питание является неправильное употребление, некачественная продукция, побочные эффекты. Поэтому перед началом применения нужно понять, как правильно, сколько, и что подойдет для организма.

На сегодняшний день можно с уверенностью сказать, что товары спортивного питания будут расти, потому что постоянно увеличивается число спортзалов, фитнес-центров, а так же культура повышения на употребление спортивного питания. Рынок спортивного питания только растёт, а от рекламы покупателей становится больше. Учредители должны идти в ногу со временем, чтобы его продукт покупали постоянно, т.е фирма должна развиваться сама и идти в ногу со временем.

1. Корелин О.А. Правильное питание при занятиях спортом и физкультурой. – СПб.: 2005.
2. Рекомендации по питанию спортсменов / Физкультура и спорт. – М., 1975. – 200 с
3. Скурихин И.М. Как правильно питаться. – М., 1985. – 240 с
4. Безруких М.М., Филиппова Т.А. Разговор о правильном питании. - М. 2006г.

Балекова А.А.¹, Умбетов Е.С.²

Разработка пылеуловителя на встречных закрученных потоках для очистки воздуха в пункте первичной обработки зерна

¹*РГКП «Каспийский Государственный Университет Технологии и Инжиниринга им. Ш.Есенова»
(Казахстан, Атырау)*

²*НАО «Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева»
(Казахстан, Алматы)*

doi: 10.18411/lj-06-2020-95

idsp: ljjournal-06-2020-95

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы классификации систем пылеулавливания на встречных закрученных потоках, проблемы очистки воздуха в переработке зерна, разработана лабораторная модель пылеуловителя, проведены исследования и предложены принципиальные схемы для очистки воздуха, позволяющий определить энергоэффективность работы пылеуловителя, а также массогабаритные показатели установки в целом.

Ключевые слова: системы обеспыливания, пылеуловители, встречные закрученные потоки (ВЗП), шлюзовой затвор, сепарационная камера.

В технологических процессах послеуборочной обработки зерна общее количество пыли минерального и органического происхождения достигает 15–30%. Основными источниками пылевыведения и загрязнения воздуха внутри цеха послеуборочной переработки зерна являются зерноочистительные машины, сушильные установки, механизмы перемещения зерна (аэрожелоба, нории, транспортеры, зернопроводы и т.д.), установки для вентилирования и др. оборудование [1, 2, 3].

Требования к воздушной среде по предельно допустимой концентраций, определяется ГОСТом 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны", что обуславливает разработку принципиально новых типов вентиляционной и пылеулавливающей техники.

Традиционно используемые инерционные пылеуловители зачастую не обеспечивают возросшие требования к качеству очистки пылевых выбросов.

В последние годы все в системе пылеулавливания в зерновой промышленности в качестве пылеулавливающих средств сухой очистки получили рекомендации для широкого распространения вихревые пылеуловители на встречных закрученных

потоках (ВЗП). Внедрение таких пылеуловителей обусловлено следующим рядом преимуществ по сравнению с циклонными: более высокий диапазон улавливания дисперсной пыли; большая удельная производительность; меньшая чувствительность фракционной эффективности к колебаниям расхода газа и концентрации пыли в нем; возможность более эффективной очистки пылевидной среды и регулирования процесса пылеулавливания изменением соотношений расходов газа через потоки, а в некоторых случаях менее высокие затраты [4].

Классификация систем обеспыливания

Существующая система обеспыливания включает три подсистемы: пылеулавливание (ПУ), пылеочистку (ПО) и рассеивание пыли (РП). Каждую подсистему можно реализовать различными методами (аэродинамическим, электромагнитным, механическим и др.), которые определяются характером направленных внешних воздействий на пылевой аэрозоль. Любой метод может быть осуществлен различными способами (орошением пеной, паром т.д.), а способ техническими средствами.

В основу действия аппаратов для очистки дисперсных частиц положен определенный физический механизм. С учетом физики процесса нами проведена классификация систем обеспыливания, которая представлена на рис.1.

Нами выявлены следующие способы обеспыливания [5]:

- инерционные, осаждение под действием сил инерции;
- фильтрационные, в котором задействованы различные фильтрационные механизмы;
- электрические, осаждение в электрическом поле;
- гравитационные, осаждение в гравитационном поле.

Рисунок 1—Классификация систем обеспыливания.

В улавливающих устройствах применяют следующие способы отделения взвешенных частиц от взвешивающей среды, т.е. воздуха (газа), осаждение в центробежном поле, фильтрование, и др.

Наиболее распространенным оборудованием для улавливания дисперсных частиц из воздушно-газовых потоков являются сухие гравитационные и инерционные вихревые осадители, фильтры различных конструкций, электрофильтры.

Инерционные пылеуловители. При резком изменении направления движения газового потока частицы пыли под воздействием инерционной силы будут стремиться двигаться в прежнем направлении и после поворота потока газов выпадают в бункер. Эффективность этих аппаратов небольшая.

Циклонные аппараты наиболее распространены в промышленности.

По способу подвода газов в аппарат их подразделяют на циклоны со спиральными, тангенциальным и винтообразным, а также осевым подводом. Циклоны с осевым подводом газов работают как с возвратом газов в верхнюю часть аппарата, так и без него.

Газ вращается внутри циклона, двигаясь сверху вниз, а затем движется вверх. Частицы пыли отбрасываются центробежной силой к стенке. Обычно в циклонах центробежное ускорение в несколько сот, а то и тысячу раз больше ускорения силы тяжести, поэтому даже весьма маленькие частицы пыли не в состоянии следовать за газом, а под влиянием центробежной силы движутся к стенке [6].

В основе работы всех фильтров лежит процесс фильтрации газа через перегородку, в ходе которого твердые частицы задерживаются, а газ полностью проходит сквозь нее.

В зависимости от назначения и величины входной и выходной концентрации фильтры условно разделяют на три класса: фильтры тонкой очистки, воздушные фильтры и промышленные фильтры.

Волокнистые фильтры. Фильтрующий элемент этих фильтров состоит из одного или нескольких слоев, в которых однородно распределены волокна. Это фильтры объемного действия, так как они рассчитаны на улавливание и накопление частиц преимущественно по всей глубине слоя. Сплошной слой пыли образуется только на поверхности наиболее плотных материалов. Такие фильтры используют при концентрации дисперсной твердой фазы 0,5-5 мг/м³ и только некоторые грубоволокнистые фильтры применяют при концентрации 5-50 мг/м³. При таких концентрациях основная доля частиц имеет размеры менее 5-10 мкм.

Зернистые фильтры. Применяются для очистки газов реже, чем волокнистые фильтры. Различают насадочные и жесткие зернистые фильтры.

Тканевые рукавные фильтры представляют собой металлический шкаф, разделенный вертикальными перегородками на секции, в каждой из которых размещена группа фильтрующих рукавов. Верхние концы рукавов заглушены и подвешены к раме, соединенной с встряхивающим механизмом. Внизу имеется бункер для пыли со шнеком для ее выгрузки. Встряхивание рукавов в каждой из секций производится поочередно. (рис 1)

Метод улавливания пыли в электрическом поле заключается в следующем. Частицы пыли сначала получают заряд от ионов газа, которые образуются в электрическом поле высокого напряжения, а затем движутся к заземленному осадительному электроду. Попадая на заземленный уловитель, частицы прилипают и разряжаются. Когда осадительный электрод обрастает слоем частиц, они стряхиваются под воздействием вибрации и собираются в бункере. Электрофильтры применяются там, где необходимо очищать очень большие объемы газа и отсутствует опасность взрыва.

В электрофильтрах улавливают пыль с частицами размером выше 5 мкм. Их рассчитывают так, чтобы очищаемый газ находился в электрофильтре в течение 6...8 с. Для увеличения эффективности электроды иногда смачивают водой; такие электрофильтры называют мокрыми. Гидравлическое сопротивление электрофильтров невелико – 150...200 Па. Расход энергии в электрофильтрах изменяется от 0,12 до 0,20

кВт·ч на 1000 м³ газа. Электрофилтры работают эффективно и экономично при значительных объемах выбросов и высоких температурах. Эксплуатационные затраты на содержание и обслуживание электрофилтров, установленных, например, на электростанции, составляют около 3 % общих расходов.

На рис. 1 представлены аппараты гравитационного мокрого пылегазоулавливания.

При очистке газов от частиц пыли и для переработки газообразных отходов с целью извлечения из них полезных компонентов или их обезвреживания успешно применяются методы и оборудование, основанные на принципах мокрого пылеулавливания.

Целесообразно сочетание сухой и последующей мокрой очистки, которая в свою очередь может сочетаться с адсорбционной доочисткой. Развитая поверхность контакта фаз способствует увеличению эффективности пылеулавливания. В промышленности используют мокрые пылеуловители (промыватели) капельного, пленочного и барботажного типов. Конструктивно аппараты могут быть полыми, тарельчатыми, механического и ударно-инерционного действия (ротоклоны), а также скоростного типа (трубы Вентури и другие инжекторы).

На основе анализа нами выбран центробежный пылеуловитель со встречной закруткой потока [4].

Разработка лабораторного пылеуловителя ВЗП

Для исследования системы обеспыливающей вентиляции с пылеуловителем на встречных закрученных потоках была смонтирована макет лабораторной установки, схема которой приведена на рис. 2. Основными элементами установки являются нагнетательный воздуховод 4 со штуцером 6 с задвижкой, обвязка пылеуловителя ВЗП, всасывающий патрубок 5 и вентилятор 2. ВЗП был выполнен с цилиндрическим корпусом диаметром 90 мм, изготовленный из оргстекла. Размеры основных элементов (высота и ширина верхнего ввода первичного потока; диаметр патрубка нижнего ввода вторичного потока; диаметр отбойной шайбы и т.д.) приняты в соответствии с масштабированием основных конструктивных параметров, характерных для аппаратов ВЗП [7]. Вторичный поток приобретает закрученную структуру с помощью тангенциального закручивателя 12, отнесенного от корпуса на расстояние 1. На нагнетательном и всасывающем воздуховоде и в нижнем вводе установлены штуцера для дифференциальных манометров, внутри воздуховодов установлены трубки Пито–Прандля. Соотношение расходов пылевоздушной смеси в верхнем и нижнем вводах в ВЗП, общий расход воздуха регулируется заслонками и задвижками 6. Для имитаций пыли использовали синий порошок, позволяющий наглядно изучать динамику очистки пыли, после очистки пыль собиралось в сборнике пыли 8.

Экспериментальные замеры проводились в соответствии со стандартными методиками [8, 9, 10]. По величинам давлений, измеряемых в воздуховодах при помощи трубок Пито–Прандля и микроманометра ДМЦ-01М, проводились замеры статического и динамического давлений, затем определялись скорость воздуха, расход.

Концентрация пыли зерна ($\rho=750$ кг/м³) на входе в систему обеспечивалась задаваемым временем загрузки, фиксируемым по секундомеру и расчетной массой исходной загрузки, определяемой по зависимости [7]:

$$G_0 \approx X_2 = \frac{c_0 \times L}{60} \tau \quad (1)$$

где G_0 — масса пыли на входе, г;
 c_0 — заданная концентрация на входе, г/м³;
 L — расход, м³/с;
 τ — время загрузки материала, мин.

Рисунок 2–Схема лабораторной установки для исследования эффективности и аэродинамического сопротивления системы с ВЗП, который снабжен патрубком нижнего ввода с изменяемой длиной: 1 – циклон; 2 – вентилятор; 3 – электродвигатель с заземлением; 4, 5 – всасывающий и нагнетательный трубопроводы; 6 – штуцер с задвижкой; 7 – дозатор пыли; 8 – сборник пыли; 9, 10 – дифференциальные манометры; 11 – трубки Пито–Прандтля; 12 – тангенциальный закручиватель.

Результаты экспериментов оформлены в табличной форме на основе которой представлен график эффективности пылеулавливания от

Из результатов экспериментов видна зависимость эффективности пылеулавливания от концентрации пыли. Установлено, что чем меньше концентрация пыли тем больше эффективность центробежно-инерционного пылеуловителя, например, в опытах 1-3 эффективность составляет в среднем 92 %, а эффективность остальных опытов значительно меньше (≈ 60 %), однако если сравнивать её с эффективностью циклонов именно для пыли <10 -20 мкм, то надо отметить, что циклоны или вовсе не улавливают её (<10 мкм) или улавливают (10-20 мкм) с эффективностью 20-40 % [29], практически такая же ситуация и у зарубежных аналогов [30-31].

Примечание: *- в качестве пыли использовали синий порошок со смесью с пыли от зерна

Данные результаты пылеуловителей ВЗП, позволяет сделать вывод о высокой эффективности применения пылеуловителей на встречных закрученных потоках в системах аспирации тонкой очистки зерноперерабатывающих предприятий.

Заключение

1. В работе представлена классификация систем обеспыливания на основе физических процессов, на основе анализа нами выбран центробежный пылеуловитель со встречной закруткой потока.

2. Разработан лабораторный стенд пылеуловителя ВЗП, по результатам которой установлено, что чем меньше концентрация пыли тем больше эффективность центробежно-инерционного пылеуловителя.

1. Бурков А.И., Казаков В.А. Перспективы развития пылеуловителей в процессах послеуборочной обработки зерна // Пермский аграрный вестник.- Пермь: Пермская ГСХА, 1998. С. 199-200.
2. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий / А.В.Панченко, А.М.Дзяздио, А.С.Кеммер и др. М.: Колос, 1974. - 339 с.
3. Галицкий Р.Р., Рудой М.З. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий. М.: Колос, 1978. - 319 с.
4. Ревенко Н.А. Выбор пылеуловителей для зерноочистительно-сушильных комплексов // Тракторы и сельхозмашины.- 1979.- № 6.- С.22-25.
5. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: Учебное пособие.–Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005.–210с.
6. Ветошкин А.Г. Процессы инженерной защиты окружающей среды (теоретические основы): Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. - 325 с.
7. Луканин, Д. В. Экспериментальные исследования эффективности улавливания пылеуловителей на встречных закрученных потоках [Текст] / Д. В. Луканин, Е.В. Гладков // «Альтернативная энергетика и экология» ISJAEЕ 12 - Саров, 2013.-С 140-143.
8. Методика определения концентрации пыли в промышленных выбросах: (эмиссия) [Текст]. - Москва : НИИОГАЗ, 1970. - 32 с. : ил.
9. Методические указания по определению объема и запыленности технологических газов в газоходах [Текст]. - Новосибирск, 1983.
10. Налимов, В. В. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей [Текст] / В. В. Налимов. – Москва : Металлургия, 1982. – 750 с.