МОДЕРНИЗАЦИЯ РУКАВНОГО ФИЛЬТРА В КОМБИКОРМОВОМ ПРИЗВОДСТВЕ

А.В. Майоров[1], *канд. техн. наук, доцент*
А.Д. Конуров[1], *магистрант*
А.Н. Маршалова[2]
[1]Марийский государственный университет
[2]Поволжский государственный технологический университет
(Россия, г. Йошкар-Ола)

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11899

Аннотация. *В современных комбикормовых цехах для очистки сухим способом запыленного воздуха, выделяемого из продукта, к нориям в районе места загрузки продукта устанавливается локальный фильтр типа ФКЦЛ 620 БВ. Недостатком этого фильтра является большая энергоемкость очистки рукава, включающий ручной труд обслуживающего персонала, а также необходимость отключения фильтра на время проведения регенерации, что ведет к снижению эффективности процесса фильтрования и производительности линии на 36,5%. Все это значительно влияет на производительность всего цеха. Для исключения данного недостатка предлагается модернизировать локальный фильтр типа ФКЦЛ 620 БВ добавлением вращательного движения фильтровального рукава. Реализуется данное предложение установкой ременной передачи на фильтр. Ведомый шкив ременной передачи одевается на выходной патрубок фильтровального рукава. Модернизация локального фильтра позволяет повысить производительность всей линии, обеспечить стабильность и эффективность процесса фильтрования без остановки линии производства комбикормов.*

Ключевые слова: *фильтр, комбикорм, очистка, запыленность, модернизация.*

Аспирационные установки, в общем случае, предназначаются для отсасывания больших объёмов запылённого воздуха, и его очистке. Они также могут быть объединены под названием «обеспыливающие», но некоторые из них имеют целый ряд специфических, конструктивных и расчётных особенностей [1-3].

В промышленности аспирационные установки используются для очистки воздуха от производственной пыли. Производственная пыль – это мельчайшие твёрдые частицы, выделяющиеся при обработке различных материалов механическими (термическими, химическими и т. п.) воздействиями. Например, при дроблении, размоле, перемешивании, истирании, пересыпке и транспортировке сыпучих материалов и т. д.

В комбикормовой промышленности часто используют рукавные фильтры. Рукавные фильтры представляют собой аппараты с корпусами прямоугольной или круглой формы. Внутри корпусов установлены фильтрующие рукава диаметром от 100 до 300 мм, высотой от 0,5 до 10 м. Запыленную среду пропускают через фильтрующую поверхность рукавов. В зависимости от конструкции фильтра среда может перемещаться изнутри рукава наружу или наоборот. После того как на поверхности рукавов накопится слой пыли, гидравлическое сопротивление которого составляет предельно допустимую величину, рукава регенерируют (сбрасывают в бункер накопившийся слой пыли) [4, 5].

Запыленные газы могут вводиться в рукава снизу или сверху. При вводе снизу ограничивается возможная длина рукавов, так как трудно обеспечить выпадение пыли в течение короткого периода встряхивания. Кроме того, за счет фракционного отвеивания в верхней части рукавов накапливается очень тонкая пыль, которая плохо сбрасывается при регенерации. При вводе сверху направление потока газов способствует выпадению пыли в бункер и возможно применение

более длинных рукавов, однако в этом случае возникает опасность существенного повышения температуры в верхней части корпуса фильтра, а устройства для натяжения рукавов оказываются более сложными. В рукавах для предотвращения их сжатия и облегчения выпадения пыли в бункер при регенерации на определенных расстояниях часто устанавливаются кольца жесткости. Способы крепления и натяжения рукавов оказывают значительное влияние на сроки их службы.

Анализ патентной информации показал, что половина технических решений относится к системе регенерации [4, 5]. Способы регенерации указаны на рисунке 1.

Регенерация фильтровальных элементов сводится к приложению тех или иных нагрузок к запыленному фильтровальному материалу, обеспечивающих в конечном итоге разрушение и отделение пылевого слоя от материала. Для приложения нагрузок могут использоваться способы: механические (обычно встряхивание) или пневматические (различные виды обратной продувки: непрерывная, пульсирующая, импульсная, струйная). Механическое приложение нагрузки сочетается, как правило, с непрерывной обратной продувкой. Остальные виды пневматических воздействий применяются в основном самостоятельно. Возможны также другие способы регенерации с применением, например, акустических колебаний, однако они не получили распространения в промышленности (рис. 1).

В зависимости от способа регенерации различают следующие пять типов фильтров [5]:

– фильтр с механическим встряхиванием (чисто механическая регенерация). Применяется редко, причем для очистки газов небольшого объема, содержащих грубую, легко отряхиваемую пыль. Скорости фильтрации лежат между 0,4 и 1,2 м/мин. Фильтровальным материалом служат ткани из природных или синтетических волокон. Конструкция получается простой (аппараты ФР-6П, ФТ-2М, ФТНС-М и др.);

– фильтр со встряхиванием при одновременной обратной продувке воздухом низкого давления (менее 10 кПа). Расход воздуха при регенерации в этом случае такой же, как и при фильтрации. В отдельных случаях при рыхлой структуре слоя у фильтров с такой регенерацией скорость фильтрации может достигать 2 м/мин. благодаря глубокой очистке ткани (аппараты ФРУ, ФРВ-20, ФРН-30, РФ1 и др.);

– фильтр с одной обратной продувкой воздухом низкого давления (менее 10 кПа), который может подаваться непрерывно или в виде пульсирующего потока. Способ находит преимущественное применение при длине рукавов до 10 м и диаметре порядка 300 мм. Фильтры оснащаются рукавами из синтетической ткани, стеклоткани или иглопробивного войлока. В зависимости от вида пыли (грубой или средней дисперсности) нагрузки могут составлять 0,6-2,5 м/мин. (аппараты ФР, ФРДО и др.);

– фильтр с импульсной регенерацией воздухом высокого давления (0,5·105 до 7·105 Па). Рукава надеваются на каркасы. В ходе регенерации рукава раздуваются, что обеспечивает дополнительное механическое воздействие. Ускорение слоя пыли сопровождается продуванием запыленного фильтровального материала. Скорости фильтрации лежат между 1,5 и 2,5 м/мин. в зависимости от адгезионных свойств слоя пыли. Хотя применение сжатого воздуха не является дешевым способом регенерации, тем не менее, фильтры с импульсной продувкой благодаря повышенной нагрузке по газу получили широкое распространение (аппараты ФРКИ, ФРКДИ, ФРКН);

– фильтры со струйной продувкой, характеризующиеся тем, что воздух обратной продувки проходит не через всю поверхность рукава, а лишь через узкий участок, расположенный напротив кольцевого сопла со щелью шириной от 0,8 до 6 мм. Сопло непрерывно перемещается по высоте рукава, обеспечивая поочередную очистку всей его поверхности. При этом пыль удаляется полностью, так что эффективность пылеулавливания определяется способностью чистого фильтровального материала (плотный войлок) захватывать час-

тицы пыли. Преимуществом таких фильтров является повышенная скорость фильтрации (до 6 м/мин), однако они применяются лишь при пониженных концентрациях пыли на входе — не более 50 мг/м^3 (аппарат РФОСП).

На предприятиях для очистки сухим способом запыленного воздуха, выделяемого из продукта, к нориям в районе места загрузки продукта часто устанавливаются локальные фильтры типа ФКЦЛ 620 БВ (рис. 2,а), состоящий из корпуса 1 с дверью, фильтровального гофрированного рукава 2, подвешенного внутри корпуса 1, и вентилятора 3, создающего всасывающий поток воздуха.

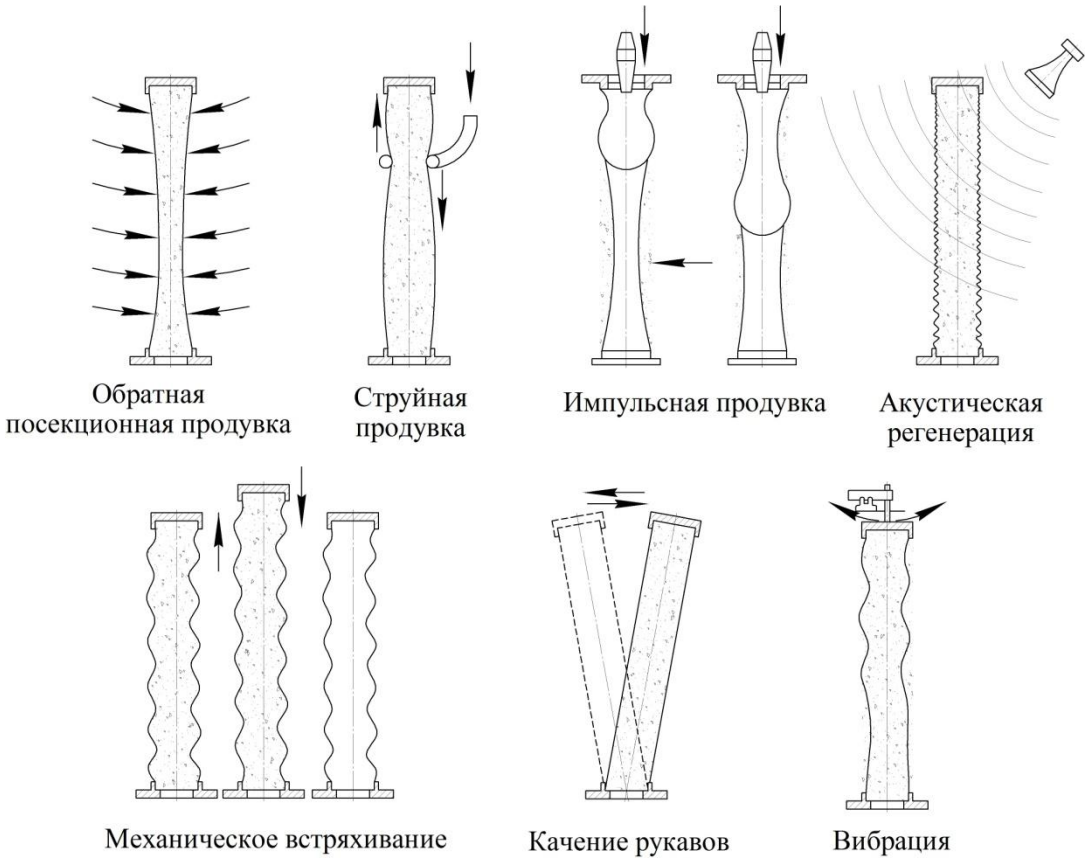
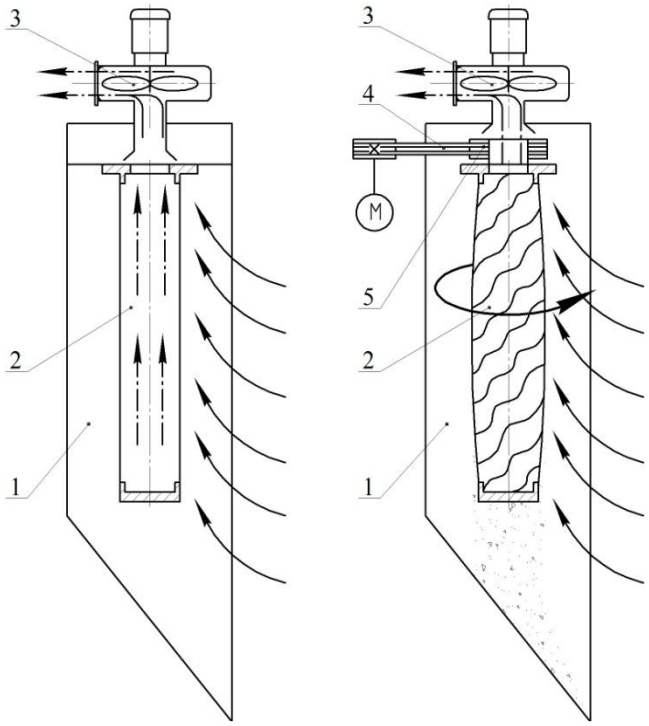


Рис. 1. Способы регенерации рукавных фильтров

В существующем локальном фильтре (рис. 2,а) запыленный воздух проходит через ткань фильтровального рукава 2 в направлении с наружи внутрь рукава, а далее выбрасывается очищенный воздух наружу. Регенерацию рукавов производят включением на короткое время вентилятора 3 в обратную сторону, в результате которого пыль, прилипшая к ткани, сбрасывается обратно в норию. Кроме того, для лучшей очистки рукавов открывают дверь локального фильтра 1 и производят дополнительно очистку вручную.

Недостатком этого фильтра является большая энергоемкость очистки рукава, включающий ручной труд обслуживающего персонала, а также необходимость отключения фильтра на время проведения регенерации, что ведет к снижению эффективности процесса фильтрования и производительности линии.

Поэтому предлагается модернизировать локальный фильтр типа ФКЦЛ 620 БВ добавлением вращательного движения фильтровального рукава (рис. 2,б). Реализуется данное предложение установкой ременной передачи 4, приводимой от электродвигателя, на фильтр. Ведомый шкив 5 ременной передачи 4 одевается на выходной патрубок фильтровального рукава 2.



а б

Рис 2. Схема работы фильтров до модернизации (а) и после модернизации (б)
1 – корпус фильтра; 2 – рукав фильтровальный; 3 – вентилятор;
4 – ременная передача; 5 – ведомый шкив ременной передачи

Модернизированный фильтр работает следующим образом:

Запыленный воздух поступает к вращающемуся фильтровальному рукаву 2 и за счет циклонного эффекта происходит первичная сепарация крупной пыли, затем газопылевая смесь проходит через рукава 2, при этом частицы пыли задерживаются на их наружной поверхности, а очищенный воздух поступает в камеру «чистого» воздуха и отводится из фильтра.

Регенерацию рукавов производят кручением рукавов 2 совместно с включением на короткое время вентилятора 3 в обратную сторону. В результате крутки пылевой слой сваливается с рукава 2 или ломается и удаляется с помощью продувки воздухом в обратном направлении.

Модернизация локального фильтра позволяет повысить производительность всей линии, обеспечить стабильность и эффективность процесса фильтрования без остановки линии производства комбикормов.

Библиографический список

1. *Демский, А.Б.* Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов: Справочник / А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 760 с.

2. *Ковалевский, В.И.* Проектирование технологического оборудования и линий: Учебник для вузов. – СПб.: Гиорд, 2007. – 320 с.

3. *Оборудование* для хранения продукции растениеводства: учебник для вузов / Т.М. Слиткова [и др.]. – Нижний Новгород: Нижегород. ГСХА, 2010. – 107 с.

4. *Плаксин, Ю.М.* Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник для вузов / Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, В.А. Ларин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2006. – 760 с.

5. *Технологическое* оборудование для переработки продукции растениеводства / Под ред. А.А. Курочкина. – М.: КолосС, 2013. – 445 с.

MODERNIZATION OF HOSE FILTER IN FODDER DRIVING

A.V. Mayorov[1], *Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*
A.D. Konurov[1], *Student*
A.N. Marshalova[2]
[1]Mari State University
[2]Volga State University of Technology
(Russia, Yoshkar-Ola)

Abstract. *In modern fodder workshops for dry cleaning of dusty air emitted from the product, a local filter of the FCL 620 BV type is installed to the elevators in the area of the product loading point. The disadvantage of this filter is the high energy consumption of cleaning the hose, including manual labor of maintenance personnel, as well as the need to turn off the filter during the regeneration, which leads to a decrease in the efficiency of the filtering process and line productivity by 36.5%. All this significantly affects the productivity of the entire workshop. To eliminate this drawback, it is proposed to upgrade the local filter type FCL 620 BV by adding the rotational movement of the filter sleeve. This proposal is being implemented by installing a belt drive on the filter. The driven pulley of the belt drive is worn on the outlet pipe of the filter sleeve. Modernization of the local filter allows to increase the productivity of the entire line, to ensure stability and efficiency of the filtering process without stopping the feed production line.*

Keywords: *filter, compound feed, cleaning, dust, modernization.*