

УДК 66.067.3:664.7

Доцент С.Ю. Панов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств, тел. (473) 249-91-13

Модернизация фильтров для обеспыливания аспирационных выбросов зерноперерабатывающих предприятий

Приведены данные по успешной модернизации фильтра ФВ-60 по замене механической системы регенерации на импульсную продувку сжатым воздухом пониженного давления с целью повышения эксплуатационных характеристик системы обеспыливания аспирационных выбросов зерноперерабатывающих предприятий.

Data are presented on the successful modernization of the filter to replace the mechanical cleaning system for low pressure pulsed jet regeneration in order to improve system performance dedusting aspiration emission of grain processing enterprises.

Ключевые слова: очистка газов, фильтрование, фильтровальные материалы.

Интенсификация технологических процессов в промышленности, создание высокопроизводительных энерго- и ресурсосберегающих систем, разработка и внедрение нового технологического оборудования резко увеличили выброс в атмосферу значительного количества токсичной пыли и вредных газообразных примесей, многократно превышающих действующие нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ). В этой связи решение проблемы надежного санитарного и технологического пылеулавливания в пищевой промышленности, в частности, при переработке зерна, приобретает особое значение.

Важным звеном решения проблемы является модернизация действующего оборудования, чтобы оно было не только конкурентоспособным, но и в некоторых случаях превосходило по техническому уровню новые аналоги [1].

При разработке новых решений высокоэффективного и энергосберегающего пылеулавливания в условиях зернопереработки использовались данные, полученные на ряде предприятий отрасли (ОАО «Воронежский экспериментальный комбикормовый завод», ОАО «Воронежская хлебная база», ФГУП «Аннинский элеватор», филиал ФГУП «Татспиртпром» «Тюрясевский спиртзавод», ОАО «Россошанский элеватор»).

Пыль в зерноочистительных, размольных и шелушильных отделениях мельниц разнородна по величине частиц: частицы зерновой оболочки имеют размер до 250 мкм, а зерна крахмала – около 5 мкм.

На элеваторах и складах зерна в основном низкодисперсная пыль, в зерноочистительных отделениях мельниц на и крупозаводах — средняя пыль, в размольных и выбойных отделениях мельниц, шелушильных отделениях крупозаводов и на комбикормовых заводах — высокодисперсная пыль. Пыль комбикормовых заводов характеризуется различными свойствами, поскольку образуется при обработке разных видов сырья, используемого для получения комбикормов.

На рис. 1 в логарифмически нормальном распределении приведены интегральные кривые распределения размеров частиц для некоторых производственных пылей.

В качестве примера на рис. 2 приведена номограмма значений истинной и насыпной плотности некоторых пылей, образующихся при технологических процессах переработки зерна.

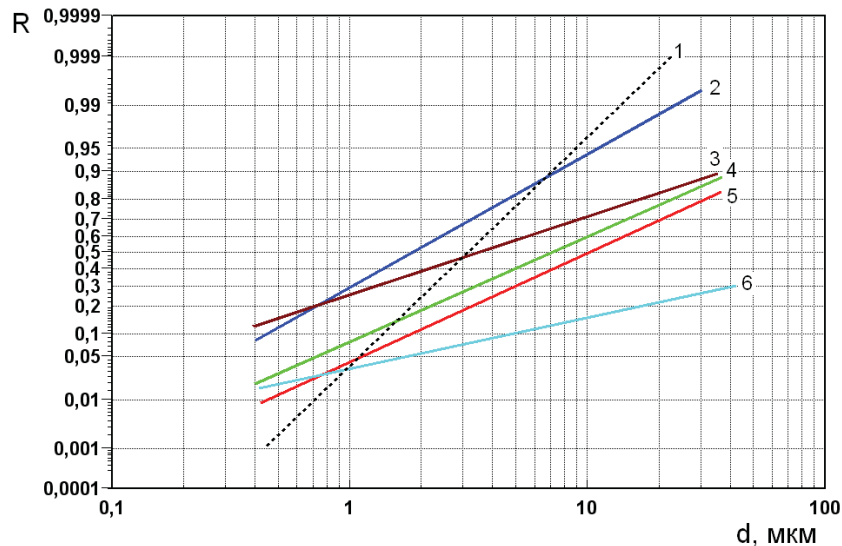


Рис. 1. Интегральные кривые распределения размеров частиц для некоторых производственных пылей (опыты автора): 1 – витающая пыль ($\bar{d}_m=3$ мкм, $\lg\sigma=0,96$); 2 – мучная белая ($\bar{d}_m=1,75$ мкм, $\lg\sigma=0,58$); 3 – пшеничные отруби ($\bar{d}_m=3,75$ мкм, $\lg\sigma=0,36$); 4 – мучная серая ($\bar{d}_m=6,33$ мкм, $\lg\sigma=0,4$); 5 – зерновая ($\bar{d}_m=9,68$ мкм, $\lg\sigma=0,44$); 6 – провеянная пыль ($\bar{d}_m=75$ мкм, $\lg\sigma=0,19$)

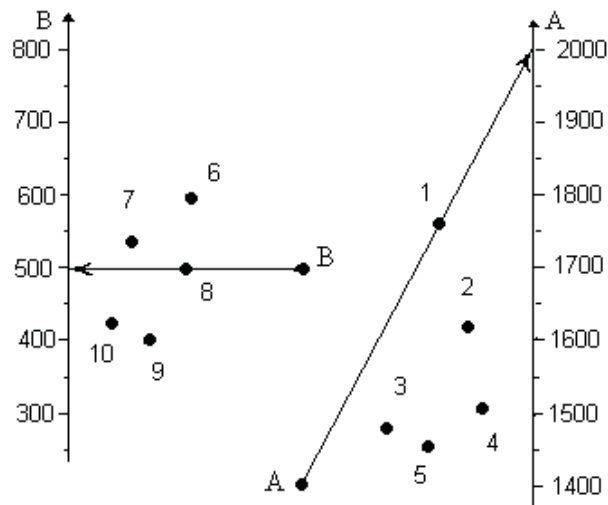


Рис. 2. Значения истинной (A), кг/м³, и насыпной (B), кг/м³, плотности некоторых производственных пылей (опыты автора): 1,6 – провеянная пыль; 2,7 – мучная серая; 3,8 – зерновая; 4,9 – мучная белая; 5,10 – пшеничные отруби

Для улавливания пыли из воздуха, выбрасываемого в атмосферу, на предприятиях зерноперерабатывающей отрасли традиционно используют в основном два типа пылеуловителей: рукавные фильтры и циклоны.

Сравнительные испытания циклонов различного типа показали, что рекомендуемая к применению номенклатура циклонов рассматриваемого типа может быть ограничена цилиндрическими и коническими циклонами

НИИОГАЗ, и в свете полученных теоретических выкладок, позволяющих однозначно оценивать эффективность центробежных пылеуловителей, разработка новых конструкций аппаратов этого типа практически нецелесообразна [2].

Циклоны относятся к аппаратам предварительной очистки, и поэтому, по нашему мнению, не могут полностью решить проблему пылеулавливания, а должны применяться как средство снижения концентрации перед аппаратами тонкой очистки, в первую очередь, фильтров.

Номенклатуру применяемых в зерноперерабатывающих предприятиях фильтров представляют фильтры ФВ и Г4-1БФМ с двойной очисткой фильтровальных рукавов: встряхиванием и посекционной обратной продувкой атмосферным воздухом [3].

В настоящее время анализ работы системы аспирации выявил ряд недостатков, снижающих эффективность их работы.

Системы работают с подсосами атмосферного воздуха в связи с негерметичностью фильтров и воздухопроводов. Объемы отсасываемого воздуха от зон пылевыделения на практике ниже проектных. Недостаточно надежны узлы встряхивания фильтров, что не позволяет добиться эффективной регенерации ткани рукава. Общим недостатком указанных фильтров является быстрый износ механизмов отряхивания, которые уже в первые месяцы эксплуатации выходят из строя. Недостатком также является малый срок службы фильтровальных рукавов, так как ткань при механическом отряхивании работает на изгиб. Срок службы ткани на ряде предприятий составляет 6 месяцев.

Повышение надежности фильтровального оборудования связано, в первую очередь, с выбором фильтровального материала и повышением эффективности работы системы регенерации фильтровальных элементов.

Разработанный в фирме MikroPul высокоэффективный метод очистки рукавных тканевых фильтров без остановки процесса фильтрации за счет импульсной продувки рукавов сжатым воздухом [4] представляется наиболее перспективным для очистки фильтров от пыли.

Импульс газа проходит через фильтровальный элемент, в результате чего он разду-

вается, деформируя пылевой слой, который легко отделяется обратным потоком воздуха.

В фильтрах отсутствуют какие-либо движущиеся узлы и детали, что обуславливает повышенную надежность конструкции.

Метод импульсной продувки лишен многих недостатков других методов, однако зависимость эффективности регенерации фильтровальных элементов от конструктивных и технологических параметров реализующих его устройств мало изучена.

Была проведена модернизация фильтра ФВ-60 с целью замены механической системы регенерации на импульсную продувку сжатым воздухом пониженного давления.

Модернизированный фильтр установлен для обеспыливания воздуха в смесеприготовительном отделении (рис. 3).

Фильтр состоит из корпуса 1, решетки 2, разделяющей корпус на камеры запыленного и очищенного газа, фильтровальных рукавов 3, закрытых снизу, регенерирующего устройства, включающего продувочные трубы 4 с соплами, электромагнитных клапанов 5, ресивера 6, патрубков для входа запыленных и выхода очищенных газов, пылесборного бункера, затвора, люков 7.

Давление сжатого воздуха составляло 0,25-0,35 МПа. Цикл фильтрования был установлен равным 15 мин. Перепад давления между камерами очищенного и запыленного газа составлял 0,5-0,8 кПа.

Основной задачей в решении проблемы пылеулавливания методом фильтрования является подбор фильтровального материала, работающего со следующими условиями: наличие субмикронных частиц; пыль сильноносипающаяся; повышенная влажность; частое включение/выключение фильтров [5].

В качестве фильтровального материала использовали полиэфирную ткань с односторонним каландрированием и полиэфирную ткань с ПЭТФ мембраной.

В момент испытаний фильтр типа ФВ-60 проработал 150 ч. Основные результаты испытаний приведены в таблице.

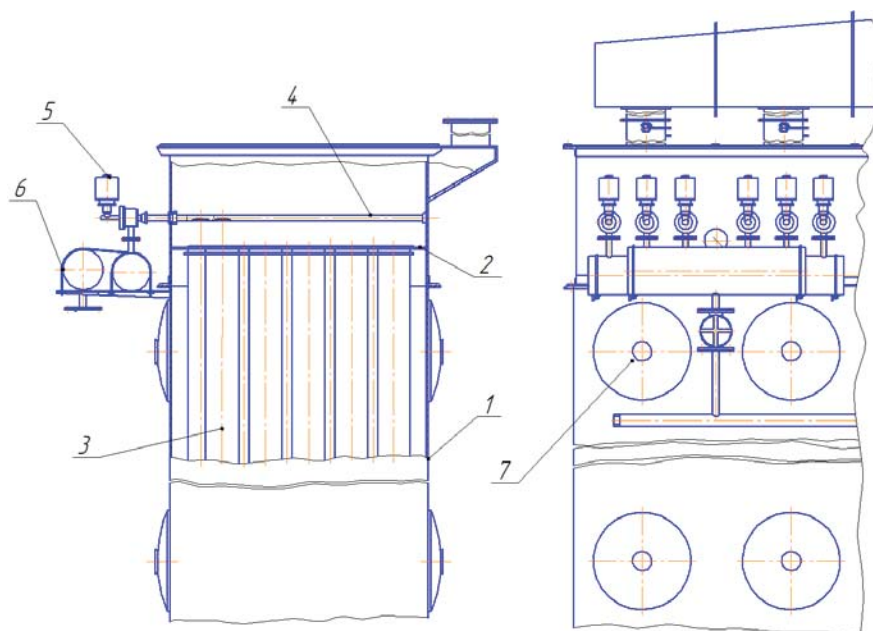


Рис. 3. Секция модернизированного фильтра ФВ-60: 1 – корпус; 2 – решетка; 3 - фильтровальные рукава; 4 - продувочные трубы с соплами; 5 - электромагнитные клапаны; 6 – ресивер; 7 - люки

Т а б л и ц а 1

Результаты промышленных испытаний модернизированного фильтра

№ замера	Температура, °С	Объем газов, м³/ч	Запыленность входная, г/м³	Запыленность выходная, г/м³	Степень очистки, %	Перепад давления, Па
1	24	4850	4,2	0,015	99,6	805
10	26	4820	1,8	0,026	98,6	720
20	20	4800	3,7	0,034	99,1	780
30	18	4820	2,05	0,017	99,2	735
40	24	4850	0,6	0,015	97,5	650
50	18	4500	3,4	0,02	99,4	680
60	16	4650	0,9	0,012	98,7	515

При испытаниях исследовали важные характеристики фильтров: эффективность улавливания частиц, гидравлическое сопротивление, продолжительность работы до регенерации, эффективность регенерации. Это позволило решить ряд вопросов:

- оценить стабильность работы фильтра при различных значениях удельной газовой нагрузки и различной массовой концентрации пыли в пылегазовом потоке на входе;

- разработать и выдать рекомендации по конструктивному и техническому оформлению высокоэффективного фильтра для тонкого разделения аэрозоля при переработке зерна.

Как видно из приведенных в таблице данных, выходная запыленность не превышала 0,034 г/м³ при улавливании зерновой

пыли. Такая выходная запыленность получена при сравнительно высоких скоростях фильтрования (см. таблицу). Средняя входная запыленность в период испытаний составляла 0,5-4 г/м³. Улавливаемая пыль с параметрами- $\bar{d}_m = 9,68$ мкм, $\lg \sigma = 0,44$.

С течением времени проскок уменьшается, причем его падение происходит тем быстрее, чем больше скорость и начальная концентрация. Это говорит о том, что на поверхности фильтра быстрее формируется слой осадка, который повышает эффективность, выполняя роль автофильтра.

Величина перепада давления является важной конструктивной и технологической характеристикой фильтров. Она определяет расход энергии воздушными машинами и

непосредственно влияет на капитальные затраты и эксплуатационные расходы.

Работа модернизированного фильтра характеризуется умеренными значениями гидравлического сопротивления (до 1000 Па), а высокоэффективная система регенерации позволяет стабильно очищать фильтровальную поверхность, что должно существенно повысить время эксплуатации фильтровального материала.

Полученные результаты в своей совокупности показали перспективность предложенного способа пылеулавливания и будут использованы для оптимизации процесса пылеулавливания на предприятиях по переработке зерна Воронежской области.

Таким образом, можно сделать вывод, что:

- модернизированный рукавный фильтр осуществляет высокоэффективное улавливание зерновой пыли за счет применения более плотного фильтровального материала.

- использование модернизированных узлов регенерации для фильтра с импульсной продувкой, работающего на пониженном давлении сжатого воздуха, обеспечивает надежное удаление осажденной на рукавах пыли, что позволяет сократить количество сжатого воздуха (по сравнению с традиционными рукавными фильтрами) и уменьшить затраты энергии на преодоление гидравлического сопротивления фильтра. Возможна работа аппарата при повышенных значениях удельной газовой нагрузки.

Все вышеперечисленные факторы позволяют значительно увеличить экономическую эффективность предприятия за счет сокращения капиталовложений и общих производственных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панов, С.Ю. Исследования фильтра с динамической регенерацией для улавливания и утилизации пылевых выбросов при хранении и переработке зерна [Текст] / С. Ю. Панов, О. А. Панова, Ю. В. Красовицкий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. - № 8. – С. 62-66.

2. Панов, С.Ю. Анализ разделения аэрозолей с неслипающейся твердой дисперсной фазой вращающимся цилиндрическим фильтром [Текст] / С.Ю. Панов, Ю.В. Красовицкий, Е.И. Пустыльник [и др.] // Хим. и нефтегазовое машиностроение. 1999. - № 6. – С. 9-12.

3. Веселов, С. А. Вентиляционные и аспирационные установки предприятий хлебопродуктов [Текст] / С. А. Веселов, В. Ф. Веденев. - М.: КолосС, 2004. - 240 с.

4. 50 Jahre Pulse-Jet Filterabreinigung // Zement-Kalk-Gips Int. - 2006. - 59, № 5. - С. 24.

5. Панов, С.Ю. Выбор решения для улавливания и утилизации пылевых выбросов при хранении и переработке зерна [Текст] / С.Ю. Панов, О.А. Панова, Ю.В. Красовицкий // Вестник ВГТА. -2009. - № 1. - С. 73-81.