

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 621.6.04.001.5

*Е. А. Рябова, Е. Е. Милованов, Д. С. Ремизов**

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ РАЗДЕЛЕНИЯ, СОЕДИНЕНИЯ И ТЕПЛОМАССОБМЕНА

В Тамбовской области валовой сбор зерновых на протяжении последних лет стабильно возрастает и составляет в настоящее время более 2,0 млн. т [1]. Этот факт предполагает положительную динамику развития АПК, что в свою очередь требует обновления сельхозтехники и оборудования по переработке зерна.

В данной работе предлагается универсальное устройство, позволяющее проводить различные операции, в том числе и совмещенные, по переработке зернистых материалов: сепарацию трудно отделяемых зерновых примесей, выделение наиболее сильных (продуктивных) семян и их обработка микроэлементами перед хранением и использованием, сушку, термическую, термовлажностную обработку зернового сырья и семян, приготовление смесей из трудно смешиваемых (имеющих высокую склонность к разделению) компонентов (посевных смесей, комбикормов, комбинированных продуктов питания, смесей зерна с микроэлементами и др.).

Все перечисленные технологические операции являются необходимыми в технологиях переработки зерна бобовых, злаковых, крупяных и масличных культур. Для их выполнения требуется специальное оборудование, что приводит к необходимости использования комплекса машин и аппаратов и сопровождается ростом капитальных затрат на организацию производства. В результате в условиях предприятий малого и среднего бизнеса снижается технико-экономическая эффективность производства вследствие низких значений коэффициента использования специального оборудования.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2014 г. в рамках Девятой научной студенческой конференции ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В. Н. Долгунина.

Исследования показали, что для решения данной проблемы оказывается эффективным использование принципа управления сегрегированными технологическими потоками в барабанном насадочном аппарате, в горизонтальной плоскости которого неподвижно закреплено устройство для управления сегрегированными потоками [2]. Устройство выполнено в виде системы управляемых отклоняющих элементов, которые сообщают сегрегированным потокам падающих частиц продольные и поперечные управляющие импульсы с использованием устройств управления (рис. 1).

Отклоняющие элементы закреплены с возможностью изменения направления их наклона и автономно воздействуют на сегрегированные части технологического потока в завесе падающих частиц под поднимающимися и опускающимися лопастями периферийной насадки барабана.

В зависимости от управляющего воздействия изменяется величина и направление сегрегированных частей технологического потока в рабочем объеме, и в результате достигается выполнение различных, в том числе совмещенных технологических операций.

Исследованы различные варианты управления сегрегированными потоками для обработки материалов методами смешения, сепарации, тепломассобмена.

Эффективность процесса смешения исследована на примере приготовления смеси из хлопьев злаковых культур и кукурузы. Смесь таких хлопьев сильно сегregирует, поскольку хлопья кукурузы отличаются от хлопьев остальных злаковых большими размерами и малой плотностью.

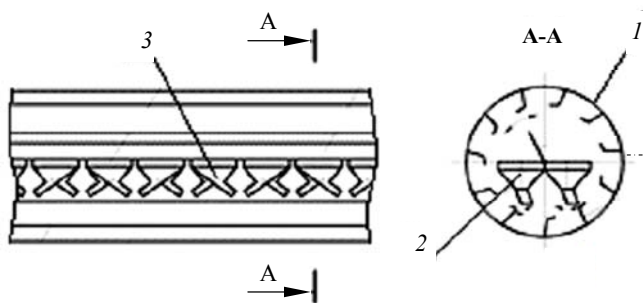


Рис. 1. Схема устройства для управления сегрегированными потоками в барабанном аппарате с подъемными лопастями:

1 – барабан; 2 – насадка, управляющая сегрегированными потоками;
3 – отклоняющие элементы насадки

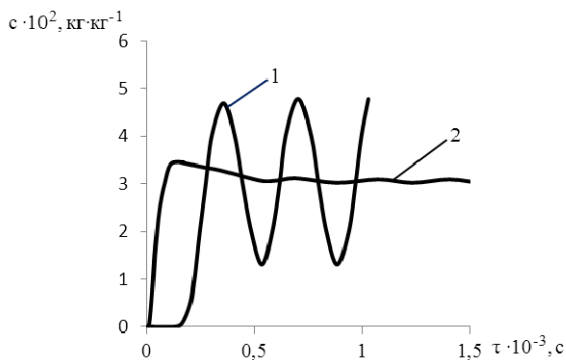


Рис. 2. Динамика процесса приготовления смеси хлопьев злаковых культур и кукурузы без управления (1) и при управлении (2) сегрегированными потоками

На рисунке 2 представлены результаты исследования, которые показывают, что вариация состава смеси при управлении сегрегированными потоками уменьшилась почти на два порядка по сравнению с аппаратом без управления потоками. Важно отметить, что при этом практически без изменения остается продолжительность периода выхода аппарата на стационарный режим, что свидетельствует об эффективности предложенного технического решения.

Эффективность процесса сепарации исследована с использованием трудноразделяемой смеси (ячмень–овсюг). Загрузка смеси осуществлялась через загрузочное устройство в центральной части барабана, а выгрузка компонентов смеси через торцевые камеры.

Исследование проведено при производительности $150 \text{ кг} \cdot \text{час}^{-1}$ по исходной смеси с концентрацией овсюга около 100 кг^{-1} . Динамические характеристики аппарата определялись путем измерения концентрации овсюга в продуктах разделения в процессе выхода аппарата на стационарный режим (рис. 3). Представленные результаты показывают, что аппарат обеспечивает практически полное извлечение примеси с выходом целевой фракции около 80% при времени выхода на стационарный режим около 120 с. Кроме того, параллельно с процессом сепарации в аппарате осуществляется и калибровка зерна по массе. Измерения массы тысячи зерен показали, что величина последней в чистом продукте составляет 47 г, а в загрязненной фракции – 44 г. Вследствие этого, а также в результате отсутствия жесткого механического воздействия на зерно при бесситовом сепарировании, наблюдается увеличение показателя всхожести семян до 98% по сравнению с 93% на пневмоситовых устройствах.

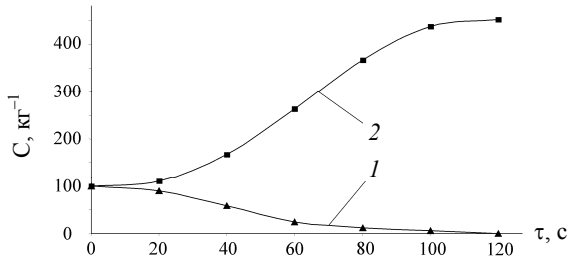


Рис. 3. Динамика процесса разделения смеси «ячмень–овсюг» в барабанном аппарате с управлением сегрегированными потоками:

1 – концентрация овсяга в целевом продукте;
2 – концентрация овсяга в загрязненной фракции

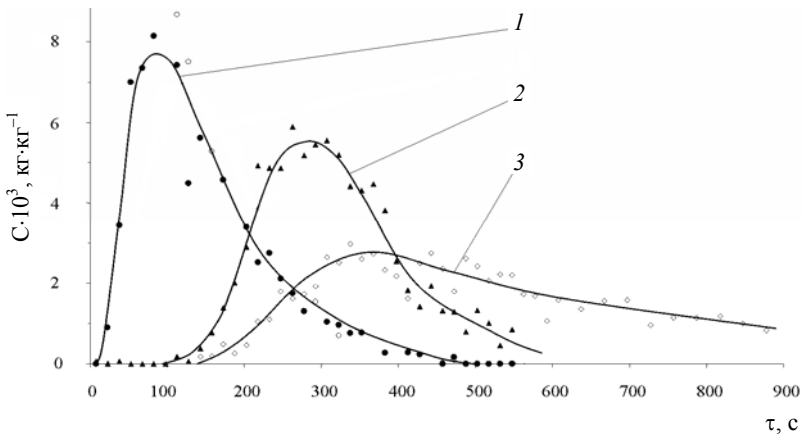


Рис. 4. Распределение частиц сегрегирующего индикатора (полиэтилен фракции +4,5–5,0) по времени пребывания в потоке бисера (фракции +3,0–4,0) в рабочей зоне аппарата:

1 – при импульсе на поток, обогащенный индикатором;
2 – в отсутствии импульса; 3 – при импульсе на поток, обедненный индикатором

Для организации процессов сушки, термической, термовлажностной обработки зернового сырья и семян важное значение имеет управление временем пребывания в аппарате компонентов смеси, так как частицы смеси характеризуются различными тепломассовыми свойствами. Для варьирования соотношениями времени пребывания отдельных компонентов смеси в аппарате предложено воздействовать различными по величине импульсами на соответствующие части сегрегированного потока в направлении выгрузки. Представленные на рис. 4 ре-

зультаты исследования показывают, что время пребывания частиц может быть увеличено или уменьшено более чем в два раза по сравнению со средним временем пребывания частиц в аппарате.

Результаты исследований свидетельствуют, что предложенное устройство для обработки зернистых материалов обеспечивает решение следующих технологических задач: сепарацию трудно разделяемых смесей; приготовление смесей трудно смешиваемых компонентов; совмещение теплообменных и гидромеханических процессов при управлении временем обработки компонентов в неоднородной среде.

Список литературы

1. http://tmb.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tmb/ru/statistics/
2. Dolgunin, V. N. Processing of Nonuniform Granular Materials in Operation the Segregated Flows / V. N. Dolgunin, O. O. Ivanov, A. A. Ukolov // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2008. – V. 14, № 2. – P. 321 – 327.

Работа выполнена в межотраслевой научно-исследовательской лаборатории «Механика сдвиговых течений зернистых сред» ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»