

УДК 622.4

В.С. Романов**О МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ СКОРОСТИ ВОЗДУХА В ВЫРАБОТКАХ**

Показано, что для выработок подземных апатитовых рудников значение минимальной эффективной скорости является $V_{min} = 0,25$ м/с. Результаты анализов проб за 20-летний период в условиях, близким к рекомендуемому значению V_{min} , показали обоснованность и гигиеническую эффективность предлагаемого расчета воздуха по минимально допустимой скорости воздуха для апатитовых рудников.

Ключевые слова: пылевая обстановка, минимальная скорость воздуха, пульсационные характеристики потоков воздуха, турбулентный режим.

**V.S. Romanov
THE MINIMAL PERMISSIBLE AIR
SPEED IN THE PITS**

The studies has shown that the minimal permissible air speed in the pits should be enough for removing dust particles up to 10 μ m. It has been proved that for apatite pits the minimal permissible air speed should be $V_{min} = 0,25$ mps. The analysis of samples for 20 year period in the conditions close to the recommended $V_{min} = 0,25$ mps has proven its feasibility and hygienic effectiveness of the proposed calculation based on data from the apatite pits.

Key words: dust conditions, minimal permissible air speed, oscillatory response of the air flows, turbulent conditions

Правилами безопасности [1] предписано определить минимальную скорость воздуха в горных выработках по формуле

$$V_{min} = 0,1P/S \text{ м/с}, \quad (1)$$

где S – площадь поперечного сечения выработки, м^2 ; P – периметр выработки, м.

Для выработок сечением $9 \div 25 \text{ м}^2$ эта скорость должна составить $\sim 0,1$ м/с. Такую скорость практически невозможно измерить имеющимися в арсенале соответствующих служб рудников анемометрами, т.к. чувствительность их не менее $0,15$ м/с.

Обоснованность предложенной формулы, если в ней не допущена ошибка, вызывает определенные сомнения. Если смысл ее в определении турбулентного режима движения воздуха, то и здесь непонятно, что имелось в виду, т.к. турбулентный режим для указанных размеров выработок наступает при скоростях на порядок меньше [2].

Руководствуясь тем, что в п.114 вышеуказанных Правил безопасности [1] сказано, что «Организация проветривания и количество воздуха, необходимого для проветривания отдельных выработок и шахты в целом, должны определяться для каждого месторождения по специальным методикам, согласованным с Ростехнадзором РФ или, по его разрешению, с территориальными органами», попытаемся обосновать наше видение на вопрос определения минимальной скорости воздуха в выработках.

Прежде всего, необходимо определиться с оптимальной скоростью для выноса пыли, для чего опишем структуру турбулентного потока. В потоке с развитой турбулентностью существуют пульсации в большом диапазоне масштабов и скоростей,

которые заключают в себе основную долю кинетической энергии.

Крупномасштабные пульсации увлекают частицы примесей вместе с прилегающими к ним слоями воздушной среды, осуществляя перенос их как одно целое. По отношению к мелкомасштабным пульсациям частицы ведут себя как неподвижное тело, а пульсации промежуточного масштаба вовлекают в свое движение частицу не полностью. Поэтому следует считать, что при развитом турбулентном движении в выработке турбулентная диффузия частиц может рассматриваться как турбулентная диффузия газовых молекул. Таким образом, эффективность выноса пылевых частиц напрямую связана с процессами разжижения и выноса газовых составляющих турбулентного воздушного потока. Установлено, что мелкодисперсные частицы пыли (до 10 мкм) витают в воздухе, не оседая даже при малых скоростях, а кварцевые частицы размером 5 мкм равномерно распределяются по сечению выработки и не оседают при скорости потока воздуха $> 0,2$ м/с.

Частицы с размером 10 мкм переносятся потоком воздуха при минимальной скорости его, определяемой по формуле Стокса [3]

$$V = 3,2 \cdot 10^3 p_n \cdot d_n^2 \text{ м/с}, \quad (2)$$

где p_n – плотность пылевой частицы, г/см³; d_n – диаметр пылевой частицы, м.

В результате исследованной пылевой обстановки в выработках апатитовых рудников, проведенных Горным институтом КНЦ РАН, установлено, что по мере удаления от источника пылепоступления (бурение, погрузка, разгрузка ПДМ, вибропитатели и т.п.) запыленность резко снижается, на расстоянии 10-15 м, она стано-

вится вдвое меньше, в 40-50 м от источника, уже не превышает ПДК (6,0 мг/м³). При этом скорость воздуха колебалась от 0,3 до 0,6 м/с. Влажность горной массы составляла 2ч3%. Такой характер снижения весовой концентрации пыли объясняется тем, что в процессе движения крупные фракции пыли оседают и в потоке остаются фракции, витающие даже в спокойном воздухе. Так вредная для здоровья витающая в воздухе пыль диаметром < 10 мкм составляет 90% всех частиц, по массе (весу) дает лишь 10%. Поэтому для достижения нормативной чистоты воздушной среды для выноса пыли, не оседающей в выработке, необходимо обеспечить минимальную скорость V_{\min} . В то же время увеличение скорости потока в 2 раза приводит к увеличению запыленности в 2,5÷3,5 раза. А уменьшение влажности горной массы увеличивает запыленность воздуха в 3 раза.

Для выработок апатитовых рудников значение минимальной эффективной скорости, определяемой по формуле (2) находится в пределах

$$V_{\min} = 0,13 \div 0,37 \text{ м/с}. \quad (3)$$

При статической обработке при достоверности $P = 90$ (принятой для промышленных условий) значение V_{\min} , обеспечивающей устойчивые пульсации, находятся в пределах $0,22 \leq V_{\min} \leq 0,33$ м/с. Тогда значение минимальной скорости воздуха по фактору выноса пыли (с достаточным 1,5 запасом) составит

$$V_{\min} = 0,25 \text{ м/с}. \quad (4)$$

Подтверждение обоснованности и гигиенической эффективности рекомендуемой скорости воздуха по пылевому фактору для выработок апатитовых рудников дают результаты анализов проб за последние 20 лет в условиях, близких к рекомендуемым скоростям.

Необходимо отметить, что аэро-пылегазодинамические процессы протекают в полной аналогии и в сквозных и тупиковых выработках и потому рекомендуемая величина V_{\min} по формуле (4) применима к очистным и подготовительным выработкам, отличие которых друг от

друга заключается в функциональном назначении.

Рекомендуемая скорость воздуха относится к апатитовым рудникам, для других рудников использование этого значения приемлемо с учетом конкретной пылевой обстановки, дисперсного, весового состава и плотности пылевых частиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом.* ПБО 3-553-03. С-П. 2003, 104 с.

2. *Воронин В.Н.* Основы рудничной аэрогазодинамики. – М., Л.: Углетехиздат, 1951, 448 с.

3. *Фукс Н.А.* Механика аэрозолей. М.: Изд. АН СССР, 1955, 352 с. **ИД**

Коротко об авторе

Романов В.С. – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Горный институт Кольский научный центр РАН, root@goi.kolasc.net.ru



ПРЕПРИНТ

ОТДЕЛЬНЫЙ ВЫПУСК ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ

Певзнер Л.Д., Костиков В.Г., Константиновский В.М., Миронов В.Б., Костиков Р.В. Устройство сопряжения интерфейсов: пассивные и активные корректирующие звенья: Отдельные статьи горного информационно-аналитического бюллетеня. — 2009. — № 3 — 42 с. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2009.

Приведена схема устройства сопряжения. Представлено описание пассивных амплитудно-частотных и фазочастотных корректоров и четырех основных типов активных корректоров. Дан анализ корректоров. Изложены результаты моделирования корректоров с линией связи.

Pevzner L.D., Kostikov V.G., Konstantinovskiy V.M., Mironov V.B., Kostikov R.V.

The interface pairing devices: passive and active adjusting elements. The individual articles of the mining informational bulletin. – 2009. - № 3 – 42 p. – Moscow: Moscow State University of Mining Publishing house, 2009.

The scheme of the pairing device is reviewed. The description of the passive amplitude-frequency and phase-frequency adjusters and the four main types of the active adjusters is given. The results of the adjuster modeling with the communication line are given.