

ОБЕСПЫЛИВАНИЕ МЕСТ ПЕРЕГРУЗКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

А. Е. Лапшин, докт. техн. наук, А. А. Немченко, В. А. Коновалюк, кандидаты техн. наук, М. В. Худик, студ. (Криворожский технический университет)

Виконано аналіз способів знепилення в аспіраційних укриттях. Запропоновано спосіб уловлювання пилу безпосередньо в аспіраційних укриттях з допомогою волоконного фільтра, який має ефективність до 85% при втраті опору не більше 4–6 мм вод. ст., що дозволяє не менш ніж на 80% зменшити навантаження на фільтр тонкої очистки і повернути в технологічний процес уловлений матеріал.

Места перегрузки сыпучих материалов, как правило, являются источником интенсивного пылевыведения даже при наличии герметичных аспирационных укрытий. Причиной этого является создание избыточного давления в месте падения материала на ленту. В процессе пересыпания сыпучего материала расстояние между кусками породы возрастает, а в момент падения мгновенно сокращается, что вызывает увеличение давления и приводит к высокой скорости воздуха. При этом практически вся пыль, в том числе и крупнодисперсная, находящаяся в материале, вытесняется из укрытия. Поэтому в аспирационных укрытиях концентрация пыли может достигать значительных величин (до нескольких г/м³).

Условия для оседания крупнодисперсной пыли в аспирационном укрытии плохие, поскольку образуются интенсивные вихри. При этом практически вся крупнодисперсная пыль, а это по массе составляет до 80%, поступает в аспирационную систему, где происходит ее оседание.

С целью уменьшения нагрузки на фильтры тонкой очистки целесообразно производить улавливание пыли в самих аспирационных укрытиях. Известны такие конструкции с использованием инерционных, тканевых пылеуловителей и электрофильтров. Недостатком инерционного

фильтра (циклона) является то, что он обладает высоким аэродинамическим сопротивлением и аспирационная система находится под значительным разрежением. Это приводит к необходимости больших подсосов и трудностям при распределении воздуха в сложной аспирационной системе. Такие же недостатки имеет и тканевый (рукавный) фильтр плюс потребность в регулярной регенерации фильтрующей ткани. Электрофильтр не имеет вышеуказанных недостатков, но его наличие на укрытии или в нем требует обеспечения очень жестких условий безопасности, что значительно усложняет процесс обслуживания перегрузочного узла.

Учитывая недостатки вышеуказанных устройств и опыт работы разработанного нами волоконного фильтра, установленного на Клесовском гранитном карьере в Ровенской области, предлагаем оборудовать укрытие перегрузочного узла волоконными шторами (фильтром) согласно рис. 1.

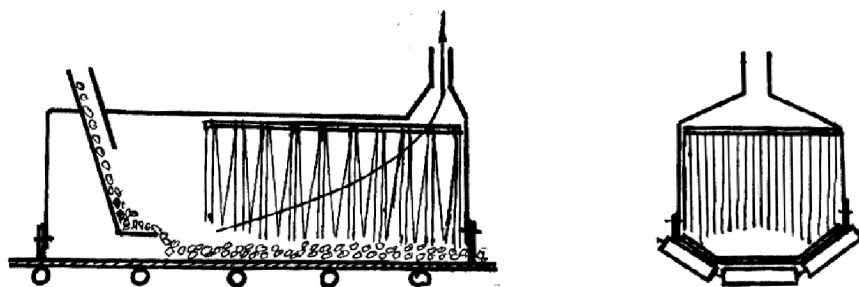


Рис. 1. Схема аспирационного укрытия с волоконным фильтром

В верхней части аспирационного укрытия на специальной подпружиненной раме крепятся пучки волокон диаметром 5...6 мм, которые на расстоянии 5...10 мм распушиваются, а еще ниже – равномерно распределяются в пространстве укрытия. Эффективность осаждения пыли в фильтре зависит от числа рядов штор, плотности расположения волокон в поперечном сечении.

На рис. 2 приведена зависимость эффективности улавливания пыли от количества штор в модели аспирационного укрытия, показанной на рис. 1. Из

рисунка видно, что при числе рядов штор более 6 увеличение эффективности улавливания пыли практически не наблюдается.

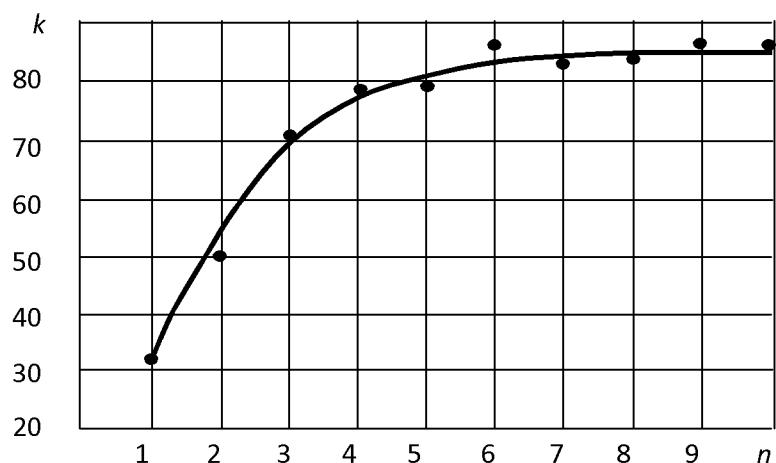


Рис. 2. Зависимость эффективности пылеулавливания k от числа волоконных штор n

Осаждение пыли в укрытии с волоконными шторами происходит под воздействием гравитационных, инерционных и электростатических сил. На интенсивность этого процесса влияет целый ряд факторов: длина пути пылевой частицы до поверхности осаждения, размеры частиц, количество кинетической энергии частицы, движущейся вместе с воздушным потоком, время нахождения пылинки в пределах пылеосадительной части укрытия, приобретение заряда частицами пыли и волокнами [1, 2].

Волоконные шторы являются фильтром, в котором происходит потеря кинетической энергии пылевых частиц при прохождении между волокнами, что способствует интенсивной коагуляции мелких частиц с последующим их осаждением. Кроме того, частицы пыли создают электростатический эффект в движущемся пылевоздушном потоке.

Принципиальное различие между взаимодействием свободно подвешенных волокон и ткани с пылевоздушным потоком заключается в том, что в первом случае частицы пыли свободно проходят между волокнами и, коагулируясь на них под действием силы тяжести, инерционных и электростатических сил, осаждаются на нижнюю, ограничивающую поверхность. Поэтому рабочие скорости движения пылевоздушного потока через свободно подвешенные волокна могут в 50...100 раз превышать максимально возможные скорости фильтрации в тканевых фильтрах без существенной потери напора. На эффективность работы укрытия с волоконными шторами, наряду с гравитационным осаждением, существенное влияние оказывает инерционное и электростатическое осаждение аэрозолей.

Процесс фильтрации запыленного газа через волоконную штору состоит из двух стадий. На первой стадии уловленные частицы практически не изменяют структуру шторы во времени. На второй стадии процесса в волоконной шторе происходят непрерывные структурные изменения вследствие накопления на волокнах уловленных частиц, появляется так называемый вторичный фильтрующий слой. Поэтому эффективность очистки воздуха от пыли все время увеличивается.

Степень инерционного осаждения частиц на один ряд волокон определяется по формуле [1]

$$\eta_i = \eta_n \frac{R + d_r}{r(R + l)}, \quad (1)$$

где R – радиус волокна, м; l – расстояние между волокнами, м; d_r – диаметр частиц, м; η_n – степень инерционного осаждения частицы на одно волокно, которая рассчитывается по эмпирической формуле в случае движения частицы в потенциальном потоке, обтекающем цилиндрическую поверхность

$$\eta_n = 1 - \exp \left[- \frac{0,1\tau \cdot U_\infty}{R + 0,5d_r} \right], \quad (2)$$

где $\tau = \rho_r d_r^2 (18\mu_r)^{-1}$ – время релаксации частицы, с; ρ_r – плотность частицы, кг/м³; μ_r – динамическая вязкость воздуха, Па·с; U_∞ – скорость запыленного воздушного потока вдали от волокна, м/с.

Приняв, что в слое шторы толщиной dx содержится $dx/\sqrt{3}(R+l)$ параллельных рядов волокон, получим формулу эффективности улавливания монодисперсной пыли шторой с учетом формулы (2):

$$\eta_{\text{шт}} = 1 - \exp \left\{ -H \frac{R + d_r}{2\sqrt{3}(R+l)^2} \left[1 - \exp \left(\frac{0,1\tau \cdot U_\infty}{R + 0,5d_r} \right) \right] \right\}, \quad (3)$$

где H – толщина шторы, м.

Значение степени осаждения мелкодисперсной пыли на нескольких последовательно установленных шторах рассчитывается по формуле

$$\eta = 1 - (1 - \eta_i)^m, \quad (4)$$

где m – количество штор.

Например, эффективность улавливания пыли одной шторой равна 27,7 %, таких штор установлено пять. Тогда их суммарная эффективность, согласно формуле (4), равна 86,24%. По этой же формуле можно определить необходимое количество штор для получения заданной степени пылеочистки.

Приобретение заряда частицами может быть осуществлено следующим образом: при генерации аэрозоля, диффузии свободных ионов, взаимодействии частиц с поверхностями конструкций пневмопровода, вентилятора и т.д. (трибозарядка) и при коронном разряде. Первые два способа зарядки обеспечивают равные количества частиц с положительными и отрицательными значениями. При трибозарядке и коронном разряде частицы заряжаются одним знаком, но заряд, получаемый первым способом, на порядок меньше, чем в поле коронного разряда. Величина заряда зависит от размеров частиц. Так, при коронном разряде величина максимального заряда частицы пропорциональна квадрату диаметра частицы, а при трибозарядке – кубу диаметра.

Электростатическое осаждение играет большую роль в период образования вторичного фильтрующего слоя. После регенерации волоконных штор электростатическое осаждение в общем пылеулавливании [2]

$$\eta_3 = 1 - \frac{1 - \eta_{об}}{1 - \eta_n}, \quad (5)$$

где $\eta_{об}$ – среднее значение эффективности пылеулавливания за первые 10 мин; η_n – среднее значение эффективности инерционного пылеулавливания (расчетная величина) на цилиндрическом волокне [3].

Выводы

Фильтр для размещения в аспирационном укрытии должен иметь низкое аэродинамическое сопротивление, чему полностью отвечает волоконный фильтр.

Рекомендуемое количество рядов штор – не менее 6. В поперечном сечении пучки волокон должны закрепляться на расстоянии 10...12 мм. Общая эффективность работы фильтра находится в пределах 80...85%.

1. *Инерционное осаждение аэрозоля на волоконную штору* / А. М. Кириченко, В. И. Мулявко, С. Н. Панова, А. В. Сорокопуд // Разраб. рудн. месторожд. – Вып. 65. – 1998. – Кривой Рог: КТУ. – С. 120–123.

2. *Влияние трибозарядного процесса на эффективность работы пылеоса-дительной камеры с волоконными шторами* / Ю. Г. Вилкул, С. Н. Панова, В. И. Мулявко, А. М. Кириченко // Разраб. рудн. месторожд. – Вып. 58. – 1996. – Кривой Рог: КТУ. – С. 103–106.

3. *Очистка промышленных газов от пыли* / В. Н. Ужов, А. Ю. Вальдберг, Б. И. Мягков, И. К. Рашидов. – М.: Химия, 1981. – 392 с.