

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЭРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

В. ЗЛОЧЕВСКИЙ, д-р техн. наук, заслуженный изобретатель Российской Федерации,
ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Производственная деятельность элеваторов, мелькомбинатов и комбикормовых заводов в значительной степени определяется эффективностью работы аэротехнологических потоков (пневмотранспорт, аспирация оборудования, аэросепарация). В настоящее время работа пневмотранспортных и вентиляционных установок осуществляется по одной из двух схем. Первая — выброс отработанного и очищенного воздуха в атмосферу, вторая — возврат воздуха после очистки в рабочее помещение. В сочетании с задачами охраны природы и рационального использования зерновых ресурсов в тесной связи следует рассматривать задачи выделения из аэротехнологических потоков как пыли, так и ценных продуктов.

СООБЩЕНИЕ ИТАР-ТАСС от 15.12.2008 (ЮЖНАЯ КОРЕЯ — РОССИЯ):

ВЫСШЕЙ НАГРАДЫ — ГРАН-ПРИ МЕЖДУНАРОДНОГО САЛОНА ИЗОБРЕТЕНИЙ–2008
УДОСТОИЛОСЬ ИЗОБРЕТЕНИЕ «АЭРОЦЕНТРОБЕЖНАЯ СЕПАРАЦИЯ ЗЕРНОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ РАЗМОЛА»
(АВТОР В.Л. ЗЛОЧЕВСКИЙ, ПАТЕНТ № RU23 1715 5 С1).



Рис. 1. Винтовые потоки в циклоне:

- восходящий;
- нисходящий

Более всего распространены циклонные аппараты из-за их относительно небольшой стоимости и простоты устройства. Они просты в обслуживании, имеют сравнительно небольшое аэродинамическое

сопротивление при высокой производительности. Вместе с тем характеризуются невысокой степенью улавливания частиц размером от 20 мкм и ниже — 70–90%.

Помимо эффективности очистки воздуха и гидравлического сопротивления пылеулавливающие устройства характеризуются стоимостью очистки. Если принять стоимость очистки объема воздуха в циклоне за 100%, то стоимость очистки такого же объема в батарейном циклоне составит 120%, в тканевых фильтрах в зависимости от типа — от 260 до 280% (при различной эффективности).

Напомним известные принципы работы циклонов и рукавных фильтров. Запыленный воздух поступает в верхнюю часть циклона тангенциально, вовлекаясь во вращательное движение (рис. 1).

При этом возникает центробежная сила, действующая на частицы, в результате которой скорость радиального осаждения может быть значительно больше установившейся скорости гравитационного осаждения. Поэтому намного меньше затрачивается времени на осаждение частиц на стенки циклона, чем на осаждение в осадочной камере. Отброшенные к стенкам частицы непрерывно движутся к выводящему устройству в основании циклона (клапану или шлюзовому затвору). Из наблюдений за движением аэросмеси в циклоне установлено, что на стенке образуется нисходящий винтовой поток, а в нижней части циклона он переходит в восходящий по оси винтовой поток, и далее входит в выхлопной патрубок. Именно в нижней части циклона

при изменении ускорения потока происходит максимальное отделение твердых частиц. Более тонкие частицы постоянно захватываются восходящим винтовым потоком и выводятся через выхлопной патрубок. Эту картину в значительной степени ухудшает подсос воздуха в циклон. Известно, что 1% подсоса воздуха снижает эффективность воздухоочистки на величину от 1 до 4%.

Теоретически, должны выделяться частицы больше определенного размера, но реальная зависимость эффективности от размеров частиц представляет собой плавную кривую (рис. 2). В зоне А содержатся частицы, которые должны были пройти через циклон, но они улавливаются. В зоне Б находятся частицы, которые должны были улавливаться, но остаются в воздушном потоке из-за его турбулентности. Конструктивно это определяется характером ввода аэросмеси в циклон, расположением выхлопного патрубка, высотой и диаметром циклона, определяющими образование

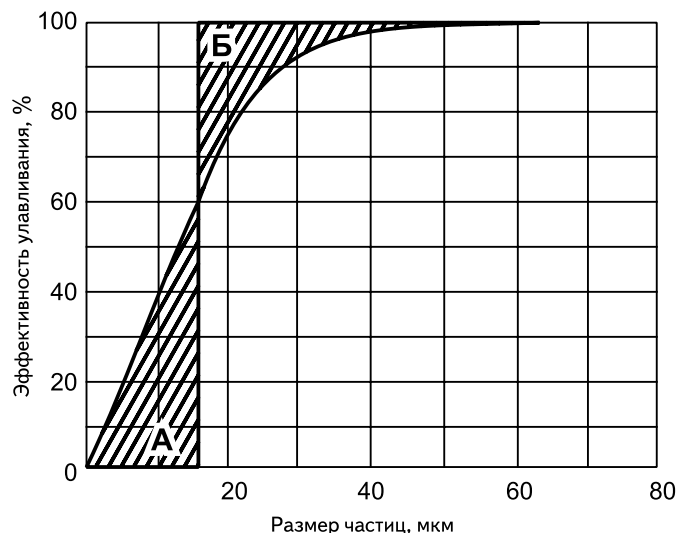


Рис. 2. Кривая фракционной эффективности циклона

и движение вверх воздушного винтового потока. Циклоны с большей высотой и небольшим диаметром более эффективны. Циклоны малого диаметра, размещаемые в одном корпусе и имеющие общие вход в нагнетательную камеру и выход из нее, а также один бункер для сбора пыли, называют батарейными циклонами.

Расчетная концентрация зерновой пыли, выбрасываемой в атмосферу циклонами ЦОЛ при входной скорости в него 18 м/с, при концентрации пыли на входе 2 г/м³ составляет 0,075 г/м³. При этих же параметрах концентрация зерновой пыли, выбрасываемой в атмосферу батарейными циклонами 4БЦШ, составляет 0,0514 г/м³. В производственных условиях фактические показатели запыленности воздуха на выходе из циклонов превышают расчетные в 2–3 раза по причине больших подсосов и отличия входной скорости аэросмеси от рекомендуемой, а также меняющейся во времени концентрации пыли в воздушном потоке. Поэтому после циклонов предусматривается очистка удаляемого воздуха тканевыми фильтрами. Основа работы таких фильтров определяется характеристикой фильтрующей ткани. Например, обычная фильтрующая ткань состоит из нитей основы и утка диаметром порядка 500 мкм, расположенных на расстоянии 100–200 мкм друг от друга и образующих сетку с относительно большими отверстиями, которые частично заполнены тонкими отдельными волокнами диаметром 5–15 мкм. Такая ткань недостаточно эффективна до тех пор, пока на ней не образуется пылевой слой пористостью около 80–95%, после чего фильтр начинает улавливать тонкую мучнистую пыль. При этом важно не допустить уплотнения пылевого слоя, что возможно при определенных условиях и за счет низкой скорости фильтрации до 1,8 м/мин.

При больших расходах воздуха требуется большая фильтрующая поверхность, которая в конструкциях промышленных фильтров доведена до 70 м², с обязательной периодической регенерацией фильтрующей поверхности. В зерноперерабатывающей промышленности используют фильтры-циклоны РЦИ и РЦИР с регенерацией рукавных фильтров в импульсном режиме. Для их работы необходимо использовать сжатый воздух давлением 45–60 кПа и систему для его распределения.

С целью интенсификации выделения из аэротехнологических потоков продуктов размола нами разработана аэромеханическая модель, позволяющая целенаправленно влиять на изменение траекторий частиц, движущихся с воздушным потоком. Преимуществом этой модели является наличие кольцевых зазоров, в которых движется аэросмесь.

Разработанный нами способ аэроцентробежного разделения продуктов размола осуществляется следующим образом (рис. 3): аэродисперсный поток вводят внутрь корпуса через камеру в кольцевое

пространство между ее внутренней поверхностью и пустотелой турбиной, которая заканчивается патрубком, и через упругий элемент соединяется с системой конусов. Наличие упругого элемента и равномерно вращающегося с угловой скоростью ω дисбаланса массой m_d , удаленной от оси вращения на расстояние e , определяет центробежную силу $F_{ц}^{ин}$:

$$F_{ц}^{ин} = m_d \cdot e \cdot \omega^2,$$

вызывающую ускорение a_c колеблющейся системы конусов массой m_k :

$$a_c = (m_d \cdot e) / m_k \cdot \omega^2.$$

При движении твердой частицы в воздушной среде колебания поверхностей конусов можно не учитывать, пока частицы не окажутся вблизи поверхности. При небольших расстояниях между усеченными конусами можно считать, что воздушный поток движется между ними, как твердое тело при винтовом движении. Это означает, что поток вращается вместе с конусами и поступательно движется вдоль образующей конусов с известной постоянной скоростью на входе, равной v . Сила аэродинамического сопротивления, действующая на частицу, зависит от квадрата относительной скорости $v_{отн}$ и противоположна ей по направлению:

$$\vec{F}_{сопр} = -k \cdot v_{отн}^2 \cdot \frac{\vec{v}_{отн}}{v_{отн}},$$

где $k = (m_c \cdot g) / v_{вит}^2$, m_c — масса частицы, $v_{вит}$ — скорость витания частицы.

Далее обогащенный аэродисперсный поток движется вниз при его дополнительной закрутке во вращающемся

патрубке и расположенным в нем неподвижным шнеком. Посредством усеченных вращающихся виброконусов, дисбаланса и неподвижного шнека образуется вихревой поток, который влияет на движение аэросмеси и создает условия для вывода воздушного потока в кольцевые регулируемые каналы. Через них воздушный поток входит внутрь конической части корпуса с верхним и нижним выходами. При необходимости регулировку размеров кольцевых каналов осуществляют изменением расстояния между виброконусами, перемещая их вдоль оси шнека. Следует отметить, что в процессе перемещения аэросмеси вниз поддерживается ее вращательная составляющая, которая может регулироваться и определяется конфигурацией шнека и усеченных конусов. Наиболее легкие частицы затягиваются вихревым потоком и транспортируются вниз по шнеку в бункер. Частицы, прижатые к поверхности усеченных конусов, перемещаются по ним, как вниз и далее в бун-

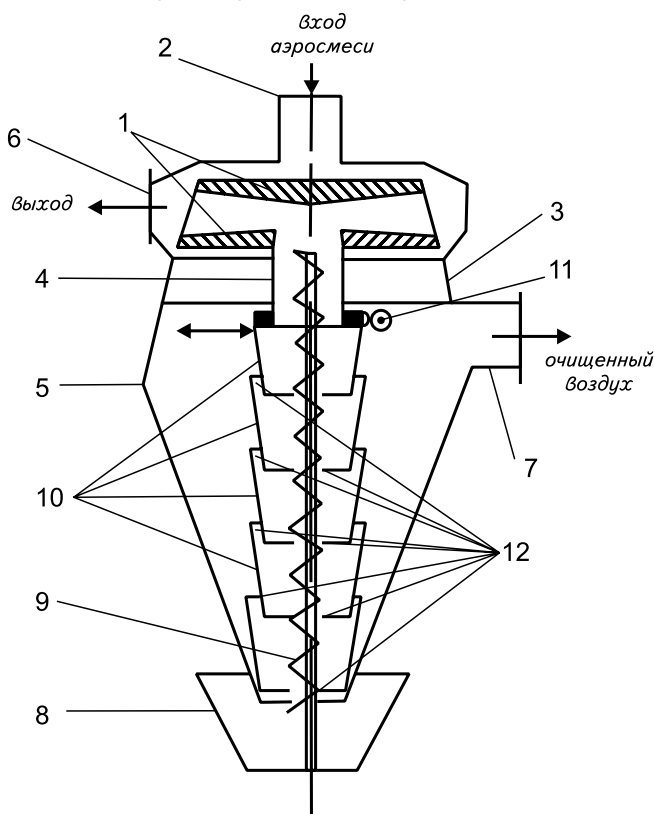


Рис. 3. Способ аэроцентробежного разделения:

- 1 — пустотелая турбина; 2 — камера; 3 — корпус; 4 — патрубок; 5 — коническая часть корпуса; 6 и 7 — верхние выходные патрубки; 8 — нижний выходной патрубок с бункером; 9 — шнек; 10 — система виброконусов; 11 — дисбаланс; 12 — кольцевые каналы

кер, так и вверх по кольцевым каналам. При выходе из кольцевых каналов частицы осаждаются на коническую часть корпуса и выводятся в бункер. Очищенный воздушный поток выводится через верхний патрубок.

Следует обратить внимание, что при таком конструктивном оформлении кольцевые каналы обеспечивают интенсификацию выделения частиц посредством центробежных сил инерции:

$$\vec{F}_{ин} = m_{\text{ч}} \cdot \omega_{\text{ч}}^2 \cdot r_{\text{ч}},$$

где $m_{\text{ч}}$ — масса частицы, $\omega_{\text{ч}}$ — угловая скорость вращения частицы, $r_{\text{ч}}$ — радиус вращения частицы.

Условие схода частицы с вращающихся поверхностей турбины и конусов происходит при $N = F_{ин}$, где N — нормальная реакция. При этом частота колебаний поверхностей конусов, их фрикционные свойства, регулируемая скорость и характеристика воздушного потока при оптимальных конструктивных параметрах обеспечивают целенаправленное движение частиц в воздушной среде, которое определяется их устойчивым осаждением на коническую поверхность корпуса и транспортированием в бункер. При этом с верхней поверхности турбины и из конфузторного пространства выводятся крупные частицы, а более мелкие проходят через конфузторное пространство. При частоте оборотов турбины 1100 об/мин наблю-

дался устойчивый вывод частиц размером 390—560 мкм при их отделении от частиц размером меньше 160 мкм.

С учетом поставленных технических задач посредством изменения числа оборотов и конфигурации турбины можно вести разделение частиц продукта по более тонким размерным классам. Система конусов со шнеком, их конфигурация позволяют выводить частицы размером от 1 до 160 мкм из аэросмеси с расчетной очисткой воздуха до 99,9%.

Понимая, что данная модель является перспективной и высокотехнологичной, мы пошли на первом этапе по пути отработки более простых в конструктивном отношении схем, в которых используется взаимодействие неподвижных конусов со шнеком, апробированных в лабораторных условиях. Эффект очистки воздушного потока при этом доведен до 99,4%, при гидравлическом сопротивлении устройства 540 Па. Разработка проточных аэросистем, включающих в себя виброцентробежные вставки, позволит при поэтапном конструировании и изготовлении быть конкурентными в повышении эффективности работы аэротехнологических систем. При дальнейшем развитии представляется возможным разработать конструкции, которые по эффективности не уступят работе фильтров-циклонов.

Предлагаем профильным заводам и заинтересованным коллективам партнерские отношения по созданию принципиально новой техники.

ООО "І.С.К. ИНЖИНИРИНГ"



Нам доверяют производители из 15 стран Европы и Азии

- Изготовление и поставка комплектных линий и технологического оборудования **TM GRANTECH** для выработки гранулированных комбикормов производительностью от 0,4 до 25 т/ч

- Изготовление и поставка запасных частей (матрицы, ролики, обечайки, планшайбы и др.)

- Шефмонтаж и пусконаладочные работы по вводу оборудования в эксплуатацию

- Полная техническая поддержка и сервисное обслуживание

Система менеджмента качества соответствует международному стандарту ISO 9001:2008



Главный офис:

г. Киев, пр-т Победы, 89-а, оф. 222
тел.: +38 (044) 451 02 28/31
факс: +38 (044) 451 02 30
e-mail: grantech@ick.ua

www.ick.ua