

## **ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ РЕГЕНЕРАЦИИ ЯЧЕЙКОВЫХ, РУЛОННЫХ И РУКАВНЫХ ВОЗДУШНЫХ ФИЛЬТРОВ**

Асс. ПИВОВАРОВА С.И. (ПГУ)

Для очистки воздуха от пыли системы вентиляции административных, общественных и промышленных зданий оснащаются различными фильтровальными установками, в том числе широко используются сухие тканевые фильтры. Ниже рассматриваются ячейковые типа Фя и рулонные незамасляемые тканевые фильтры, а также рукавные фильтры наиболее часто применяемые в различных системах вентиляции для очистки воздуха от пыли, правильная эксплуатация которых улучшает экологическое состояние окружающей воздушной среды и снижает стоимость очистки воздуха от пыли [1].

Особенностью названных фильтров является то, что наполнители их быстро насыщаются пылью и приходится практически часто полностью заменять их новыми, то есть фильтр используется одноразово. Иногда применяется регенерация названных фильтров простейшим способом. Для рукавных фильтров рекомендуется применять регенерацию автоматическим встряхиванием с одновременным продуванием их, в результате чего происходит быстрый износ фильтровальной ткани. Реже рекомендуется проводить регенерацию этих фильтров механическим сотрясением в совокупности с обратной продувкой воздухом с помощью вентилятора. В некоторых случаях используется продувка или отсасывание пыли с поверхности плоских фильтров пылесосом, однако при этом способе регенерации тратится большой объем продувочного воздуха и не достигается достаточная степень очистки фильтровальной поверхности от пыли. После таких способов регенерации степень разгрузки фильтровальных материалов недостаточна, так как после каждой регенерации происходит увеличение сопротивления фильтра, по сравнению с начальным, в среднем на 30 % [2], что влечет неоправданное увеличение энергозатрат.

В отдельных случаях рукавные фильтры подвергают импульсной регенерации, хотя этот способ не достаточно эффективно используется, что объясняется подачей импульсных струй вдоль по длине рукавов, а не на саму фильтровальную поверхность.

С целью разработки методов повышения эффективности регенерации ячейковых, рулонных и рукавных сухих тканевых фильтров, на основе анализа материалов технической литературы, по экономическим и экологическим соображениям, а так же по результатам проведенных экспериментальных исследований установлено, что наиболее эффективным является импульсный способ регенерации. Поэтому нами предлагается технология импульсной регенерации плоских и модернизация импульсной регенерации рукавных фильтров. Предлагаемый нами способ импульсной регенерации рукавных фильтров позволяет более качественно проводить ее. Применяемая сейчас регенерация рукавных фильтров, имеет тот недостаток, что импульсные струи подаются с торца вдоль длины рукавов, что не обеспечивает равномерной по длине и качественной очистки их от пыли. Нами предлагается размещать пневмотрубки с форсунками внутри либо снаружи рукавов, в зависимости от слоя пыли на фильтровальной ткани. При этом импульсные струи направлены не касательно, а перпендикулярно к фильтровальной ткани. Это обеспечивает высокое качество очистки по всей длине рукавов. На основе выполненных исследований установлена реальная физическая модель деформации фильтровального материала под воздействием импульсной струи и раскрыт механизм его осуществления. Также установлены зависимости для определения оптимальных параметров этого способа восстановления работоспособности фильтровальных тканей; выявлены геометрические и динамические свойства регенерирующей импульсной струи сжатого воздуха; выведены формулы для расчета процесса импульсной регенерации.

Предлагаем следующие формы организации работ по регенерации перечисленных плоских фильтров. Первый способ: запыленные фильтры демонтируются и обеспыливаются в стационарной камере, установленной в лаборатории регенеративного центра. Применение этого способа импульсной регенерации фильтров требует демонтажа загрязненных ячеек или рулонов, доставки их к месту нахождения обеспыливающей камеры, выполнения процесса сушки фильтровальных материалов с повышенной влажностью, затем осуществление регенерации фильтровальной ткани импульсным методом. После процесса регенерации необходимо провести дезинфекцию фильтров и вернуть их на место установки. При этом необходимо иметь двойной комплект фильтров:

один после запылнения демонтируют для проведения регенерации и на его место ставят чистый.

Второй способ организации регенерации этих же фильтров можно осуществлять без демонтажа путем продувки импульсными струями подогретого сжатого воздуха непосредственно на месте их установки. Для этого применим типовой передвижной компрессорный агрегат.

Второй названный способ регенерации можно вести по двум вариантам:

1) вручную путем приближения форсунок к поверхности фильтра и приведения в действие импульсных струй сжатого воздуха;

2) при стационарном нахождении форсунок возле поверхности фильтра в качестве постоянной его составной части.

Как уже говорили, перед началом процесса регенерации необходимо производить сушку фильтровальных тканей до условно сухого состояния, это повышает качество регенерации.

Продолжительность сушки фильтровального материала  $\tau$ , мин, при оптимальной температуре сушки  $t = 70^\circ\text{C}$  определяем по эмпирической формуле (погрешность 7,2 %)

$$\tau = n \cdot W_{\text{н}} \quad (1)$$

где  $n$  - коэффициент из таблицы, определен на основании обработки экспериментальных графиков;

$W_{\text{н}}$  - начальная влажность материала, %.

При импульсной регенерации степень очистки  $\varepsilon_i$ , %, фильтровальной ткани при равновесной влажности  $W_{\text{в}}$ , %, зависит от времени проведения регенерации  $\tau_i$  и после обработки экспериментальных графиков на ЭВМ получена зависимость в виде эмпирической формулы

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{\text{max}} \cdot \left( 1 - e^{(-M \cdot \tau_i^A)} \right), \quad (2)$$

где  $\tau_i$  - время проведения регенерации, с.

Значения коэффициентов А, М для сухих фильтровальных материалов  
и значение коэффициента п

Фильтровальный материал	$\varepsilon_{\max}$	М	А	п
Стеклоткань	97	0,1646	0,8428	0,5
Бесофит	97	0,1379	1,1367	0,72
Лавсан	94	0,1733	1,0755	1,60
Фланель	94	0,1969	1,0138	1,50
Штапель	94	0,2017	0,6261	1,20
Сукно	91	0,2544	0,6381	2,50

Выпуск сжатого воздуха осуществляли из прямооточных цилиндрических форсунок диаметром 5 и 7 мм. Этот выпуск сжатого воздуха производили со стороны обратной пылевому слою, что приводит к расширению пор и каналов и способствует более легкому удалению пыли из фильтровального материала.

Наблюдения позволили оценить, что время одного импульса  $\tau_i = 0,4$  с, тогда оптимальная частота импульсов сжатого воздуха составит, имп/мин

$$i_{\text{опт}} = \frac{60}{\tau_i} = \frac{60}{0,4} = 150, \quad (3)$$

Расход сжатого воздуха за время одного импульса, м<sup>3</sup>

$$L_u = \int_0^{\tau_u} \psi_o \cdot \mu \cdot \delta_{\text{пвк}} \cdot f_o \cdot \frac{\sqrt{RT_B}}{\rho_u \cdot v} \cdot d\tau, \quad (4)$$

расход сжатого воздуха одной форсункой, м<sup>3</sup>/мин

$$L_{\phi} = L_u \cdot i_{\text{опт}}; \quad (5)$$

расход сжатого воздуха регенерирующей установкой, м<sup>3</sup>/мин

$$L_{\text{уст}} = L_u \cdot i_{\text{опт}} \cdot n_{\phi}. \quad (6)$$

где  $\psi_0$  – поправочный коэффициент на потерю давления в регенерирующей установке;

$\mu$  – коэффициент расхода воздуха;

$\delta_{\max}$  – максимальное значение функции зависящей от соотношения внешнего и внутреннего давления;

$f_0$  – площадь выходного сечения форсунки, м<sup>2</sup>;

R – газовая постоянная для воздуха, Дж/(кг К);

$\rho_0$  – плотность атмосферного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$T_B$  – абсолютная температура сжатого воздуха, К;

$\nu$  – удельный объем сжатого воздуха, м<sup>3</sup>/кг.

## ВЫВОДЫ

Данный способ регенерации сухих тканевых незамазляных фильтров позволяет проводить для одного фильтра до 20 регенераций. Подробнее рассмотренные способы импульсной регенерации описаны в [3].

Оптимальные параметры импульсной регенерации экспериментально установлены [3, 4]: расстояние от выходного сечения форсунки до фильтровального материала 5-15 см; давление сжатого воздуха в ресивере компрессора от 0,3 до 0,5 Мпа; частота импульсов сжатого воздуха от 120 до 160 импульсов в минуту.

Предлагаемый способ импульсной регенерации позволяет многократно увеличить срок службы названных фильтров. Кроме того обеспечивает высокое качество их очистки, а конструктивная простота предложенных технических средств и вариантов осуществления регенерации даёт экономию времени на проведение этого процесса и в целом сокращает затраты на производство фильтров, уменьшает трудовые и энергетические затраты, способствует экологической чистоте окружающей среды.

Для нормальной эксплуатации фильтров целесообразно создать регенеративные центры в каждом промышленном регионе Республики Беларусь, укомплектовав их разработанными нами техническими средствами.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Примак А.В., Балтренас П.Б. Защита окружающей среды на предприятиях стройиндустрии: Охрана окружающей среды. - К.: Будівельник, 1991. - 152 с.
2. Отопление и вентиляция. Часть 2. Вентиляция/ В.Н.Богословский, В.И.Новожилов, Б.Д.Симаков и др. - М.: Стройиздат, 1976. - 440 с.
3. Повышение санитарно-гигиенической, экологической и энергетической эффективности систем вентиляции: Учебное пособие.-С.И.Луговский, Е.С.Луговская, А.П.Шишова, С.И.Пивоварова.- Новополоцк: Изд-е Полоцкого государственного университета, 1994. - 120 с.
4. Пивоварова С.И. Совершенствование импульсной очистки рукавных фильтров// Процессы и оборудование экологических производств: Тез. докл.III межреспубликанской научно-техн. конф. - Волгоград, 1995. - с.105-106.