

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ В БЫСТРОМ ГРАВИТАЦИОННОМ ПОТОКЕ*

Для сельского хозяйства России весьма актуальной является задача разделения зерновых смесей и очистка зерна от трудноотделимых семян сорных растений. В частности, одной из распространенных технологических задач является очистка ячменя от семян овсяга. Последний является для ячменя трудноотделимой сорной примесью, снижающей качество зерна и урожайность семян.

Ранее [1] для интенсификации сепарации трудноразделимых смесей методами сегрегации было предложено использовать поперечное аэрирование гравитационного потока зернистого материала на шероховатом скате. Однако, эти рекомендации относились к смесям частиц сферической формы, что не позволяет воспользоваться ими без соответствующей экспериментальной проверки.

В связи с этим целью настоящей работы является исследование влияния различных режимов поперечного аэрирования на протекание процесса разделения в быстром гравитационном потоке зерновой смеси на шероховатом скате.

Экспериментальные исследования проведены на установке (рис. 1), состоящей из наклонного канала 1 прямоугольного сечения и кюветы 3, разделенной перегородками 4 на ячейки. Кювета, предназначенная для сбора вылетающих из канала частиц, устанавливается по отвесу на некотором расстоянии от порога ссыпания. Для регулирования толщины и длины скатывающегося слоя материала в канале закреплена с возможностью смещения ограничительная планка 5. На дне канала расположена перфорированная шероховатая пластина 2, имеющая шероховатость, равную половине диаметра частиц исследуемого материала, для обеспечения граничного условия прилипания частиц. Под перфорированным шероховатым скатом устроена полость, снабженная штуцером для нагнетания или отсоса воздуха с помощью вентилятора 8 с заданным расходом, регулируемым задвижками 6 и контролируемым ротаметром 7 на системе трубопроводов.

Экспериментальное исследование проведено с использованием зерновой смеси, состоящей из некалиброванного ячменя с примесями овсяга (48 штук на кг) и колотого зерна ячменя.

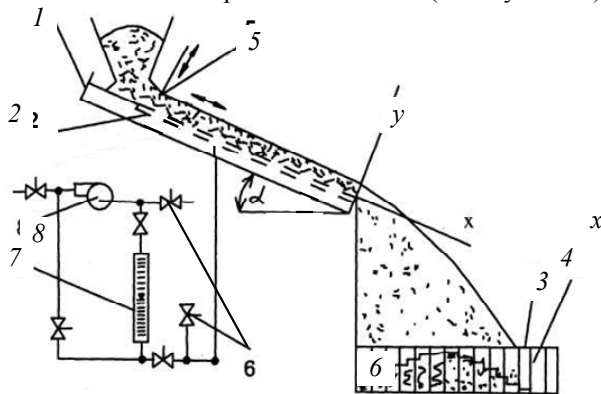


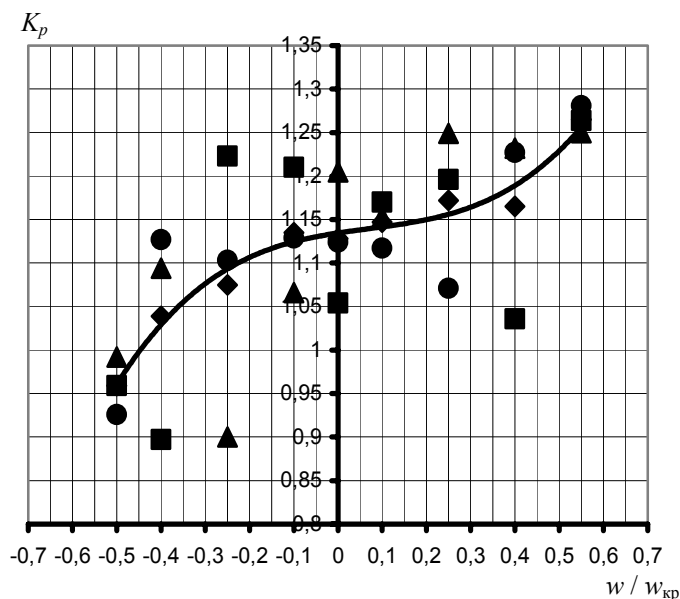
Рис. 1 Схема экспериментальной установки

Влияние аэрирования оценивалось путем сравнения эффектов разделения частиц в потоках с продувкой и без продувки. Режим аэрирования варьировался в эксперименте и по величине и по направлению продувки. Изменение интенсивности аэрирования сопровождалось соответствующим изменением угла наклона ската для обеспечения режима установившегося развитого быстрого сдвигового гравитационного течения в соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [1]. Экспериментально-аналитическое исследование проведено с использованием метода, базирующегося на анализе стадии свободного падения частиц, ссыпавшихся по наклонной шероховатой плоскости [2].

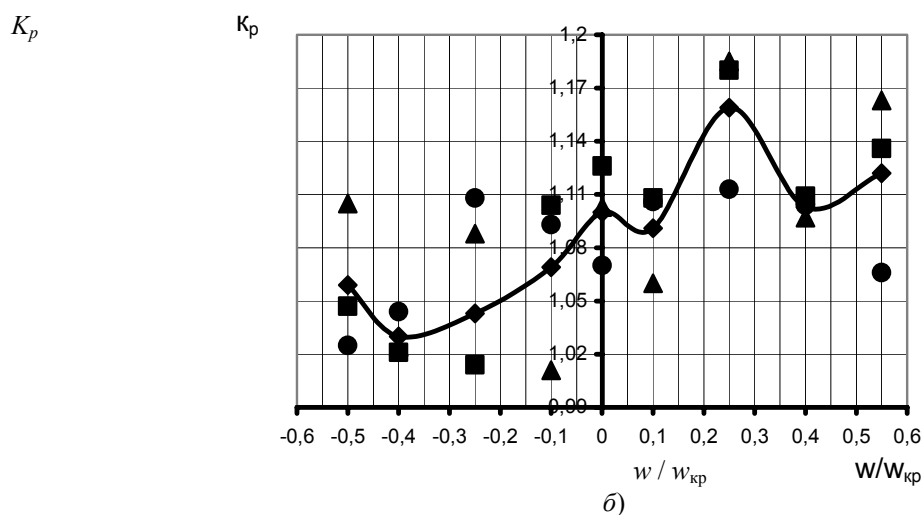
Полученные экспериментальные данные после проверки на статистическую однородность использованы для оценки эффективности разделения (сепарации) зерновой смеси. Эффективность разделения оценена с помощью коэффициента разделения (сепарации) K_p , физический смысл которого заключается в том, что он показывает относительное изменение концентрации целевого компонента (овсяга или колотого ячменя) в части потока у открытой поверхности слоя, составляющей 50 % массы всего потока, по отношению к исходной концентрации целевого компонента в смеси. Для этого после ссыпания и распределения смеси по ячейкам кюветы

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. В.Н. Долгунина.

содержимое каждой ячейки взвешивали и анализировали для нахождения концентрации целевого компонента. Затем массу сыпавшегося материала делили на две равные части так, чтобы одна из частей объединяла материал, находившийся в потоке ближе к основанию слоя, а другая – материал в потоке у поверхности слоя и определяли концентрацию целевых частиц в этих частях.



a)



б)

Рис. 2 Зависимости коэффициента разделения K_p по овсюгу (а) и по колотому ячменю (б) от относительной скорости продувки воздухом слоя материала

Результаты исследования влияния относительной скорости $w/w_{кр}$ и направления поперечного аэрирования слоя материала на эффективность разделения при быстром гравитационном течении зерновой смеси на шероховатом скате представлены на рис. 2. Зависимости $K_p = f(w/w_{кр})$ (где w – скорость воздуха в слое зерновой смеси, м/с; $w_{кр}$ – скорость начала псевдооживления зерен ячменя, м/с) получены для двух различных примесей (овсюг (рис. 2, а) и колотый ячмень (рис. 2, б)) и различного направления продувки. На рис. 2 отрицательные значения относительной скорости соответствуют режиму продувки в направлении от свободной поверхности сыпавшегося слоя материала к поверхности ската, а положительные – для продувки в противоположном направлении.

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о существенной зависимости коэффициента разделения K_p по овсюгу и колотому ячменю как от направления продувки, так и от скорости воздушного потока, продуваемого через скатывающийся слой материала на шероховатом скате. На основании этих результатов выработаны рекомендации по организации процесса разделения зерновых смесей, подобных по физико-механическим свойствам исследуемой смеси, в режиме быстрого гравитационного течения. Как следует из рис. 2, наиболее эффективно отделение овсюга происходит при относительной скорости продувки в диапазоне $w/w_{кр} = (0,45 \dots 0,6)$, а отделение колотого ячменя – в диапазоне $w/w_{кр} = (0,2 \dots 0,3)$. Результаты исследования свидетельствуют, что повышению эффективности отделения примесей способствует поперечное аэрирование

гравитационного потока зерновой смеси в направлении от поверхности шероховатого ската к свободной поверхности ссыпающегося слоя материала.

Кроме того, аэрирование слоя создает благоприятные условия для совмещения процессов сепарации и сушки зерна в гравитационном потоке материала, что дополнительно позволяет решить еще одну актуальную для сельхозпроизводителей проблему обеспечения сохранности зерна [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Куди, А.Н. Моделирование сегрегации при сдвиговом течении зернистых материалов и разработка способов интенсификации процесса : дис. ... канд. техн. наук / А.Н. Куди. Тамбов, 1993. 168 с.
- 2 Dolgunin, V.N. Segregation modeling of particle rapid gravity flow / V.N. Dolgunin, A.A. Ukolov // Powder Technology. 1995. № 83. P. 95 – 103.
- 3 Борщев, В.Я. Технология гравитационной сепарации зернистых материалов по комплексу физико-механических свойств / В.Я. Борщев, В.Н. Долгунин, М.Ю. Дронова // Материалы Первой Междунар. конф. СПб., 2005. С. 103 – 107.

*Кафедры «Машины и аппараты химических производств»,
«Технологическое оборудование и пищевые технологии»*