

**Список літератури**

1. Закон України „Про акціонерні товариства“ від 18.09.2008 р. №514-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=514-7&p=1300636545231900>>.
2. Принципи корпоративного управління в Україні, затверджені рішенням Державної комісії з цінних паперів та фондового ринку від 11.12.2003р. № 571 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <[http://search.ligazakon.ua/l\\_doc.2.nsf/link1/KL080153.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc.2.nsf/link1/KL080153.html)>.
3. Рішення Державної комісії з цінних паперів та фондового ринку від 19.12.2006 №1591 „Про затвердження Положення про розкриття інформації емітентами цінних паперів“ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0097-07>>.
4. Аналіз корпоративного управління [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://www.corpgov.ru/projects/rating/BUBSW-Rus.pdf>>.

Представлен авторский подход к оцениванию рейтинга корпоративного управления предприятиями горнодобывающей и химической промышленности, черной и цветной металлургии, который заключается в усовершенствовании методики оценивания корпоративного управления Brunswick UBS с учетом

национальных особенностей. Определен рейтинг корпоративного управления предприятиями указанных отраслей и проведен анализ по категориям рейтинга, что расширяет возможности проведения сравнительной оценки по качеству корпоративного управления широкого круга предприятий.

**Ключевые слова:** *корпоративное управление, рейтинг, инвестиционная привлекательность, отрасли Украины, прозрачность, сравнение*

The article presents the author's approach to valuation of corporate management quality at enterprises of mining and chemical industries, ferrous and non-ferrous metallurgy by improving methods of corporate management valuation provided by Brunswick UBS taking into account national peculiarities. The rating of enterprises corporate management quality in above mentioned industries is defined and the comparative analysis by rating category is carried out. That enhances the comparison valuation of the corporate management quality for wide range of enterprises.

**Keywords:** *corporate management, rating, investment attraction, industry of Ukraine, transparency, comparison*

*Рекомендовано до публікації докт. екон. наук Р.Б. Тяном. Дата надходження рукопису 15.03.11*

УДК 622.45

**Н.Ф. Кременчуцкий, д-р. техн. наук, проф.,  
О.А. Муха, канд. техн. наук, доц.,  
Е.В. Столбченко**

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина,  
e-mail: elena\_aot@ukr.net

## РАСЧЕТ ПРОВЕТРИВАНИЯ ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

**N.F. Kremenchutsky, Dr. Sc. (Tech.), Professor,  
O.A. Mukha., Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor,  
Ye.V. Stolbchenko**

State Higher Educational Institution “National Mining University”,  
Dnipropetrovsk, Ukraine,  
e-mail: elena\_aot@ukr.net

## CALCULATION OF VENTILATION OF DEAD-ENDED MINE WORKINGS WITH THE USE OF DIFFERENTIAL EQUALIZATIONS

Рассматриваются вопросы определения основных характеристик системы вентиляции тупиковых выработок с учетом конкретных аэродинамических характеристик вентиляторов местного проветривания. При решении поставленной задачи рассмотрены варианты использования гибких трубопроводов. Достоверность предложенной методики подтверждается численными расчетами. Практическая ценность работы состоит в разработке универсальной модели вентиляционной системы тупиковой выработки, которая позволяет использовать все составляющие источника тяги и трубопровод при разных вариантах проветривания.

**Ключевые слова:** *тупиковые выработки, параметры вентиляции, концентрация метана*

Безопасность работ в подготовительных забоях непосредственно зависит от эффективности их проветривания.

В настоящее время расчет параметров вентиляции тупиковых выработок осуществляется в соответствии с [1]. Особенностью проветривания этих выработок является, во-первых, необходимость применять до-

полнительно к ГВУ (главной вентиляционной установке) вентиляторы местного проветривания (ВМП), а, во-вторых, выделение метана в выработки происходит как сосредоточенно (непосредственно в забое), так и рассредоточено (по всей длине пластовой выработки). Последнее обстоятельство приводит к тому, что возможно рассмотрение задачи проветривания тупиковой выработки в двух вариантах: при выносе метано-воздушной смеси, исходящей из выра-

ботки струёй; при снижении концентрации  $\text{CH}_4$  до допустимых норм согласно ПБ [2] без выноса струи.

**Цель работы** – разработать методики расчета проветривания тупиковых выработок с использованием дифференциальных уравнений.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: определить аналитическую зависимость коэффициента утечек воздуха от длины гибкого трубопровода, описать характеристику ВМП в виде уравнения 1-й степени, составить математическую модель вентиляционной системы тупиковой выработки, по разработанным методикам расчета решить численные примеры.

При расчете проветривания тупиковых выработок может учитываться вынос метано-воздушной смеси из выработки или не предусматривается вынос.

Дифференциальное уравнение описывает процесс движения метано-воздушной смеси (МВС) в тупиковой выработке при удалении метана за пределы выработки (участка)

$$VdC = I_n dt + I_0 dt - \frac{Qk_{ym}}{100} c dt, \quad (1)$$

где  $V$  – объём тупиковой выработки (участка выработки,  $\text{м}^3$ );  $c$  – концентрация метана в смеси, %;  $I_n$  – метано-выделение из неподвижных обнаженных поверхностей пересекаемого пласта,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;  $I_0$  – метановыделение из отбитого угля,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;  $Q$  – расход воздуха, поступающего в тупиковую выработку,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;  $k_{yt}$  – коэффициент утечек воздуха в воздуховоде.

Уравнение (1) с разделяющимися переменными определяется уравнением

$$\frac{dc}{I_n + I_0 - \frac{Qk_{ym}}{100} c} = \frac{dt}{v}$$

Правая часть уравнения подвергается преобразованию [3] одновременно с квадратурованием уравнения

$$\begin{aligned} - \int \frac{dc}{\frac{Qk_{ym}}{100} c - I_n - I_0} &= - \frac{100}{Qk_{ym}} \int \frac{Qk_{ym} dc}{\frac{Qk_{ym}}{100} c - I_n - I_0} = \\ &= - \frac{100}{Qk_{ym}} \ln \left( \frac{Qk_{ym}}{100} c - I_n - I_0 \right). \end{aligned}$$

Уравнение (1) записывается в следующем виде

$$\frac{100}{Qk_{ym}} \ln \frac{\frac{Qk_{ym}}{100} l_0 - I_n - I_0}{\frac{Qk_{ym}}{100} c_q - I_n - I_0} = \frac{100}{Qk_{ym}} \ln \frac{v_0 + Qt}{v_0}$$

или

$$\frac{\frac{Qk_{ym}}{100} c_0 - I_n - I_0}{\frac{Qk_{ym}}{100} c_q - I_n - I_0} = \frac{v_0 + Qt}{v_0}. \quad (2)$$

При  $Q = 100 \text{ м}^3/\text{мин}$

$$I_n + I_0 = 1,09 - c_0 = \frac{100 \cdot 1,09}{100} = 1,09;$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{100 \cdot 1,29 \cdot 1,09 - 0,55 - 0,54}{100 \cdot 1,29 \cdot 1,0 - 0,55 - 0,54} = \\ &= \frac{\frac{100 \cdot 1,29}{100} 1,09 - 0,55 - 0,54}{\frac{100 \cdot 1,29}{100} 1,0 - 0,55 - 0,54} = 1,58 \end{aligned} \quad (3)$$

Объём тупиковой выработки (участка тупиковой выработки) определяется из уравнения

$$V_0 = \frac{Qt}{L-1},$$

где  $L$ , согласно (3), равно 1,58.

При указанных в уравнении исходных данных

$$V_0 = \frac{100 \cdot 30}{1,58 - 1} = 5172,4.$$

Принимая площадь поперечного сечения тупиковой выработки  $10 \text{ м}^2$ , длина участка выработки, в поперечном сечении которого  $1\% - 517,2 \text{ м}$ .

Записав уравнение (2) в виде

$$\frac{\frac{Qk_{ym}}{100} c_0 - I_n - I_0}{\frac{V_0 + Qt}{V_0}} = \frac{Qk_{ym}}{100} c_g - I_n - I_0,$$

при устойчивом проветривании, когда можно считать  $t \rightarrow \infty$ , расход воздуха определяется

$$Q = \frac{(I_n + I_0)100}{k_{ym} c_g} = \frac{109}{1,29} = 84,5.$$

Задача решалась для использования гибкого трубопровода типа М, для которого коэффициент утечек определен по формуле, полученной согласно материалов Руководства [4]

$$k_{ym} = 1,04 + 0,0005l_{mp},$$

где  $l_{tp}$  – длина трубопровода, м.

Рассматривается вентилятор местного проветривания, характеристика которого описывается уравнением

$$h_e = a_0 - a_1 Q_e,$$

где  $h_e$  – напорная депрессия вентилятора, даПа;  $Q_e$  – подача вентилятора,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;  $a_0$ ,  $a_1$  – коэффициенты уравнения.

Для вентилятора ВМ-5 при  $\theta = 20^\circ$ , уравнение характеристики будет выглядеть

$$h_e = 432,39 - 95,24 Q_e.$$

Математическая модель вентиляционной системы тупиковой выработки выглядит так

$$\frac{6,48\alpha L_{mp} k_{ym} Q^2}{D^5} = a_0 - a_1 k_{ym} Q, \quad (4)$$

где  $\alpha$  – коэффициент аэрогазодинамического сопротивления трубопровода, Па·с<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;  $D$  – диаметр трубопровода, м.

На базе уравнения (4) составляется формула для определения необходимого диаметра трубопровода

$$D = \left( \frac{6,48\alpha L_{mp} k_{ym} Q^2}{a_0 - a_1 k_{ym} Q} \right)^{0,2}.$$

При указанных в формуле и исходных данных

$$D = \left( \frac{6,48 \cdot 0,00047 \cdot 500 \cdot 1,29 \cdot 1,41^2}{492,39 - 95,24 \cdot 1,29 \cdot 1,41} \right)^{0,2} = 0,41.$$

Принимается стандарт диаметра трубопровода – 0,4 м.

Метановыделение с неподвижной обнаженной поверхности пласта определяется по формуле [1]

$$I_n = 2,3 \cdot 10^{-2} m_n v_n (x - x_0) \kappa_T,$$

где  $m_n$  – полная мощность угольных пачек пласта, м;  $V_n$  – проектная скорость подвигания забоя тупиковой выработки, м/сут;  $x$  – природная метаноносность пласта, м/т;  $x_0$  – остаточная метанообильность угля, м<sup>3</sup>/т;  $\kappa_T$  – коэффициент, учитывающий изменение метановыделения во времени, доли ед.

Метановыделение из отработанного угля при проведении выработок буровзрывным способом [1] составит

$$I_0 = 9 \cdot 10^3 S_{yc} l_{вз} \gamma (x - x_0),$$

где  $S_{yc}$  – площадь забоя тупиковой выработки, м<sup>2</sup>;  $l_{вз}$  – подвигание угольного забоя за взрывание, м;  $\gamma$  – плотность угля, т/м<sup>3</sup>.

При проветривании тупиковой выработки величина расхода воздуха может быть определена для снижения концентрации метана на заданном расстоянии длины тупиковой выработки, участка тупиковой выработки, до допустимой величины.

Уравнение баланса метана в проветриваемой зоне в этом случае будет записано в таком виде

$$Vdc = I_{zn} dt + \frac{Qk_{ym}c}{100} dt, \quad (5)$$

где  $I_{zn}$  – минимальное метановыделение в призабойном пространстве при ведении буровзрывных работ по углю, м<sup>3</sup>/мин.

$$I_{zn} = 0,05 S_{yc} l_{вз} \gamma (x - x_0),$$

где  $S_{yc}$  – площадь забоя тупиковой выработки, м<sup>2</sup>.

Уравнение (5) с разделяющимися переменными определяется уравнением

$$\frac{dc}{\frac{Qk_{ym}c}{100} + I_{zn}} = \frac{dt}{V}; \quad (6)$$

$$\int \frac{dc}{\frac{Qk_{ym}c}{100} + I_{zn}} = \int_0^{t_k} \frac{dt}{V}.$$

Согласно [3], если

$$X = a + bx,$$

то 
$$\int \frac{dx}{X} = \frac{1}{b} \ln |X|.$$

В условиях рассматриваемой задачи выражение определяется

$$\int \frac{dc}{\frac{Qk_{ym}c}{100} + I_{zn}} = \frac{100}{Qk_{ym}} \ln \left( \frac{Qk_{ym}c}{100} + I_{zn} \right) = \int \frac{dt}{V}. \quad (15)$$

Согласно уравнения (6) выражение примет вид

$$\frac{100}{Qk_{ym}} \ln \left( \frac{Qk_{ym}c}{100} + I_{zn} \right) = \frac{t_k}{V}.$$

При начальных условиях, при  $t_k = 0$ ,  $c_0 = c_d$  ( $c_0$  – начальная концентрация метана, %;  $c_d$  – допустимая концентрация метана %), определяется

$$\frac{100}{Qk_{ym}} \ln \left( \frac{\frac{Qk_{ym}c_0}{100} + I_{zn}}{\frac{Qk_{ym}c_d}{100} + I_{zn}} \right) = \frac{t_k}{V}.$$

Длина тупиковой выработки (участка тупиковой выработки), на исходящей струе которой при разжижении концентрации метана до допустимой величины согласно ПБ, определяется при решении уравнения

$$l = \frac{t_k}{S \frac{100}{Qk_{ym} \ln \left( \frac{\frac{Qk_{ym}c_0}{100} + I_{zn}}{\frac{Qk_{ym}c_d}{100} + I_{zn}} \right)}}.$$

При принятых исходных данных, указанных в уравнении (5)

$$l = \frac{30}{5 \cdot \frac{100}{200 \cdot 1,075} I_n \left( \frac{\frac{200 \cdot 1,075}{100} \cdot 1,5 + I_{zn}}{\frac{200 \cdot 1,075}{100} \cdot 1,0 + I_{zn}} \right)} = \frac{30}{5 \cdot 0,465 \cdot 0,19} = 67,9.$$

**Выводы.** Разработаны методики определения параметров проветривания тупиковых выработок при выносе исходящей струи метановоздушной смеси за пределы тупиковой выработки и без выноса струи

при снижении концентрации метана до допустимой струи согласно ПБ.

Для решения поставленных задач составлены и решены дифференциальные уравнения.

Предлагаемые методики подтверждены решением численных примеров.

#### Список литературы

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Государственный нормативный акт об охране труда. – К.: Основа, 1994. – 311 с.
2. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-05/ – К., 2005 р. – 398 с.: іл., табл. – (Нормативно-правовий акт з охорони праці).
3. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике/ Выгодский М.Я. – Москва, „Наука“, 1977.
4. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Государственный нормативный акт об охране труда.– М.: Недра, 1975.

Розглядаються питання визначення основних характеристик системи вентиляції тупикових виробок з урахуванням конкретних аеродинамічних характеристик вентиляторів місцевого провітрювання. При рішенні поставленої задачі розглянуто варіанти використання гнучких трубопроводів. Достовірність за-

пропонованої методики підтверджується чисельними розрахунками. Практична цінність роботи полягає в розробці універсальної моделі вентиляційної системи тупикової виробки, що дозволяє враховувати всі складові джерела тяги і трубопровід при різних варіантах провітрювання.

**Ключові слова:** тупикові виробки, параметри вентиляції, концентрація метану

The questions of determination of basic features of the ventilation system in dead-ended mine workings are examined taking into account concrete aerodynamic descriptions of ventilators of local ventilation. Variants using flexible conduit for solving the problem are considered. Authenticity of the offered method is confirmed by numerical calculations. The practical value of work consists in development of universal model of the ventilation system of the dead-ended mine working, allowing to take into account all of constituents of source of draught with different variants of ventilation.

**Keywords:** dead-ended mine workings, ventilation parameters, concentration of methane

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.І. Голіньком. Дата надходження рукопису 24.02.11*

УДК 622.648.2:517.911

**Е.А. Кириченко, д-р. техн. наук, проф.,  
В.Г. Шворак, канд. техн. наук, доц.,  
В.Е. Кириченко, канд. техн. наук,  
А.В. Романюков, А.А. Татуревич**

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина,  
e-mail: kirichenko@front.ru

## К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА ДЛЯ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ МНОГОФАЗНЫХ ПОТОКОВ

**Ye.A. Kirichenko, Dr. Sc. (Tech.), Professor,  
V.G. Shvorak, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor,  
V.Ye. Kirichenko, Cand. Sc. (Tech.),  
A.V. Romaniukov, A.A. Taturevich**

State Higher Educational Institution “National Mining University”,  
Dnipropetrovsk, Ukraine,  
e-mail: kirichenko@front.ru

## ON THE ISSUE OF DEVELOPMENT OF NUMERICAL METHOD FOR CALCULATION OF MULTIPHASE FLOWS DYNAMICS

Предложено математическое обеспечение для расчета нестационарных многофазных течений в элементах насосных и эрлифтных гидроподъемов минерального сырья со дна Мирового океана. Получены характеристические соотношения для системы дифференциальных уравнений, описывающих движение двухфазной и трехфазной смеси в трубопроводе в рамках раздельной модели течения. Разработанный подход к расчету динамики многофазных потоков открывает широкие возможности для проектирования глубоководных насосных установок и анализа их эксплуатационных режимов.

**Ключевые слова:** гидросмесь, гидроподъем, насосный гидроподъем, твердые полезные ископаемые, глубоководная добыча

В настоящее время Украина ощущает дефицит некоторых стратегических цветных металлов, добываемых традиционным способом из материковых месторождений. Поэтому дальнейшее экономическое

развитие нашей страны напрямую связано с освоением рудных месторождений Мирового океана.

Решением Совета национальной безопасности и обороны Украины от 16 мая 2008 года „О мероприятиях по обеспечению развития Украины как морского государства“, приведенным в действие указом Президи-