимостей на шахте подтвердили их достоверность, сходимость расчетных и экспериментальных параметров аэрогазодинамических процессов на добычном участке.

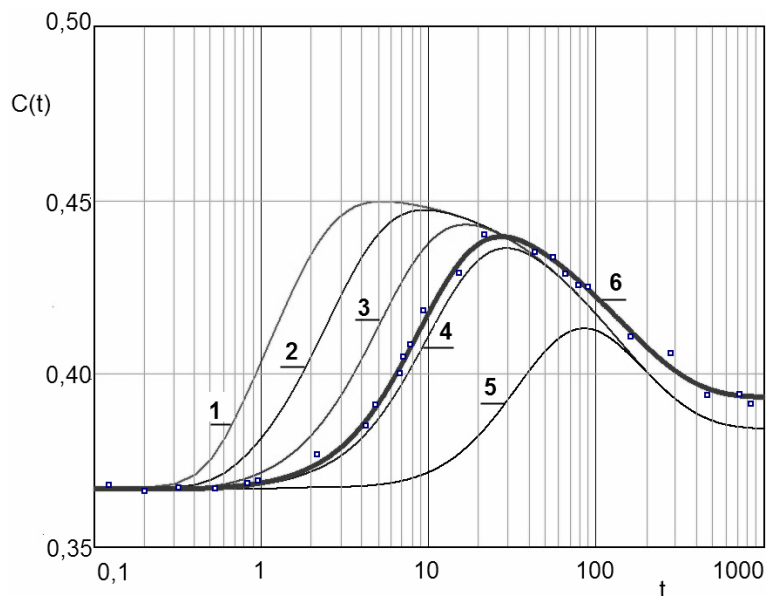


Рис. 2. Зависимость относительной величины всплеска содержания метана от длины вентиляционного штрека: 1-5 – данные математического моделирования при длине вентиляционного штрека 50 м, 100 м, 200 м, 400 м и 1500 м соответственно; 6 – по данным шахтного эксперимента (длина штрека 200 м).

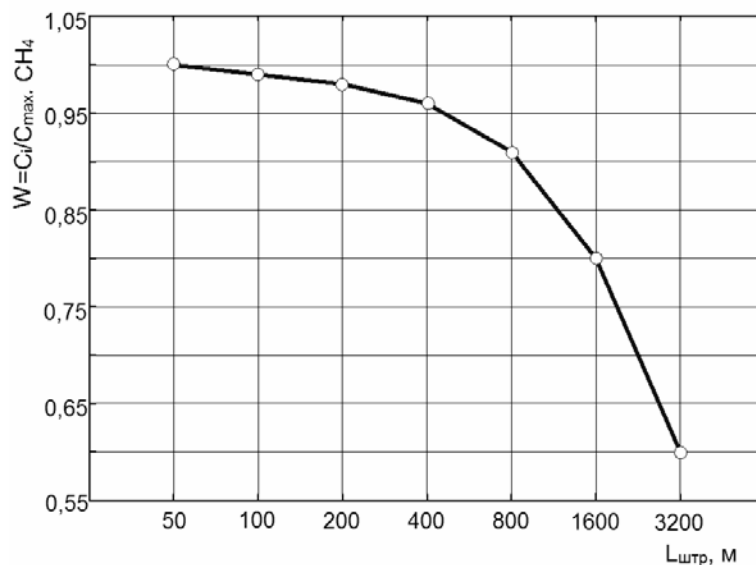


Рис. 3. Зависимость относительной величины всплеска концентрации метана от длины вентиляционного штрека

Таким образом, проведенные экспериментальные и аналитические исследования позволили: определить влияние напряженно-деформированного состояния газонасыщенного массива при посадках основной кровли на направления движения и интенсивность выделения метана в подготовительные выработки глубокой угольной шахты; установить зависимость величины всплеска содержания метана на выемочном участке от расстояния до источника возмущения воздушного потока, учитывающую его акустические свойства. Это позволяет прогнозировать величину всплеска концентрации метана при посадке основной кровли и определять качественные характеристики необходимого проветривания выемочных участков.

#### Список литературы

1. Экспериментально-аналитический метод прогноза направлений и интенсивности газовых потоков [Текст] / А. Ф. Булат, С. А. Курносов, И. Н. Слащев и др. // Геотехническая механика. – Днепропетровск : ИГТМ НАНУ, 2005. – Вып. 59. – С. 10-21.
2. Слащев И. Н. Моделирование трещиноватости как основа прогноза газового режима добычных участков глубоких шахт [Текст] / И. Н. Слащев, М. Ю. Иконников // Сб. науч. трудов НГУ. – Днепропетровск : РВК НГУ, 2008. – № 31. – С. 236-245.
3. Шаруда В. Г. Математическая модель управления проветриванием добычного участка угольной шахты [Текст] / В. Г. Шаруда, М. Ю. Иконников // Сб. науч. тр. НГУ. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2007. – № 28. – С. 143-149.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голінком В.І.  
Надійшла до редакції 02.10.10*

УДК 519.688 : 004.896

© В.В. Слесарев, Т.А. Желдак, Д.М. Гаранжа, О.Д. Станіна

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗКРОЮВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ПОШУКУ ІЗ ЗАБОРОНАМИ**

Работа является изложением примера использования метода поиска с запретами (Tabu Search) для раскроя сортового передельного и готового проката. Приведены показатели эффективности использования данного метода в сравнении с традиционными эвристиками. Также рассмотрены различные настройки TS и их влияние на качество оптимизации.

Робота є викладенням прикладу використання методу пошуку із заборонами (Tabu search) для розкроювання сортового передельного та готового прокату. Наведені показники ефективності застосування даного методу в порівнянні із традиційними евристками. Також розглянуті порівняння різноманітних налаштувань TS та їх вплив на якість оптимізації.

This paper is devoted to the case of applying the search method with prohibitions (Tabu search) for cutting out the sectional iron and finished rolled stock. This method performance indicators as compared with traditional heuristics are given. The comparison of various settings, TS and their impact on quality optimization is also considered.