Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LV, вып. 1, 1968 г.

УДК 622.235.45

РЕВЕРСИВНЫЙ СПОСОБ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТОК БОЛЬШОГО СЕЧЕНИЯ ПОСЛЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Ю. Б. Мостепанов, Ю. А. Яковлев

Проветривание гидротехнических и транспортных тоннелей осложняется большим сечением подземных выработок, значительной их протяженностью и большим объемом взрывных работ. Ввиду малых скоростей движения воздуха в таких выработках наиболее распространенный нагнетательный способ проветривания не обеспечивает быстрого выноса вредных газов после взрывных работ. Всасывающий способ проветривания также малоэффективен, так как в призабойном пространстве образуется большой объем малоподвижного воздуха.

Хорошие результаты дает комбинированный способ проветривания выработок. Однако он осложнен дополнительным вентиляционным оборудованием, которое загромождает призабойное пространство.

П. И. Мустель предложил проветривать протяженные выработки небольшого сечения реверсивным способом. При этом вначале, после взрывных работ, выработка проветривается отсасыванием загазованного воздуха из призабойного пространства. Затем вентилятор реверсируют, и проветривание идет обычным нагнетательным способом. Для выработок большого сечения этот способ в таком виде не подходит, потому что отсасывание газов из призабойного пространства происходит очень медленно.

Нами рассмотрен несколько другой вариант реверсивного способа проветривания, при котором после взрыва ВВ забой проветривается нагнетательным способом до тех пор, пока концентрация газов в сечении выработки, проходящем через конец трубопровода, не достигнет допустимой нормы. Затем производят опрокидывание воздушной струи, и проветривание заканчивается полным выносом вредных газов через трубопровод.

Предлагаемый способ проветривания исследовали на гидромодели, воспроизводящей тоннели Нурекского гидроузла поперечным сечением 45—75 *м*. Модель представляла собой тупиковую выработку, изготовленную из органического стекла, длиной 3 *м* (рис. 1). Образующиеся при взрыве ВВ вредные газы имитировали раствором соляной кислоты. Объем выливаемого раствора HCl в 1 *кг* ВВ пересчитывали по формуле

$$A = \frac{B}{0{,}9 \cdot 10^{-6} k_d^3}, \qquad (1)$$

где A — количество одновременно взрываемого ВВ, *кг*; B — количество выливаемого в модель раствора HCl, *см*^{3}; k_d — геометрический масштаб модели; 0,9 — общее количество газов, выделяемое при взрывании 1 *кг* ВВ, *м*^{3}.

Изменение концентрации аналога вредных газов (соляной кислоты) во времени записывали на перфоленту потенциометром ЭПП-09-М2, работающим с электронной приставкой [Мостепанов, Яковлев, 1965]. Принцип

замера концентрации в потоке основан на различной проводимости раствора кислоты в зависимости от ее содержания в потоке.

За основной критерий подобия принят коэффициент обмена $\frac{Qt}{V} = I$. Аэродинамическое подобие соблюдалось за счет равенства коэффициентов сопротивления трения по длине выработки в натуре $\lambda_н$ и модели $\lambda_м$ [Мостепанов, 1966]

$$\lambda_н = \lambda_м. \tag{2}$$

Коэффициент сопротивления трения модели, равный 0,038, соответствовал λ горных выработок сечением 45 $м^2$, закрепленных железобетоном.

После имитации взрыва в забой модели по трубопроводу подавали воду до тех пор, пока концентрация HCl в сечении модели, соответствующем концу трубопровода, не достигала (в пересчете на газы) допустимой

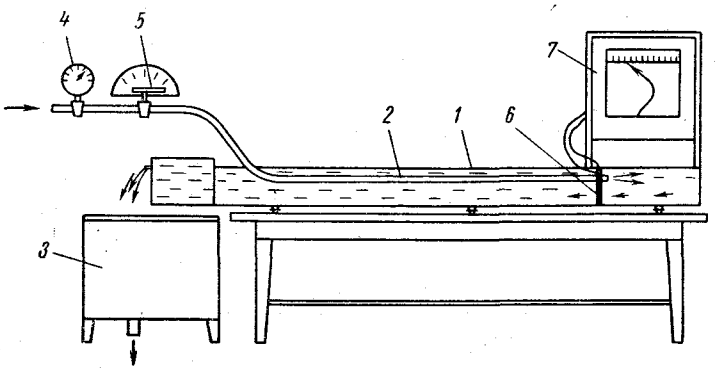


Рис. 1. Схема гидромодели.

1 — модель выработки; *2* — нагнетательный трубопровод; *3* — мерный бак; *4* — манометр; *5* — расходный вентиль; *6* — датчики; *7* — потенциометр ЭПП-09-М2.

нормы. Дальнейшее «проветривание» осуществлялось по ранее описанному способу. На рис. 2, *а* показано полученное опытами при различном расходе ВВ изменение концентрации HCl, пересчитанной на условную окись углерода в зависимости от коэффициента I. На основании опытных кривых построена зависимость коэффициента обмена от количества взрываемого ВВ. После простого преобразования получена формула для определения необходимого количества воздуха Q_1 для проветривания призабойного пространства в установленное время нагнетательным способом

$$Q_1 = 0{,}15 \frac{V_{п.з}}{t_{наг}} (9{,}1 \lg A + 1), \; м^3/мин, \tag{3}$$

где $V_{п.з}$ — объем призабойной зоны, равный $S_в L$, $м^3$; L — отставание конца трубопровода от груди забоя, $м$; $S_в$ — площадь сечения выработки, $м^2$; $t_{наг}$ — время проветривания призабойной зоны, *мин*; A — количество одновременно взрываемого ВВ, *кг*.

Для всасывающего проветривания (рис. 2, *б*) на оси абсцисс откладывается кратность обмена воздуха в объеме выработки

$$V'_в = S_в v_{ср} t_{наг} + S_в l, \tag{4}$$

где $v_{ср}$ — средняя скорость движения воздуха по выработке при нагнетательном способе проветривания; $l = L_з - L$ ($L_з$ — длина зоны отброса газов).

Кривая $\frac{Q_2 t_{всас}}{V'_в} = f(A)$ имеет вид

$$\frac{Q_2 t_{всас}}{V'_в} = \frac{A}{0{,}282A + 33{,}8}.$$

Отсюда

$$t_{\text{всас}} = \frac{V'_{\text{в}}}{Q_2} \cdot \frac{A}{0{,}282A + 33{,}8}$$

или с учетом выражения (4)

$$t_{\text{всас}} = \frac{S_{\text{в}} v_{\text{ср}} t_{\text{наг}} + lS_{\text{в}}}{Q_2} \cdot \frac{A}{0{,}282A + 33{,}8}.$$

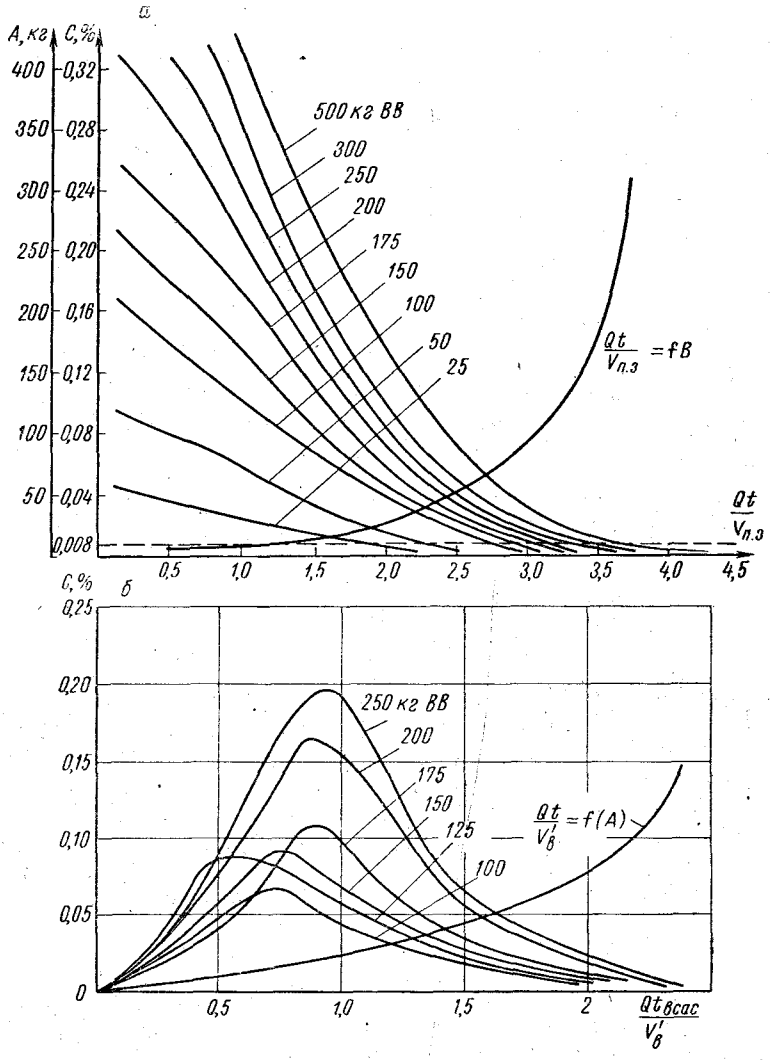


Рис. 2. Кривые изменения концентрации условной окиси углерода С при нагнетательном (*а*) и всасывающем (*б*) проветривании призабойного пространства.

Выражение $S_{\text{в}} v_{\text{ср}}$ равно количеству воздуха, поступающего в выработку в единицу времени в период нагнетательного проветривания Q_1. В окончательном виде

$$t_{\text{всас}} = \frac{Q_1 t_{\text{наг}} + lS_{\text{в}}}{Q_2} \cdot \frac{A}{0{,}282A + 33{,}8}. \qquad (5)$$

При равенстве длины зоны отброса газов и величины отставания трубопровода от забоя (призабойное пространство) объем выработки, который загазовывается после нагнетательного проветривания, будет пропорционален времени проветривания призабойного пространства нагнетательным

способом. Так как в выработках сечением 45 $м^2$ и более длина зоны отброса газообразных продуктов взрыва незначительно превышает величину призабойного пространства, для упрощения расчетной формулы коэффициент обмена воздуха при всасывающем периоде проветривания можно отнести к объему призабойной зоны. Для кривых рис. 2, *б*, отнесенных к объему призабойной зоны (рис. 3),

$$t_{всас} = \frac{V_{п.з}}{Q_2} \cdot \frac{A}{0{,}088A + 9{,}3}. \qquad (6)$$

Зная время, необходимое для проветривания призабойной зоны и для отсасывания загазованного воздуха $t_{всас}$ при реверсивном способе, а также время проветривания всей выработки нагнетательным способом $t'_{наг}$, можно

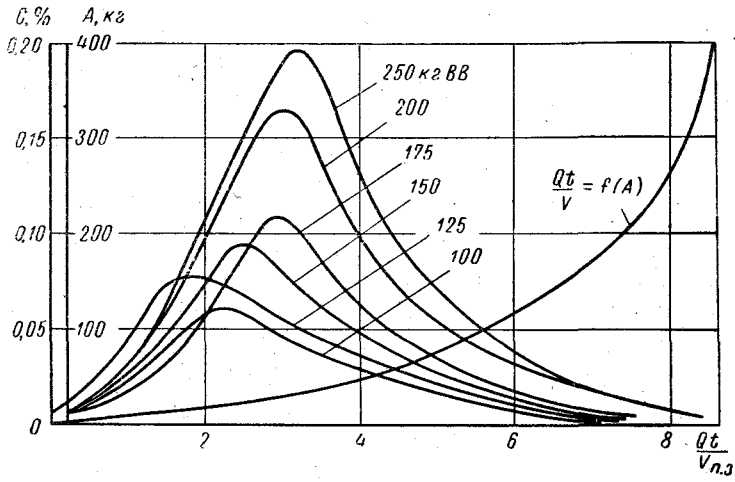


Рис. 3. Изменение коэффициента обмена воздуха, отнесенного к объему призабойного пространства, при всасывающем проветривании.

определить наивыгоднейшую для применения реверсивного способа длину выработки

$$t_{наг} + t_{всас} < t'_{наг}.$$

Время, необходимое для проветривания всей выработки нагнетательным способом $t'_{наг}$, определяется по формуле, предназначенной для расчета вентиляции выработок большого сечения [Мостепанов, Колбин, 1967]

$$Q_3 = 0{,}258 \frac{V_в}{t'_{наг}} (2{,}38 \lg A + 1), \qquad (7)$$

где $V_в$ — объем проветриваемой выработки, $м^3$.

При расчете проветривания тупиковой выработки реверсивным способом необходимо учитывать, что при последующем переходе на нагнетательное проветривание (рекомендуемое при выполнении остальных производственных операций) при опрокидывании струи воздуха в выработку поступит загрязненный воздух из трубопровода. С учетом этого фактическое время проветривания при всасывающем способе должно быть увеличено на

$$\Delta t = \frac{V_{тр}}{Q_1},$$

где $V_{тр}$ — объем трубопровода, $м^3$.

Результаты исследования реверсивного способа проветривания показали, что для удаления вредных газов после взрыва необходимо 7—8 раз сменить воздух в объеме призабойной зоны. Следовательно, предлагаемая

схема может быть применена только для проветривания тупиковых выработок длиной более $8L_з$, т. е. 320 *м*.

Пример. Рассчитать необходимое количество воздуха и определить способ проветривания тупиковой выработки при $S_в = 45$ *м*^{2}, $L = 500$ *м*, если известно, что одновременно взрывается 150 *кг* ВВ и проветривание осуществляется с помощью металлических труб диаметром $d = 1$ *м*, $L_з = 40$ *м*.

Решение. Примем время проветривания призабойного пространства нагнетательным способом 15 *мин*, что приблизительно составляет 1/3 общего времени проветривания выработки. По формуле (3) определим необходимое для проветривания количество воздуха

$$Q_1 = 0{,}15\,\frac{45 \cdot 40}{15}\,(9{,}1 \lg 150 + 1) = 374 \ м^3/мин.$$

По формуле (6) найдем время всасывающего проветривания

$$t_{всас} = \frac{45 \cdot 40}{374} \cdot \frac{150}{0{,}088 \cdot 150 + 9{,}3} = 32 \ мин.$$

Дополнительное время, необходимое для выноса загазованного воздуха из трубопровода,

$$\Delta t = \frac{390}{371} \approx 1 \ мин.$$

Полное время проветривания выработки реверсивным способом составит

$$t_{наг} + t_{всас} + \Delta t = 15 + 32 + 1 = 48 \ мин.$$

Время, необходимое для проветривания этой же выработки только нагнетательным способом,

$$Q_з = 0{,}258\,\frac{V_в}{t'_{наг}}\,(2{,}38 \lg A + 1);$$

$$t'_{наг} = 0{,}258\,\frac{45 \cdot 500}{374}\,(2{,}38 \lg 150 + 1) = 95 \ мин.$$

Следовательно, реверсивный способ обеспечивает более быстрое проветривание выработки при одном и том же дебите воздуха.

Выводы

Предлагаемый новый вариант реверсивного способа проветривания обеспечивает более эффективный вынос газообразных продуктов взрыва из тупиковых выработок большого сечения (длиной более 300 *м*), чем нагнетательное или всасывающее проветривание при равном расходе воздуха.

Выведенные эмпирические формулы расчета проветривания тупиковых выработок большого сечения реверсивным способом определяют условия, при которых предлагаемый способ проветривания наиболее рационален.

ЛИТЕРАТУРА

Мостепанов Ю. Б. Аэродинамическое подобие потоков при изучении процессов проветривания горных выработок. Изв. вузов, Горн. ж. № 5, 1966.

Мостепанов Ю. Б., Яковлев Ю. А. Усовершенствование электрического метода замера концентрации на гидромодели при изучении проветривания горных выработок. Технология и экономика угледобычи, № 11—12, 1965.

Мостепанов Ю. Б., Колбин А. И. Исследование процессов проветривания тупиковых выработок большого сечения. Проектирование и строительство угольных предприятий, 2/98, 1967.

Мустель П. И. Определение производительности вентиляторов частичного проветривания, Горн. ж. № 7—8, 1946.