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

УДК 622.807

ПРОЦЕССЫ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЯ ЛЕНТОЧНЫМИ КОНВЕЙЕРАМИ

В. И. Коротков

Одним из источников загрязнения рудничного воздуха в горных выработках с конвейерным транспортом является сдувание пыли с крепи, почвы, ленты конвейера и т. д. Как известно, срыв пыли с запыленной поверхности происходит под действием аэродинамических сил воздушного потока, когда последние превосходят силы тяжести аэрозолей и молекулярные силы притяжения пылинок с пылинками или пылинок с запыленной поверхностью. Зная величину этих сил и характер взаимодействия пылевых частиц с потоком воздуха, можно сравнительно просто найти скорость вентиляционной струи, при которой начинается срыв пыли в данных условиях, т. е. определить значение критической скорости срыва пыли.

В настоящее время нет надежных методов определения аэродинамических и молекулярных сил и характера их взаимодействия при срыве. Процессы сдувания рассматриваются с позиций общих гипотез и допущений, построенных на экспериментальном материале. Наиболее приемлемой нам представляется гипотеза В. Н. Воронина [Воронин и др., 1960; Воронина и др., 1962], к которой присоединяются А. И. Ксенофонтова, А. С. Бурчаков [1965] и др. Согласно этой гипотезе, переход пыли в аэрозольное состояние происходит за счет сдувания пыли воздушным потоком и «бомбардировки» пылевого слоя пылинками набегающего потока.

С позиций этой гипотезы и рассмотрим процессы пылеобразования в выработках с конвейерной доставкой. Там пылеобразование складывается из срыва пыли воздушной струей по длине конвейера и выработки, а также образования пыли на погрузочных и перегрузочных пунктах конвейеров.

С движущейся ленты конвейера пыль срывается под действием относительной скорости $v_{отн}$, которая равна алгебраической сумме скоростей воздушной струи v и ленты конвейера $v_л$

$$v_{отн} = v \pm v_л. \qquad (1)$$

При встречном движении грузопотока и воздушной струи скорость движения ленты конвейера суммируется со скоростью воздуха, при попутном — вычитается. В последнем случае берется только абсолютное значение разности скоростей v и $v_л$.

Общее количество пыли, сдуваемой в единицу времени с ленты конвейера,

$$x_л = B_г L\,[(v + v_л) - v_{кр}]\,(\beta_1 + \beta_2 n),\ мг/сек, \qquad (2)$$

где $B_г$ — ширина ленты конвейера, занимаемая грузом, *м*; L — длина конвейера, *м*; $v_{кр}$ — критическая скорость срыва пыли, *м/сек*; β_1 и β_2 — экспериментальные коэффициенты, характеризующие срыв пыли, соответственно под действием воздушного потока и за счет ударного действия пылинок в набегающем потоке; n — концентрация пыли в набегающем воздушном потоке.

Заменив $(\beta_1 + \beta_2 n)$ общим коэффициентом β, получим

$$x_л = \beta B_т L [(v + v_л) - v_{кр}] \quad (3)$$

или

$$x_л = c [(v + v_л) - v_{кр}], \quad (4)$$

где $c = \beta B_т L$.

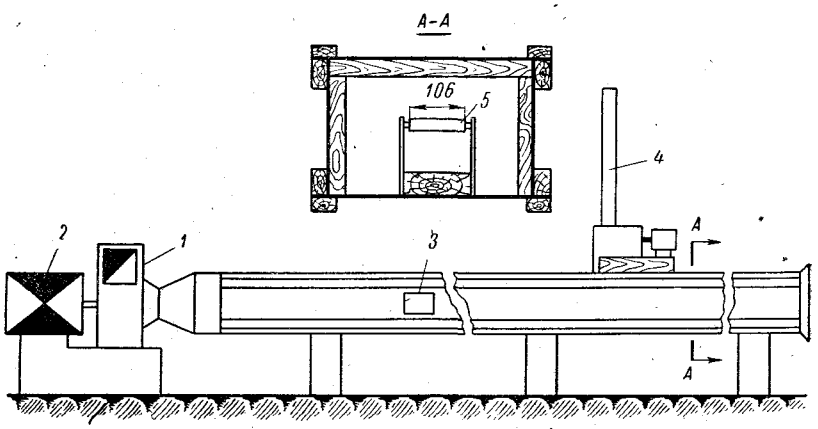


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки.

1 — вентилятор; *2* — мотор вентилятора; *3* — замерная станция с анемометром; *4* — питатель; *5* — модель конвейера.

Для установления величины коэффициента β и определения критических скоростей срыва угольной пыли $v_{кр}$ при конвейерной доставке в шахтах области многолетней мерзлоты проведены специальные лабораторные исследования, в процессе которых большое внимание уделялось влиянию климатических параметров атмосферы на величину β и $v_{кр}$. Эксперименты выполнялись в специальной аэродинамической трубе (рис. 1) лаборатории рудничной вентиляции Ленинградского горного института с соблюдением условий подобия движения аэрозольных систем. Труба прямоугольного сечения, длиной 15 *м* имеет коллектор на входе. Рабочий участок трубы длиной 9 *м* закреплен неполными дверными окладами с сечением в свету 0,294 × 0,204 *м*. На этом участке была установлена действующая модель ленточного конвейера с шириной ленты 0,106 *м*, длиной 5,86 *м* и скоростью движения ленты 0,8—0,9 *м/сек*. Питатель, расположенный в средней части аэродинамической трубы, обеспечивал равномерную подачу пыли на ленту конвейера. Установленный в конце трубы центробежный вентилятор типа ЭВР-3 работал на всасывание. Вентилятор соединен с аэродинамической трубой специальным переходником, исключающим передачу вибрации вентилятора на трубу. Для определения количества воздуха, проходящего по трубе, были оборудованы две замерные станции, где анемометрами измерялась скорость

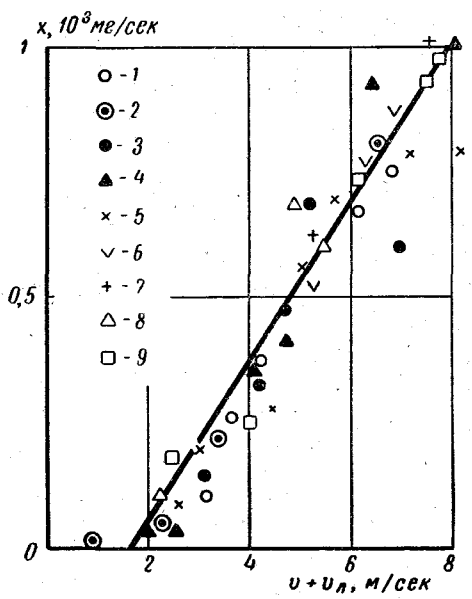


Рис. 2. Зависимость величины уноса пыли от скорости движения воздуха относительно ленты конвейера при температуре, °С:

1 — (—23,4); *2* — (—18,8); *3* —(—18,3); *4* — (—13); *5* — (—11); *6* — (—9,8); *7* — (—8,8); *8* — (—5,6); *9* — (—5,4).

воздуха. Установка разрешала изменение скорости воздуха от 0 до 10 *м/сек*, число Рейнольдса достигало 160 000.

В бункер питателя загружали предварительно взвешенную навеску пыли (обычно 88 *г*). Под головку конвейера устанавливали приемный бункер. Затем включали вентилятор и пускали конвейер и питатель. После опыта приемный бункер вынимали и взвешивали находившуюся в нем пыль. Скорость воздуха в каждой серии опытов изменялась от 0 до 7,8 *м/сек* с интервалом 1—1,5 *м/сек*. Скорость ленты конвейера была постоянной и равной 0,86 *м/сек*. При экспериментах замеряли температуру и относительную влажность воздуха.

Количество пыли, срываемой с ленты конвейера в секунду, определяли по результатам взвешивания и продолжительности опыта

$$x_л = \frac{P_1 - P_2}{t}, \qquad (5)$$

где P_1 и P_2 — вес пыли соответственно поданной питателем на ленту конвейера и в приемном бункере, *г*; t — продолжительность опыта, *сек*.

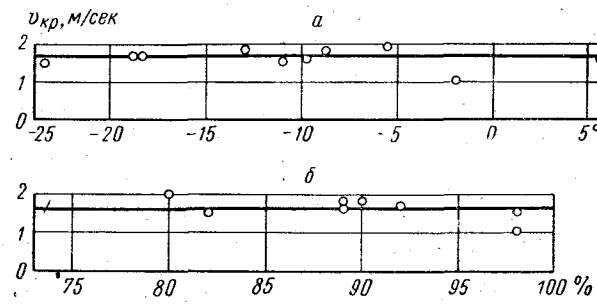


Рис. 3. Влияние температуры *а* и относительной влажности воздуха *б* на критическую скорость срыва пыли.

Как показали результаты опытов (рис. 2), величина уноса пыли возрастает с увеличением относительной скорости движения ленты по линейному закону. Среднее значение $v_{кр} = 1{,}6$ *м/сек*.

Расположение опытных точек на рис. 3, где показано влияние температуры и влажности воздуха на $v_{кр}$, свидетельствует о том, что $v_{кр}$ практически не зависит от климатических параметров атмосферы при одинаковой влажности пыли.

Обработка опытных данных (рис. 2) дает корреляционную зависимость, характеризующую процесс сдувания пыли с ленты модели конвейера

$$x_л = c\,[(v + v_л) - 1{,}6], \qquad (6)$$

где c — тангенс угла наклона линии $x_л = f(v + v_л)$, равный в среднем 159.

Так как $c = LB_г\beta$, а $B_г$ и L в опытной установке соответственно равны 0,106 и 5,85 *м*, имеем

$$\beta = \frac{159}{0{,}106 \cdot 5{,}85} = 256.$$

После подстановки в уравнение (6) значения коэффициента β получим

$$x_л = 256LB_г\,[(v + v_л) - 1{,}6]. \qquad (7)$$

Насыпной груз заполняет не всю ширину ленты, а только 0,8 ее ширины [Спиваковский, 1958], т. е.

$$B_г = 0{,}8B,$$

где B — ширина ленты конвейера.

Учитывая это, формула (7) окончательно запишется в виде

$$x_л = 205BL\,[(v + v_л) - 1{,}6]. \qquad (8)$$

Выводы

По предложенной формуле определяется величина уноса пыли с ленты конвейера.

Входящие в это уравнение значения коэффициента β и критической скорости $v_{кр}$ определяются по разработанной методике.

Величины коэффициента β и критической скорости срыва пыли $v_{кр}$ не зависят от температуры и влажности рудничной атмосферы при одинаковой влажности материала.

ЛИТЕРАТУРА

Воронин В. Н. и др. Руководство к проектированию и практическому осуществлению противопылевых вентиляционных режимов в металлических рудниках. Госгортехиздат, 1960.

Воронина Л. Д. и др. Расчет рудничной вентиляции. Госгортехиздат, 1962.

Ксенофонтова А. И., Бурчаков А. С. Теория и практика борьбы с пылью в угольных шахтах. Недра, 1965.

Спиваковский А. О. Рудничный транспорт. Углетехиздат, 1958.