

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Инж. КОРОТКИЙ В. Н.

Белорусский национальный технический университет

Атмосферный воздух – важнейший элемент окружающей среды, в которой человек находится в течение всей жизни и от состояния которой зависят его здоровье и работоспособность. Ухудшение качества воздуха ведет к гибели лесов, посевов сельскохозяйственных культур, травяного покрова, животных, к загрязнению водоемов. И как итог – значительные экономические потери.

Практически все действующие системы пылеулавливания асфальтобетонных заводов (АБЗ) в Беларуси не соответствуют санитарным нормам, ненадежны в эксплуатации, требуют значительных затрат при регенерации. В связи с этим особое значение приобретают разработка новых и совершенствование существующих методов и средств пылеочистки на основе изучения физико-механических свойств вредных выбросов.

Анализ работы систем обеспыливания на АБЗ и отдельных пылеуловителей как составных частей этих систем с точки зрения оптимальной эффективности, надежности, простоты эксплуатации и небольших капитальных затрат позволил выделить циклоны и зернистые фильтры. Проблему оптимизации пылеулавливающего оборудования нельзя сводить лишь к совершенствованию того или иного аппарата, она должна заключаться в адаптации конкретного способа пылеулавливания и разработанных аппаратов к определенным производственным условиям с характерным гранулометрическим составом пылей.

Оценка размерно-плотностных свойств пылевых выбросов АБ-производства была сделана по результатам натурных исследований на АБЗ в Заславле, Новосадах и Копыле. Исследования базировались на прямом электронно-микроскопическом методе изучения пылей в широком диапазоне встречающихся размеров частиц и последующей обработке фотоизображений по

программе «Спектр». Плотность частиц различных пылей асфальтобетонного производства составила 2500...2800 кг/м³. На основе результатов этих исследований описано распределение частиц по фракциям и определены величины параметров, характеризующие крупность и однородность полидисперсных пылей АБ-производства:

$$P = 100 \cdot 2^{(d_n/d_m)^n}, \quad (1)$$

где P – суммарные выходы частиц по плюсу (выход фракций больше заданного размера), %; d_n – определяющий размер фракции пыли, м; d_m – медианный средний размер полидисперсной смеси частиц пылевых выбросов АБЗ, м; n – характеристика однородности пылевых выбросов по фракциям.

Данные о значениях параметров формулы (1) применительно к пылям сушильных барабанов АБЗ сведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры, характеризующие однородность по фракциям и крупность пылей АБЗ

№ образца	АБЗ и место отбора пробы	n	d_m , мкм
1	АБЗ «Заславль», за сушильным барабаном	2,93	45
2	АБЗ «Новосады», там же	2,97	38
3	АБЗ «Копыль», там же	3,70	48

В качестве первой ступени очистки использована новая конструкция циклона СТФ-Ц [1]. При его разработке был проведен анализ оптимальных конструктивных и режимных параметров. Особое внимание уделено уменьшению радиальных скоростей, направленных к

оси циклона, с одновременным увеличением тангенциальных, что создало наиболее оптимальные условия для сепарации пылевых частиц.

Конструкция циклона СТФ-Ц, его достоинства и расчетные зависимости описаны в [2]. Предлагаемая методика расчета циклона СТФ-Ц несколько отличается от стандартной, предложенной в [3] для расчета циклонов ЦН. В нашем случае определение общей эффективности η отдельного циклона и системы, состоящей из нескольких циклонов, можно проводить как по эмпирическим формулам, так и по расчетным зависимостям, основывающимся на фракционной эффективности циклона и фракционном составе пыли.

В случае применения циклона в качестве первой ступени очистки для оптимизации эффективности улавливания пыли концентрация аэросмеси должна быть 90...110 г/м³, а скорость входа потока в циклон – не менее 16 м/с. При этом эффективность пылеулавливания может достигать 96 %, а потери давления – не более 1100 Па.

В качестве второй ступени очистки предлагается зернистый фильтр. Анализ процесса фильтрации в зернистых слоях показал, что эффективность обеспыливания газов определяется одновременным и совместным действием различных механизмов улавливания (инерционным осаждением, зацеплением, седиментацией, кинематической коагуляцией, турбулентной миграцией, термофорезом, электрофоретическим осаждением и др.). Увеличение эффективности обеспыливания возможно только при оптимизации действия каждого механизма улавливания. С учетом этого предложена конструкция зернистого фильтра СТФ-З, имеющая ряд преимуществ: фильтрующий материал (зернистая засыпка) находится непосредственно на асфальтобетонном заводе, фильтр прост по конструкции, может быть изготовлен собственными силами на любом предприятии, не требует дорогостоящей системы автоматизации процесса очистки, прост в эксплуатации и доступен в обслуживании.

Фильтр (рис. 1) состоит из двух прямоугольных кассет с размещенными в них жалюзиными решетками, расположенными навстречу друг другу. Кассеты соединяются между собой посредством полой рамы, в которую помещается зернистая засыпка. В ее верхней части находится приемный бункер для загрузки засыпки. Запыленный поток, проходя через слой засыпки, очищается от пыли и частично от канцерогенов, которые остаются в слое материала. Для контроля работы фильтра в конфузоре и диффузоре предусмотрены смотровые люки, а для возможности сброса крупных частиц пыли, накопившихся в диффузоре, имеется

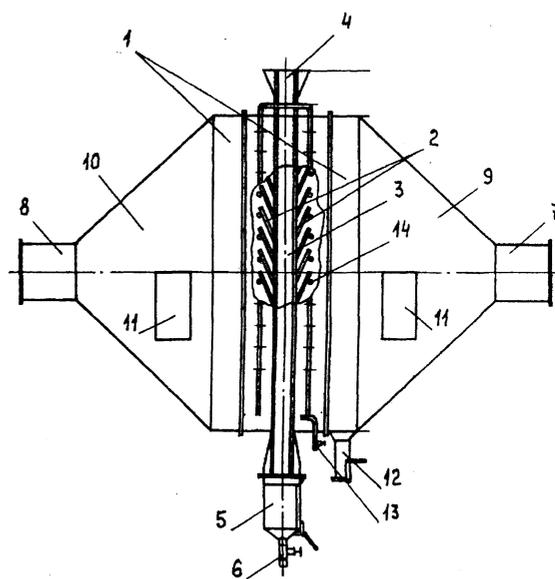


Рис. 1. Схема зернистого фильтра СТФ-З: 1 – прямоугольные кассеты; 2 – жалюзиные решетки; 3 – полая рама с зернистой засыпкой; 4 – приемный бункер; 5 – выгрузочный бункер; 6 – сливной патрубок; 7 – входной воздуховод; 8 – выпускной воздуховод; 9 – конфузор; 10 – диффузор; 11 – смотровые люки; 12 – выгрузочное приспособление; 13 – подающий трубопровод системы подачи воды; 14 – распределительные патрубки с сопловыми отверстиями

выгрузочное приспособление. Регенерация зернистого фильтра может происходить посредством промывки зернистого слоя водой. Для этого в конструкции предусмотрена система подачи воды непосредственно между жалюзи.

Отработанная вода попадает в бассейн-отстойник, где проходит гравитационную очистку, и опять поступает в перфорированные трубы-распылители, расположенные по всей высоте кассеты во входном и выходном сечениях. Шлам, полученный в результате промывки водой запыленной зернистой засыпки, может использоваться в технологическом процессе.

Большинство зависимостей, описывающих процесс фильтрации в зернистых слоях, рекомендовано только для ламинарного режима течения. Для условий турбулентного режима при больших числах Re пористая среда характеризуется сопротивлением, обусловленным в основном действием инерционных сил (квадратичный закон). С учетом этого предложена зависимость

$$\Delta p = 36k\xi^2 k_c \frac{(1 - \Pi)^2 \mu w^2 l}{\Pi^3 d^2}, \quad (2)$$

где Δp – аэродинамическое сопротивление, Па; ξ – параметр, характеризующий форму частицы (отношение площади поверхности зерна к площади сферической частицы такого же диаметра); k_c – коэффициент, характеризующий влияние концентрации пыли на аэродинамическое сопротивление зернистого фильтра; Π – пористость слоя засыпки; μ – динамическая вязкость воздуха, Па/с; l – линейный размер зернистого слоя в направлении течения, м; d – средний диаметр зерен засыпки, м; k – коэффициент, определяемый экспериментально.

Описание происходящих в реальных зернистых фильтрах процессов возможно лишь по экспериментально-эмпирическим зависимостям.

Обработка экспериментальных данных, полученных при испытаниях зернистого фильтра на чистом воздухе, показала, что основополагающее влияние на коэффициент k в выражении (2) оказывают диаметр d зернистой засыпки и толщина l слоя засыпки

$$k = (4373,8d + 2,8)(2,05d + 1,03)^{1/l}. \quad (3)$$

Экспериментальные данные, полученные при испытаниях зернистого фильтра на пылевоздушной смеси с начальной концентрацией пыли $c_n = 7 \text{ г/м}^3$, дали возможность определить изменения коэффициента k от времени τ

$$k = (2,05d + 1,03)^{1/l} \left(\frac{-1995\tau}{\tau - 30923} \ln d - \frac{10532\tau}{\tau - 29194} \right). \quad (4)$$

Эффективность улавливания пылевых частиц зернистым слоем можно определить по зависимости, предложенной в [4]. Для более точных результатов необходимо ввести дополнительный коэффициент k_η , учитывающий влияние конструктивных особенностей зернистого фильтра и продолжительности фильтрации:

$$\eta = k_\eta (1 - e^{-K(a+b\tau)}), \quad (5)$$

где

$$K = 0,245 \frac{h^{0,25} d_n \rho_n}{w^{0,5} d^{1,5} \mu}; \quad a = 0,877 \cdot 10^{-7}; \quad b = 2,57 \cdot 10^{-11};$$

τ – время фильтрации, с; ρ_n – плотность частиц пыли, кг/м³.

На основе экспериментальных данных получена зависимость для определения коэффициента k_η зернистого фильтра

$$k_\eta = \left(\frac{19,05d}{d + 0,064} \right) \left(\frac{1976,7}{\ln d + 1982,8} \right)^{\Delta p}. \quad (6)$$

Дополнительные испытания зернистого фильтра СТФ-3 при различной начальной концентрации пыли дали возможность определить коэффициент k_c (табл. 2).

Таблица 2

Формула (5)	Начальная концентрация пыли c_n , г/м ³		
	7	15	30
k_c	1	1,2	1,5

Лабораторные, полупромышленные и промышленные испытания зернистого фильтра СТФ-3 подтвердили обоснованность его использования в качестве аппарата системы очистки АБЗ. Эффективность улавливания пыли зернистым фильтром колеблется в пределах 41...79 % при гранулометрическом составе запытки фракций 20...40 и 5...10 мм.

ВЫВОДЫ

1. Испытания на АБЗ предлагаемых пылеулавливающих устройств позволили подтвердить, что циклон СТФ-Ц и зернистый фильтр СТФ-3 могут использоваться в качестве эффективных современных пылеуловителей системы очистки АБЗ как по отдельности, так и вместе, образуя единую систему.

2. Внедрение новых конструкций пылеуловителей позволит повысить эффективность пылеулавливания как на АБЗ, так и на других предприятиях стройиндустрии, а также будет способствовать защите окружающей среды от пылевых выбросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. ВУ3781 С1 (РБ), В04С 5/22. Циклон. / Б. М. Хрусталев, В. Д. Сизов, Н. В. Кислов, В. Н. Короткий // Офиц. бюл. – 2001. – № 1.
2. **Короткий В. Н.** Инерционный пылеуловитель СТФ-Ц // Вестник Белорусской государственной политехнической академии. – 2002. – № 1. – С. 21–23.
3. **Пирумов А. И.** Обеспыливание воздуха. – М.: Стройиздат, 1974. – 207 с.
4. **Банит Ф. Г., Мальгин А. Д.** Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1979. – 351 с.