

УДК 62-784.412.2-52

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ КЛАПАНОВ  
В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКЕ ОЧИСТКИ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.Р.Якуба, проф.; А.В.Маневская, мл.науч.сотр.

Очистка воздуха от твердых загрязнений в установках кондиционирования составляет первостепенную задачу [1].

Одним из новых направлений в очистке газов является применение зернистых фильтров [2]. В отличие от тканых рукавных материалов зернистые фильтры значительно дешевле. Изменением высоты слоя можно обеспечить улавливание частиц любого дисперсного состава. Одной из самых больших трудностей проектирования и эксплуатации таких фильтров является невозможность создания необходимых больших поверхностей фильтрования и эффективных способов регенерации зернистого слоя после накопления пылевого осадка.

Такую задачу удалось успешно решить в автоматизированной установке, созданной на основе быстродействующих клапанов [3]. Быстродействующие клапаны (рис.1), использованные в пилотной установке (рис. 2) состоят из цилиндрического корпуса 1, входного патрубка 2 и выходного патрубка 3. Мембрана 4

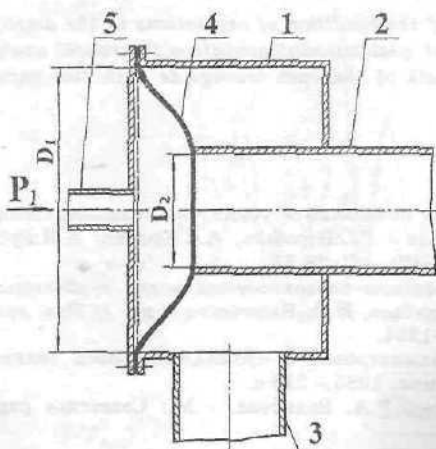


Рисунок 1 - Быстродействующий клапан

выполнена в виде диска из упругой резины толщиной 2 мм, зажатого между фланцами крышки и корпуса. Подача управляющего воздействия по каналу 5 ( $P_{упр}=1,4$  атм) приводит к запертию воздушного потока в линии 2. Сброс давления ( $P_1=0$ ) приводит к соединению линий 2 и 3 и поступлению потока воздуха на фильтрование или регенерацию.

Автоматизированная установка кондиционирования воздуха (рис. 2) содержит вихревой аппарат 1 предварительной очистки запыленного воздуха, зернистый фильтр 2, включающий автономные секции 3 с насыщенными зернистыми слоями 4. К корпусу фильтра 1 герметично крепятся распределительные короба 5 и 6 с перегородками 7 и штуцерами 8 подвода запыленного и вывода очищенного газа 9. Каждый из штуцеров имеет два управляющих клапана 10, осуществляющих перекрытие потоков запыленного и регенерирующего газа. Открытие и закрытие клапанов осуществляется системой пневматических реле 11 и 12 с пневматическим управлением и реле 13 с ручным управлением. У реле 11 нормальное состояние закрытое, у реле 12 — открытое.

Принцип работы установки пылеулавливания заключается в следующем. Запыленный газ после предварительной очистки в вихревом аппарате 2 поступает через распределительный короб 5 в верхнее пространство секции. Газ проходит через насыпные фильтровальные

перегородки и очищается от твердых частиц; очищенный поток через распределительный короб 6, патрубки 9 и верхние клапаны выбрасывается в атмосферу. Одновременно регенерирующий газ из соответствующего патрубка поступает в одну из секций, работающую в режиме регенерации, где проходит через зернистый слой снизу вверх, очищает его от уловленных частиц и выходит через нижний канал на регенерацию в вихревой аппарат.

Переключение секций с режима фильтрации в режим регенерации осуществляется подачей сжатого газа в верхние клапаны, а возврат в режим фильтрации — в нижние.

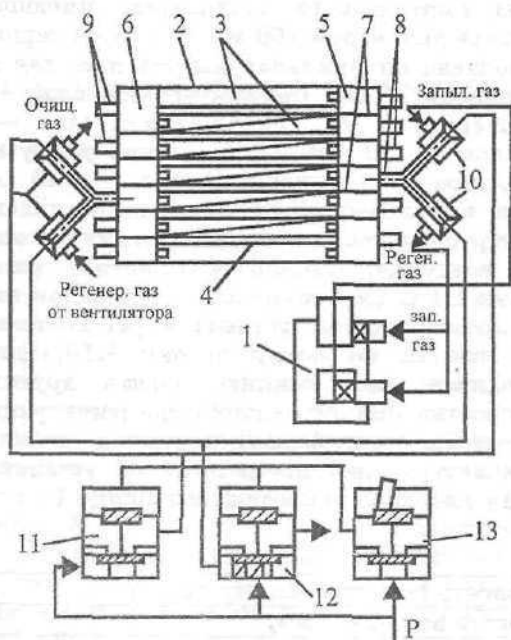


Рисунок 2 - Автоматизированная установка пылеулавливания

Установка может работать по заданному циклу при замене ручного реле управляющим цикловым пневматическим командоаппаратом. В лаборатории проводились испытания установки, соответствующей описанной схеме. Она предназначена для работы в ручном и автоматическом режимах. Для ручного режима клапаны выполнялись в виде резинового диска на штоке, выдвинутом наружу. Экспериментальная установка включала: вентилятор ВВД-5; вихревой пылеуловитель диаметром 120 мм; зернистый фильтр, который состоял из двух секций с двумя кассетами в каждой размером 300×300×40 мм; опорная сетка для зерен выполнена из нержавеющей стали с размерами ячеек 1×1 мм; быстродействующие клапаны с  $D_1=80$  мм,  $D_2=D_3=50$  мм; клапанные распределители системы АУС ЭДД с  $D_y=10$  мм. Испытания проводились на пылевидном графите размером частиц от 5 мкм до 5 мм.

При работающем вентиляторе пыль вводилась в ВПУ периодически через тангенциальный штуцер, работающий под разрежением. Расход воздуха, засасываемого через верхний штуцер ВПУ, составлял 55 м<sup>3</sup>/ч, расход регенерирующего газа, подаваемого в нижний штуцер ВПУ, — 20 м<sup>3</sup>/ч. Насынный слой состоял из шариков стекла диаметром от 3 до 4 мм, высотой 40 мм.

Начальное сопротивление фильтра — 20 мм в. ст. Подача в ВПУ 500 г пыли приводила к удваиванию сопротивления. Таким образом, нагрузка фильтра по пыли, приводящая к удваиванию сопротивления, составляла от 140 до 300 г/м<sup>2</sup>. В фильтр после очистки воздуха в ВПУ уносились частицы от 5 до 60 мкм. Проскок имел место в начальный момент. В дальнейшем каналы насыпного слоя закупоривались частичками графита, способствуя улавливанию пыли. Общая эффективность установки достигала от 96 до 99 %, ВПУ — от 90 до 93 %.

Для проектирования опытно-промышленной установки необходимы были и другие показатели работы зернистого слоя. Опыты проводились с использованием пыли оптического отбеливателя, имеющего частицы от 3 до 150 мкм, в фильтре диаметром 100 мм и высотой зернистого слоя от 40 до 100 мм. Установлена оптимальная высота и состав зернистого слоя: нижний слой — шарики 3 мм; промежуточный слой — шарики 1 мм; верхний слой — шарики 3 мм. Общая высота слоя — 70 мм, высота промежуточного слоя — 10 мм. Оптимальная нагрузка по воздуху — 500 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>ч. Начальное сопротивление слоя — 40 мм в. ст. При запыленности слоя в количестве 430 г/м<sup>2</sup> сопротивление удваивается. Восстановление первоначального сопротивления возможно обратной отдувкой чистым воздухом. Однако соотношение регенерирующего и запыленного воздуха 1:1 недостаточно для регенерации зернистого слоя. В основу создания промышленной установки [4] положено соотношение регенерирующего воздуха ко всему потоку 1:10, причем в режиме регенерации находится одна секция, девять других — в режиме фильтрования. Скорость обратной отдувки при регенерации увеличена в 3 раза по сравнению со скоростью фильтрования.

Техническая характеристика промышленной установки и параметры быстродействующих клапанов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Производительность по запыленному газу, м <sup>3</sup> /ч	10000
Диаметр вихревого аппарата, мм	700
Поверхность фильтра, м <sup>2</sup>	20
Размеры секций фильтра, м	1×2
Количество секций, шт.	10
Высота слоя, мм	70
Прямоугольный корпус, мм	450×140
Воздуховоды ввода и вывода, мм	380×90
Толщина мембраны, мм	3
Количество клапанов, шт.	20

## ВЫВОДЫ

1 Проведены испытания быстродействующего клапана в лабораторных условиях.

2 Разработана автоматизированная установка для очистки и кондиционирования воздуха производительностью 10 тыс. м<sup>3</sup>/ч (при нормальных условиях) запыленного газа.

3 Автоматическое переключение режимов фильтрования и регенерации осуществляется быстродействующими клапанами, управляемыми пневмореле системы АУС ЭДД.

## SUMMARY

The results of air clearing by poured granular filters are received. The industrial automated plant on high-speed valves is developed.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герц С.В. Пневматические устройства и системы в машиностроении: Справочник. - М.: Машиностроение, 1981. — 408 с.
2. Коузов П.А., Мальгин А.Д., Скрябин Г.М. Очистка от пыли газов в химической промышленности. - Ленинград: Химия, 1982. — 256 с.
3. Мазус М.Г., Мальгин А.Д., Моргулис М.Л. Фильтр для улавливания промышленных пылей. - М.: Машиностроение, 1985. — 246 с.
4. Якуба А.Р., Кузько С.А., Гагаш В.В. Автоматизированная установка пылеулавливания. Информационный листок. - Харьков: МТЦНТИ, 1989. — 4 с.

Поступила в редколлегию 30 марта 1998 г.

УДК 532.581

## О ПАРАДОКСЕ ЭЙЛЕРА-ДАЛАМБЕРА

П.М.Калиниченко, ст.преп.

### ВВЕДЕНИЕ

Согласно парадоксу Эйлера-Даламбера любое цилиндрическое тело, безотрывно обтекаемое потоком идеальной жидкости, не взаимодействует с потоком жидкости, т.е. не оказывает потоку жидкости никакого сопротивления, равно как и поток не воздействует на тело. Картина внешнего обтекания тел потоком жидкости аналогична картине внутреннего течения жидкости в напорном канале. Различие в структуре потока, полученной расчетным и опытным путем, при движении жидкости в напорном канале и при внешнем обтекании объясняется наличием вязкости, которая не учитывается при замене реальной жидкости её моделью - идеальной. По этому поводу уместно привести рассуждения проф. А.А.Саткевича [1]. "Теоретические построения привели нас к заключению, что сплошной потенциальный поток жидкости не оказывает никакого воздействия на обтекаемое им тело с достаточно скругленными контурами, и что, следовательно, наоборот, и тело не встречает никакого сопротивления при своем перемещении в жидкой среде. Этот противоречащий наблюдениям вывод не может, по видимому, быть устранен введением сил внутренней вязкости в жидкой массе и требует от теории иного освещения". Под этим углом зрения и представлены в предлагаемом материале статьи рассуждения, относящиеся к парадоксу Эйлера-Даламбера.

### 1 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Пусть круглый цилиндр обтекается поперечным потоком идеальной несжимаемой жидкости, вихрь скорости которого на бесконечности перед обтекаемым телом равен нулю. Картина такого обтекания определяется из решения системы уравнений

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \vec{v} &= 0, \\ \operatorname{rot} \vec{v} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

и является симметричной относительно осей, проходящих через центр цилиндра. Симметричной картине обтекания цилиндра соответствует симметричная эпюра распределения давления по поверхности цилиндра, а значит отсутствует силовое взаимодействие цилиндра с обтекаемым потоком.

Уместно предположить, что если при обтекании цилиндра потоком идеальной жидкости сила сопротивления существует, то это возможно только в случае несимметричной эпюры распределения давления по