

Н.Ф. Кременчуцкий, О.А. Муха, О.В. Столбченко

ПРОГНОЗ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТОК

Розроблена аналітична модель вентиляційної системи тупикової виробки з використанням апроксимаційних залежностей витрати повітря від депресії вентилятора і витоків повітря від довжини трубопроводу.

Разработана аналитическая модель вентиляционной системы тупиковой выработки с использованием апроксимационных зависимостей расхода воздуха от депрессии вентилятора и утечек воздуха от длины трубопровода.

The analytical model of a vent system of the deadlock making is developed with the use of approximation dependences of expense of air on depression of ventilator and losses of air from length of pipeline.

Подача необходимого количества свежего воздуха в подготовительный забой является неотъемлемым условием обеспечения безопасности работ при проведении выработки и создания благоприятных санитарно-гигиенических условий на рабочих местах. Для определения расхода воздуха и выбора вентиляционного оборудования используется руководство [1].

Целью данной работы является разработка аналитической модели вентиляционной системы тупиковой выработки в газовых шахтах.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выявить аналитическую зависимость утечек воздуха в трубопроводе в зависимости от его длины;
- описать характеристику вентилятора местного проветривания (ВМП) математической зависимостью в виде полинома первой и второй степени;
- получить формулы по расчету необходимого количества воздуха для проветривания подготовительного забоя в газовых шахтах.

Метановыделение в тупиковую выработку (I_n , м³/мин), проводимую по угольному пласту, определяется суммой [1]

$$I_n = I_{нов} + I_{о.у.л.},$$

где $I_{нов}$ – метановыделения с неподвижных обнаженных поверхностей угольного пласта, м³/мин, $I_{о.у.л.}$ – метановыделение из отбитого угля, м³/мин.

Метановыделение из неподвижных обнаженных поверхностей пласта определяется по формуле

$$I_{нов} = 2,3 \cdot 10^{-2} m_n v_n (x - x_0) k_T,$$

где m_n – полная мощность угольного пласта, м; v_n – проектная скорость подвигания забоя тупиковой выработки, м/сут; x – природная метаноносность пласта, м³/т; x_0 – остаточная метаноносность угля, м³/т,

$$x = x_e k_{WA_3},$$

x_e – природная метаноносность пласта, м³/т сухой беззольной массы (м³/т с.б.м.), принимается по данным геологической разведки.

$$x_0 = x_{oe} K_{WA_3},$$

x_{oe} – остаточная метаноносность угля, м³/т с.б.м. принимается по табл. 3.1 [1], k_{WA_3} – коэффициент пересчета метанообильности пласта на уголь, (доли ед.)

$$K_{WA_3} = \frac{100 - W - A_3}{100},$$

W , A_3 – соответственно пластовая влажность и зольность угля, %; K_m – коэффициент, учитывающий изменение метановыделения во времени, доли ед. м, принимается по табл. 3.2 [1].

Принимая $T_c = 150$ сут, при $m_n = 0,9$ м, $v_n = 3$ м/сут ($x - x_0 = 6$; $K_T = 0,97$; $I_{нов} = 0,36$ м³/мин.

При проходке выработок буровзрывным способом

$$I_{о.у.л.} = 9 \cdot 10^{-3} S_{yч} l_{вз} \gamma (x - x_0),$$

где $S_{yч}$ – площадь забоя тупиковой выработки по уголю, м², $l_{вз}$ – подвигание угольного забоя за взрывание, м; γ – плотность угля, т/м³. При $S_{yч} = 5,0$ м², $\gamma = 1,3$ т/м³, $l_{вз} = 1,5$ м, $x - x_0 = 6,17$, $I_{о.у.л.} = 0,54$ м³/мин.

Проветривание выработки во время проходки производится ВМП. Его характеристика может описываться уравнением

$$h_e = a_0 - a_1 Q_e. \tag{1}$$

Например, ВМП ВМ-5 при угле наклона лопаток колеса вентилятора $\theta = 20^\circ$

$$h_e = 518,9 - 89,55 Q_e$$

Или уравнением

$$h_e = b_0 - b_1 Q_e^2, \tag{2}$$

Например, ВМП ВМЦ-6 при угле наклона лопаток направляющего аппарата $\theta = 20^\circ$

$$h_e = 750 - 9,375Q_e.$$

В формулах (1) и (2) h_e – давление вентилятора ВМП, даПа; Q_e – подача ВМП, м³/с; a_0, a_1, b_0, b_1 – константы аппроксимационных уравнений.

Расход воздуха, поступающего в призабойное пространство тупиковой выработки Q_{zn} (м³/с), определяется

$$Q_{zn} = K_{ym}Q_e,$$

где K_{ym} – коэффициент утечек воздуха в трубопроводе.

Коэффициент утечек воздуха для труб типа М при 20-метровых звеньях по материалам руководства [2] может описываться уравнением

$$K_{ym} = 1,04 - 0,0005l_{mp},$$

где l_{mp} – длина трубопровода (участка), м.

Аналитическая модель вентиляционной системы местного проветривания, содержащая характеристику вентилятора ВМП-5

$$\frac{6,48\alpha l_{mp}}{d_{mp}^5} Q_{zn}^2 K_{ym} = a_0 - a_1 Q_{zn} K_{ym},$$

где α – коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода, даПа с²/м²; d_{mp} – диаметр трубопровода, м.

Аналитическая модель вентиляционной системы, содержащей характеристику (2)

$$\frac{6,48\alpha l_{mp}}{d_{mp}^5} Q_{zn}^2 K_{ym} = b_0 - b_1 Q_{zn}^2 K_{ym}^2,$$

Расход воздуха, поступающего в призабойное пространство при работе ВМП, характеристика которого описывается уравнением (1), определяется

$$Q_{zn} = \frac{-A_1 + \sqrt{A_1^2 + 4A_2a_0}}{2A_2}, \quad (3)$$

где $A_1 = a_1(1,04 + 0,0005l_{mp})$,

$$A_2 = \frac{6,48\alpha l_{mp}}{d_{mp}^5} (1,04 + 0,0005l_{mp}).$$

Расход воздуха, поступающего в призабойное пространство тупиковой выработки при работе ВМП, характеристика которого описывается уравнением (2) определяется

$$Q_{zn} = \sqrt{\frac{b_0}{B_1 + B_2}},$$

где $B_1 = \frac{6,48\alpha l_{mp}}{d_{mp}^5} (1,04 + 0,0005l_{mp})$;

$$B_2 = b_1(1,04 + 0,0005l_{mp})^2.$$

Концентрация метана на исходящей струе из тупиковой выработки определяется выражением

$$c = \frac{1,67(I_{нов} + I_{овс})}{0,017(I_{нов} + I_{овс}) + Q_{zn}}, \%$$

Необходимо соблюдение неравенства

$$c \leq 1\%. \quad (4)$$

В случае, если неравенство (4) не соблюдается, приводится изменение режима работы ВМП путем изменения угла установки лопаток рабочего колеса ВМП или угла поворота лопаток направляющего аппарата.

Возможным решением поставленной задачи может быть применение дегазации разрабатываемого пласта.

При работе ВМП ВМ-5, $Q_{zn} = 5,1$ м³/с

$$c = \frac{1,67(0,36 + 0,54)}{0,017(0,36 + 0,54) + 5,1} = 0,29\%.$$

При работе вентилятора ВМЦ-6, $Q_{zn} = 6,32$ м³/с

$$c = \frac{1,67(0,36 + 0,54)}{0,017(0,36 + 0,54) + 6,32} = 0,24\%.$$

При взрывном способе выемки угля в тупиковых выработках, проводимых по угольным пластам (для шахт опасных по газу), расход воздуха определяется по формуле

$$Q_{zn,1} = \frac{Sl_{зв.мп}}{k_{м.д.}} \left[\frac{7I_{з.н.макс}}{Sl_{з.мп}(c_{макс} - c_0) + 18I_{з.н.макс}} \right]^2, \quad (5)$$

где S – площадь поперечного сечения выработки в свету, м²; $l_{зв.мп}$ – расстояние от конца вентиляционного трубопровода до забоя выработки, м; $k_{м.д.}$ – коэффициент турбулентной диффузии; $I_{з.н.макс}$ – максимальное метановыделение в призабойное пространство после взрывания по углю, м³/мин; $c_{макс}$ – допустимая максимальная концентрация метана в призабойном пространстве после взрывания по углю, %; c_0 – концентрация метана в воздухе, поступающем в тупиковую выработку, определяемая по формуле (5) не должна превышать расхода, определяемого по формуле (3),

$$Q_{zn,1} \leq Q_{zn}.$$

Расчет расхода воздуха для проветривания тупиковой выработки по газам, образующимся при взрывных работах, производится по формуле [1]

$$Q_{\text{взв.2}} = \frac{2,25}{T} \sqrt[3]{\frac{V_{\text{вв}} \bar{S}^2 \ln^2 k_{\text{обв}}}{k_{\text{м.пр}}^2}}, \quad (6)$$

где $V_{\text{вв}}$ – объем вредных газов, образующихся после взрывных работ, л;

$$V_{\text{вв}} = 100B_{\text{уз}} + 40B_{\text{нор}};$$

$B_{\text{уз}}, B_{\text{нор}}$ – масса одновременно взрываемого ВВ по уголю и породе, кг; T – время проветривания выработки после взрывания, мин; \bar{S} – средняя площадь поперечного сечения выработки в свету при переменном сечении, м²; l_n – длина тупиковой части выработки, м, для горизонтальных и наклонных тупиковых выработок длиной 500 м и более вместо l_n подставляется критическая длина $l_{\text{н.кр}}$, равна 500 м.

Таким образом, в статье разработана аналитическая модель вентиляционной системы тупиковой

выработки, позволяющая определить необходимое количество воздуха для проветривания подготовительного забоя и произвести выбор режима работы ВМП.

Расход воздуха, определяемый по формуле (6), должен быть не более расхода воздуха, определяемого по формуле (3).

В первом приближении за критическую длину выработки можно принимать длину выработки, равную расстоянию от забоя выработки (места взрывания заряда ВВ) до поперечного сечения выработки, где концентрация вредных веществ в результате взрывания заряда снижается до 0,008%.

Список литературы

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К., 1994. – 311 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К., 1975

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Голіньком 15.12.09

УДК 622.8.001.25

© О.Н. Румежак, 2010

О.Н. Румежак

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ

Наведено аналіз рівня виробничого травматизму й організаційних заходів, спрямованих на його зменшення в гірничодобувній промисловості України. Розглянуто причини смертельного травматизму на вугільних шахтах. Описано заходи, спрямовані на підвищення рівня безпеки працівників галузі.

Приведен анализ уровня производственного травматизма и организационных мероприятий, направленных на его уменьшение в горнодобывающей промышленности Украины. Рассмотрены причины смертельного травматизма на угольных шахтах. Описаны мероприятия, направленные на повышение уровня безопасности работников отрасли.

In the article the analysis of level of production traumatism and organizational measures of directed is resulted on his diminishing, in mining industry of Ukraine. Reasons of mortal traumatism are considered on coal mines. Measures are described directed on the increase of strength of workers of industry security.

Введение. Анализ состояния промышленной безопасности за последнее десятилетие в целом по Украине показывает, что имеет место тенденция снижения производственного травматизма (рис. 1, 2).

С начала текущего года почти во всех отраслях промышленного производства произошло существенное снижение уровня производственного травматизма. По состоянию на 29 сентября в Украине смертельно травмировано 510 человек против 775 за аналогичный период прошлого года. Однако, по нашему мнению, уменьшение данных показателей в текущем

году не свидетельствует о существенном улучшении ситуации с промышленной безопасностью, которая в нашей стране ещё не достигла уровня развитых стран мира. Основным фактором, который привёл к снижению уровня травматизма, является значительное, до 32%, уменьшение объёмов промышленного производства, связанное с последствиями финансово-экономического кризиса.

Вместе с тем, резонансные аварии значительно усиливают внимание к данной проблеме как специалистов, так и широкой общественности и средств массовой информации. Критической остается ситуа-