

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ В АППАРАТЕ С УПРАВЛЯЕМЫМИ СЕГРЕГИРОВАННЫМИ ПОТОКАМИ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ*

В различных областях промышленности (химической, металлургической, пищевой и др.) широко используются процессы смешения сыпучих материалов, эффективность которых зависит от физико-механических свойств смешиваемых материалов и конструктивных особенностей аппаратов. Анализ требований, предъявляемых к смесительному оборудованию, показывает, что в настоящее время на первое место выходит обеспечение стабильного качества готовой смеси. Достаточно эффективными для проведения таких процессов являются барабанные аппараты, главным преимуществом которых является высокая сглаживающая способность. Однако, низкое качество смеси ограничивает диапазон использования данного типа аппаратов [1]. Особые проблемы возникают при организации процессов смешения материалов с высокой склонностью к сегрегации.

Исследования и промышленный опыт показали, что для решения комплекса названных проблем, в условиях производств малого и среднего бизнеса, может быть использовано оборудование, реализующее принцип управления сегрегированными потоками частиц [2]. Сегрегированные потоки возникают в результате проявления эффектов сегрегации и миграции в быстром сдвиговом гравитационном потоке частиц [3].

В настоящей работе реализация этого принципа осуществляется на базе аппарата с вращающимся барабаном традиционной конструкции – барабанной сушилки [4]. Устройство управления сегрегированными потоками аппарата реализует принцип многоступенчатого встречного течения неоднородных частиц с изменением величины и направления потоков вдоль и поперек оси барабана.

Установка состоит из установленного на бандажх вращающегося барабана 1 диаметром 0,3 м и длиной 1,2 м (рис. 1). Барабан снабжен зубчатым венцом, крутящий момент на который передается от электродвигателя через ременную передачу и редуктор 5. Для обеспечения регулирования скорости вращения барабана используется двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением обмоток статора. На внутренней поверхности барабана закреплены Г-образные лопасти 2. По торцам барабана установлены с помощью уплотнений камеры 6, имеющие необходимые загрузочно-разгрузочные штуцера для раздельного ввода компонентов смеси и выгрузки продуктов смешения. Для дозированной подачи компонентов на смешение и смеси на сепарацию установка снабжена дозаторами 8, 9.

В центральной части барабана осесимметрично с ним установлена насадка, предназначенная для управления сегрегированными потоками зернистого материала в падающем слое завесы, образуемой подъемными лопастями. Насадка закреплена неподвижно в торцевых камерах и представляет собой 11 пар отклоняющих элементов, выполненных в виде воронок с наклонными течками. Один из элементов каждой пары расположен в опускной, а другой – в подъемной части барабана. Течки закреплены на воронках с возможностью изменения направления наклона, что обеспечивает возможность управления направлением и интенсив-

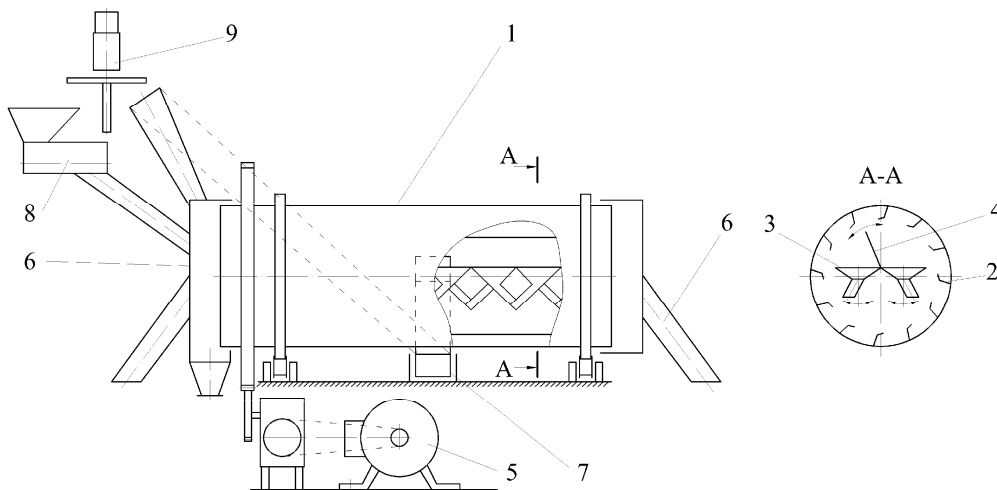


Рис. 1. Экспериментальная установка:

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

1 – барабан; 2 – насадка периферийная; 3 – насадка, управляющая сегрегированными потоками; 4 – пластина поворотная; 5 – привод; 6 – камеры загрузочно-разгрузочные; 7 – устройство для загрузки смеси; 8, 9 – дозаторы

ностью сегрегированных потоков, как в продольном, так и в поперечном направлениях. Для регулирования соотношения сегрегированных потоков в подъемной и опускной частях барабан между параллельными рядами отклоняющих элементов закреплена поворотная пластина.

При вращении барабана 1 подъемные лопасти 2 создают завесу из падающих частиц смеси. Материал, попадая в завал, который образуется над лопастями, в результате протекающего в нем процесса сегрегации распределяется следующим образом: наиболее крупные и менее плотные частицы всплывают на поверхность завала, а мелкие и более плотные частицы погружаются к его ядру. Таким образом, подъемные лопасти заполняются первоначально крупными и менее плотными, а затем более мелкими и плотными частицами. В результате этого с поднимающихся лопастей 2 на отклоняющие элементы 3 ссыпается преимущественно мелкая и более плотная фракция смеси, которая перемещается в сторону наклона течет отклоняющих элементов. Аналогичный процесс протекает в области опускания лопастей, где завеса состоит преимущественно из крупной и менее плотной фракции. В зависимости от направления наклона соседних отклоняющих элементов в каждом из рядов и смежных элементов в параллельных рядах происходит интенсивное перемешивание или разделение неоднородных частиц. Барабан наклонен под некоторым углом в сторону разгрузки, и поэтому смесь постепенно перемещается к разгрузочной камере 6.

Данное устройство позволяет не только устанавливать различное время обработки неоднородных частиц в теплообменном аппарате, но и организовывать процессы разделения и смешения.

Целью проведенного исследования было определить эффективность работы насадки, управляющей сегрегированными потоками, в периодически действующем барабанном смесителе. Оценка эффективности проводилась путем определения динамики процесса при различных вариантах управления сегрегированными потоками. В качестве компонентов смеси были взяты стеклянный бисер и гранулы полиэтилена – зернистые материалы, различающиеся по размеру и плотности и образующие в сочетании смесь с высокой склонностью к сегрегации. Оценка степени однородности распределения компонентов в смеси осуществлялась с использованием коэффициента вариации концентрации смеси вдоль оси барабана [1].

При организации процесса смешения отклоняющие элементы насадки, управляющей сегрегированными потоками, ориентировались таким образом, чтобы сообщать названным потокам уравновешенные знакопеременные импульсы, ориентированные либо вдоль оси барабана (вариант 1), либо в продольно-поперечном направлениях (вариант 2). Названные схемы движения сегрегированных потоков в ячейках управляющей насадки смесительного теплообменного аппарата представлены на рис. 2, а и 2, б соответственно.

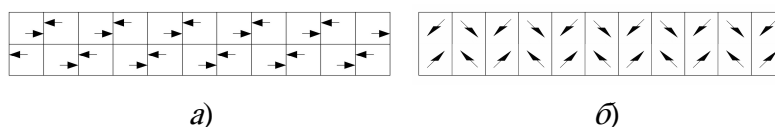
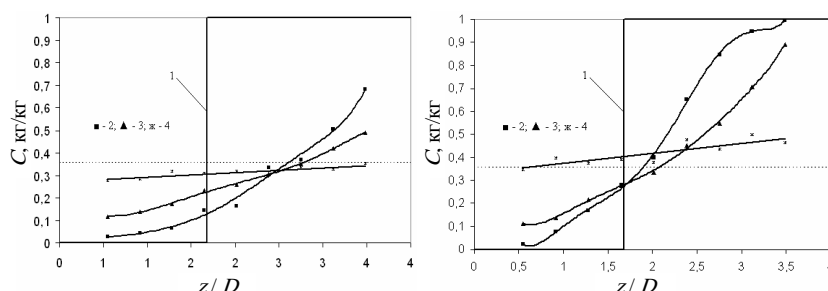


Рис. 2. Схема движения сегрегированных потоков в барабанном аппарате по вариантам 1(а) и 2(б)

Кроме того, проведены исследования и при различных вариантах организации циркуляционных контуров перемешивания в поперечном сечении падающего слоя частиц.

На рисунках 3, а и 3, б приведены результаты исследования динамики процесса периодического смешения в виде функции распределения целевого компонента (полиэтилена) по длине барабана для различных моментов времени соответственно для вариантов 1 и 2 управления сегрегированными потоками, как вариантов с наиболее высокой интенсивностью процесса.



а)

б)

Рис. 3. Динамика распределения контрольного компонента по длине барабана (z/D) при периодическом приготовлении смеси:

1 – 0 с; 2 – 24 с; 3 – 72 с; 4 – 360 с и различных вариантах управления потоками: а – вариант 1 (рис. 2, а); б – вариант 2 (рис. 2, б)

Результаты эксперимента обнаруживают достаточно высокую интенсивность процесса смешивания компонентов при относительно большой длине z барабана ($z/D = 4$) в обоих вариантах управления сегрегированными потоками. Смесь, полученная по варианту 2, близка по однородности смеси, получаемой по варианту 1 организации процесса. Коэффициент вариации для момента времени 360 с по варианту 1 составил величину, равную 13,5 %, а по варианту 2...14,6 %. Однако, принимая во внимание наличие в варианте 2 значительной поперечной составляющей перемешивания, в этом случае следует ожидать более высокую объемную однородность смеси.

Очевидно, что для более детального изучения данного варианта организации процесса и подтверждения гипотез необходимы дополнительные исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров, Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю.И. Макаров. – М. : Машиностроение, 1973. – 216 с.
2. Долгунин, В.Н. Процессы подработки зерна в управляемых сегрегированных потоках / В.Н. Долгунин, О.О. Иванов, А.А. Кондрашечкин // Хранение и переработка зерна. – 2008. – № 6. – С. 38–39.
3. Dolgunin, V.N. Development of the model of segregation of particles undergoing granular flow down on inclined chute / V.N. Dolgunin, A.N. Kudy, A.A. Ukolov // Powder Technology. – 1998. – Vol. 56. – P. 211 – 218.
4. Положительное решение по заявке 2007144441/15(048692) от 17.09.2008. «Насадка вращающегося барабана» / Долгунин В.Н., Иванов О.О., Кондрашечкин А.А.

Кафедра «Технологическое оборудование и пищевые технологии»