

ПРИНЦИП РАБОТЫ КОЛЬЦЕВОГО СТРУЙНОГО ПНЕВМОСЕПАРАТОРА

ИДЕЯ РАЗРАБОТКИ ОРИГИНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ СТРУЙНОГО КОЛЬЦЕВОГО ПНЕВМОСЕПАРАТОРА ПРИНАДЛЕЖИТ КАНДИДАТУ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК И ПРОФЕССОРУ Н.П. ЧЕРНЯЕВУ. МАТЕРИАЛЫ НА ДАННУЮ ТЕМУ БЫЛИ ОПУБЛИКОВАНЫ В 1990 г. В ПЕРВОМ ВЫПУСКЕ «СБОРНИКА НАУЧНЫХ ТРУДОВ КАФЕДРЫ» (ИЗДАТЕЛЬСТВО: М ЦНИИТЭИ ХЛЕБОПРОДУКТОВ). МЫ РЕШИЛИ ПЕРЕПЕЧАТАТЬ ДАННУЮ ПУБЛИКАЦИЮ С СОГЛАСИЯ АВТОРА, УЧИТЫВАЯ, ЧТО ИЗЛОЖЕННАЯ ИДЕЯ НЕ УСТАРЕЛА, ДО СИХ ПОР ЯВЛЯЕТСЯ ОРИГИНАЛЬНОЙ И ВЕСЬМА ЭФФЕКТИВНОЙ. АВТОР НАДЕЕТСЯ, ЧТО ДАННАЯ РАЗРАБОТКА НАЙДЕТ ЗАИНТЕРЕСОВАННУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ, КОТОРАЯ СМОЖЕТ ДОВЕСТИ ЕЕ ДО СЕРИЙНОГО ВНЕДРЕНИЯ.

Струйный пневмосепаратор предназначен для очистки зерна, крупы и других зернистых материалов, как от легких (пыль, солома и др.), так и от тяжелых примесей (галька, металлопримеси и др.). На рисунке 1 показана схема работы кольцевого струйного пневмосепаратора. В случае А воздушный поток выделяет и уносит легкие примеси вверх по транспортному каналу, а основное зерно идет по каналу; в случае Б — основное зерно вместе с легкими примесями воздушным потоком выносится вверх, а по каналу идут тяжелые примеси.

Принцип работы струйного пневмосепаратора имеет две особенности. Во-первых, скорость воздушного потока по высоте рабочей зоны сепарирующего канала изменяется ступенчато (в то время как в пневмосепараторах известных конструкций она постоянна, либо меняется плавно за счет наклона одной из стенок сепарирующих каналов). Во-вторых, за счет турбулентности скорость воздуха у стенки канала мало отличается от скорости в других точках поперечного сечения, что позволяет работать

при сниженных скоростях воздуха и, как следствие, обеспечивает лучшие энергетические показатели процесса сепарирования.

Рассмотрим некоторые теоретические предпосылки работы кольцевого струйного пневмосепарирующего канала при выделении из основного зерна тяжелой минеральной примеси, например гальки. Она отличается от зерна формой, структурой (шероховатостью) поверхности, аэродинамическими свойствами, коэффициентами трения, удельным весом, массой частиц. В зерновой массе может встречаться до 50 различных видов гальки, попадающей в зерно при его уборке с полей. Из них наиболее легкий минерал — кварц ($\rho_r = 2,65 \text{ г/см}^3$), а наиболее тяжелый — галенит, или свинцовый блеск ($\rho_r = 7,5 \text{ г/см}^3$).

Как отметила Г.Е. Птушкина в своей работе «Некоторые физико-механические свойства минеральных примесей зерна и методы их определения», около 70% всех сопутствующих зерну минеральных частиц имеют плотность $2,6 \text{ г/см}^3$, в то время как плотность зерновок пшеницы —

$1,36\text{--}1,38 \text{ г/см}^3$. В этой работе указаны и другие основные характеристики минеральных примесей: масса частиц колеблется в широком интервале — от 0,05 до 0,6 г, но более 80% частиц укладываются в диапазон 0,1–0,3 г; длину 8 мм имеют 17% частиц; ширину от 3 до 5 мм — 85%. Частицы минеральных примесей различаются не только по размерам, но и по форме: удлинённых — 86%, округлых — 14%. Скорость витания минеральных частиц находится в диапазоне 7–13,2 м/с, зерна пшеницы — 4,2–8,8 м/с.

Учитывая указанные характеристики зерна и гальки, ряд исследователей неоднократно приходили к выводам, аналогичным выводам К.В. Дрогалина и К.А. Карповой, сделанным в работе «Разделяемость смеси пшеницы и гальки по аэродинамическим свойствам»: «...нет основания рассчитывать на полное отделение гальки от зерна при любом способе механического воздействия смеси и воздуха». Перекрывание диапазона скоростей витания зерна и гальки в интервале 7–8,8 м/с «...свидетельствует о неразделимости соответствующей части данных компонентов...» (Г.Е. Птушкина).

Среди специалистов, изучающих процесс извлечения зерновых примесей, установилось мнение, что выделение гальки возможно только после предварительного разделения исходной смеси на ситах на последовательные классы крупности. Например, если зерновую смесь разделить на три класса на решетках с продольными отверстиями размерами 3,2/2,5 ммх20 мм, 2,5/1,9 ммх20 мм и 1,9/1,4 ммх20 мм, то можно выделить 97% от общего количества содержащейся гальки (Г.Е. Птушкина).

Говоря о перспективах дальнейшего совершенствования пневмосепарирующего оборудования, В.Ф. Веденёв в работе «Совершенствование пневмосепарирующего оборудования зерноперерабатывающих предприятий указывает на необходимость

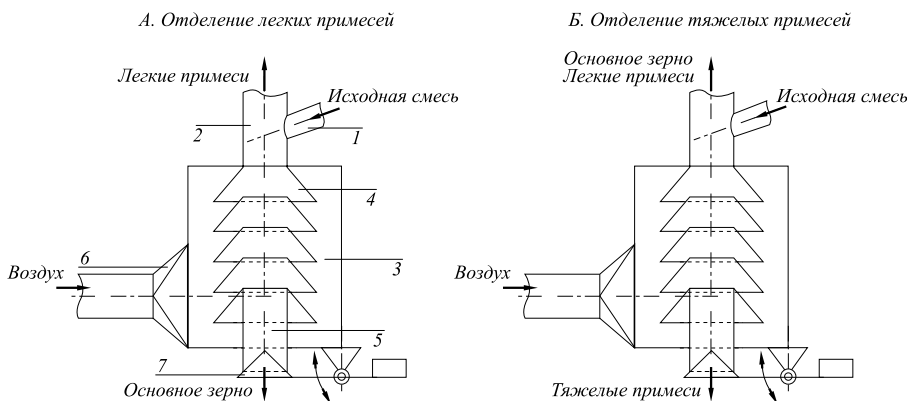


Рис. 1. Схема разделения смесей в струйном кольцевом пневмосепараторе:

1 — загрузочный патрубок; 2 — патрубок для вывода легкой фракции (А) или легкой фракции и основного зерна (Б); 3 — корпус; 4 — конические насадки; 5 — патрубок для вывода тяжелой фракции; 6 — патрубок для подачи воздуха от вентилятора; 7 — клапан для вывода очищенного основного зерна (А) или тяжелых примесей (Б)

предварительного расслоения смеси перед подачей в зону пневмосепарирования путем применения специального вибротолка. Это, по мнению автора, существенно уменьшает вероятность столкновения и сцепления частиц друг с другом в рабочем канале, что повышает эффективность процесса.

Во всех известных конструкциях сепарирующих каналов рабочая скорость (скорость воздушного потока) зависит от поперечного сечения канала и может плавно изменяться по его высоте, например в аспирационных колонках РЗ-БАБ при наклоне верхней части подвижной стенки. Скорость изменяют для надежного уноса легких частиц уже за пределами рабочей (сепарирующей) зоны.

В кольцевом струйном пневмосепараторе полная рабочая скорость воздушного потока v_b (сечение I—I) по высоте сепарирующего канала формируется ступенчато (рис. 2). Перепад скорости между смежными сечениями весьма существенен и зависит от числа конических насадок. Если их пять, то перепад скорости по высоте между насадками (Δv_b) равен $1/4 v_b$. Например, если задана рабочая скорость $v_b = 10$ м/с, то в смежном сечении II—II скорость (v_b') будет равна 7,5 м/с, в III—III скорость $v_b'' = 5$ м/с, в IV—IV скорость $v_b''' = 2,5$ м/с.

Величину кольцевого зазора δ можно регулировать в широких пределах, что в определенной мере изменяет структуру воздушного потока.

Две частицы — зерновка и галька, входящие в рабочую зону сепаратора с одинаковыми скоростями v_m , имеют различные траектории движения. Но даже если эти частицы будут поступать с одинаковыми скоростями витания, то у более тяжелой частицы гальки массой m_1 и с меньшим коэффициентом аэродинамического сопротивления будет более вытянутая траектория движения,

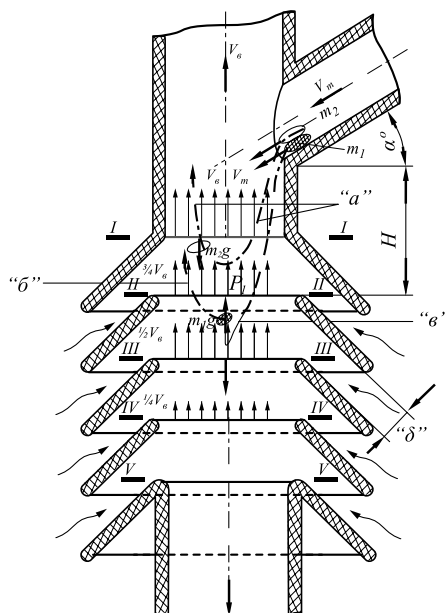


Рис. 2. Принцип работы струйного кольцевого пневмосепаратора:

«а» — траектория зерновки;
«б» — траектория гальки при обычном формировании воздушного потока;
«в» — траектория гальки при ступенчатом формировании воздушного потока

чем у зерновки массой m_2 (траектория «а» на рисунке 2). В канале обычного пневмосепаратора тяжелая частица, хотя и несколько позже легкой, все же повернет вверх и по гипотетической траектории «б» направится вслед за легкой. Ее поведение определяется силой воздействия воздушного потока на частицу:

$$P = \xi \cdot F \cdot \frac{\rho v_b^2}{2g},$$

где ξ — коэффициент аэродинамического сопротивления;
 F — Миделево сечение;
 ρ — плотность воздуха;
 v_b — рабочая скорость воздушного потока в канале.

Даже при равных величинах ξ , F и ρ

сила воздействия воздушного потока при прохождении частицей сечения II—II уменьшается пропорционально отношению квадратов рабочих скоростей в смежных сечениях:

$$K = \frac{P}{P_1} = \frac{v_b^2}{v_b'^2},$$

где P — сила воздействия воздушного потока на частицу в сечении I—I;

P_1 — сила воздействия воздушного потока на частицу в сечении II—II.

В рассматриваемом примере $v_b = 10$ и $v_b' = 7,5$ м/с, следовательно, это соотношение равно:

$$K = 10^2 / 7,5^2 = 1,78.$$

А так как частицы зерновки и гальки имеют различные траектории движения, то галька, опустившись в воздушном потоке ниже зерновки всего лишь на несколько миллиметров, неизбежно резко изменит свою траекторию движения и уйдет вниз (траектория «в» на рисунке 2), именно на этом и основан процесс сепарирования в струйном кольцевом пневмосепараторе.

Рассматривая процесс сепарирования таким образом, мы можем предположить, что в струйном пневмосепараторе возможно разделение частиц с одинаковыми или очень близкими скоростями витания, но различными по массе, форме, структуре поверхности и т.д.

Под руководством Н.П. Черняева сотрудники кафедры «Технология и оборудование мукомольно-крупяного и комбикормового производств» ВЗИПП (сегодня — Московский государственный университет технологий и управления) Ю.Д. Гавриченко (кандидат технических наук), Н.Г. Агабекян и Г.В. Касьянов (инженеры) провели лабораторные исследования работы кольцевого струйного пневмосепаратора, о результатах которых будет рассказано в следующем номере.



ИВАНТЕЕВСКИЙ ЭЛЕВАТОРМЕЛЬМАШ

141282, Московская обл., г. Ивантеевка,
ул. Толмачева, 80
Тел. (495) 993-63-18, 517-91-95, 542-80-54
(49653) 6-10-59
<http://www.elevatormash.net>
E-mail: elevatormash@yandex.ru

ПРОИЗВОДИТ И ПРОДАЕТ



Нории и элеваторы



Пневмосепараторы



Конвейер шайбовый



Конвейеры винтовые

Конвейеры всех видов и нории

Зерноочистительное и самотечное оборудование

Зернокомплексы и зерносушилки

Пневматические пробоотборники и перегружатели

Автомобиле- и вагоноразгрузчики

Запасные части: ролики, ковши, шнеки