

*И.В. Ерошин, С.В. Газулин, Д.В. Кириллов, Ю.В. Шарый**

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОЦЕССОВ НЕПРЕРЫВНОГО СМЕШЕНИЯ СЫПУЧИХ
МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОРЦИОННОМ
МИКРОДОЗИРОВАНИИ ОДНОГО ИЗ КОМПОНЕНТОВ**

Приготовление смесей из компонентов с высокой склонностью к сегрегации (лат. segregatio – отделение) представляет собой достаточно сложную технологическую проблему. Эта проблема значительно усложняется, если существует необходимость приготовления смесей в непрерывном режиме при микродозировании одного из компонентов смеси, имеющего высокую склонность к сегрегации.

Для решения такого рода технологических задач хорошо зарекомендовал себя принцип организации процесса с управлением сегрегированными потоками в барабанном насадочном аппарате. Барабанный аппарат с управляемыми сегрегированными потоками позволяет наиболее рационально использовать эффекты сегрегации, возникающие в сдвиговых потоках зернистых материалов, как для разделения смесей, так и для получения качественных смесей.

Ранее, в работе [1], было проведено комплексное исследование характеристик структуры сегрегированных потоков смеси в процессе непрерывного ее приготовления при порционном микродозировании одного из компонентов путем воздействия на сегрегированные потоки

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.Н. Долгунина.

частиц в рабочем объеме барабанного смесителя с подъемными лопастями. Также было разработано математическое описание процесса непрерывного приготовления смеси при порционном микродозировании одного из компонентов, позволяющее прогнозировать динамику изменения концентрации смеси при различных параметрах порционного микродозирования.

Исследование проведено с использованием экспериментальной установки (рис. 1) с вращающимся барабаном. На внутренней поверхности барабана закреплены подъемные Г-образные лопасти, а в его центральной части размещена насадка, управляющая сегрегированными потоками, выполненная в виде двух рядов воронок с наклонными течками. Течки закреплены на воронках с возможностью поворота вокруг их вертикальной оси для изменения величины и направления импульсов, сообщаемых сегрегированным потокам падающих частиц.

В качестве модельного материала были использованы гранулы полипропилена (основной материал) (фракция + 3,0 – 4,0 мм) и керамзита (микродобавка) (фракция + 4,0 – 5,0 мм). Выбор модельного материала обусловлен тем, что в таком сочетании свойств частиц (крупных и менее плотных частиц керамзита с мелкими и более плотными частицами полипропилена) чрезвычайно осложняется процесс приготовления их смеси.

Полученные результаты свидетельствуют, что использование принципа управления сегрегированными потоками для организации процесса непрерывного смешивания при порционном микродозировании одного из компонентов позволяет повысить качество смеси с уменьшением коэффициента вариации более чем в 40 раз.

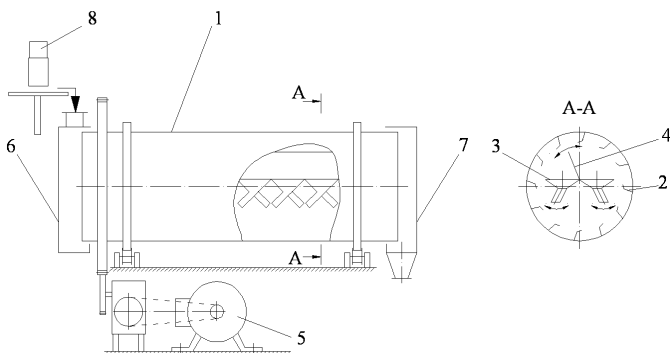


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

1 – барабан; 2 – насадка периферийная; 3 – насадка, управляющая сегрегированными потоками; 4 – пластина поворотная; 5 – привод; 6, 7 – загрузочная и разгрузочная камеры; 8 – дозатор

Однако повышение качества смеси достигается при значительном увеличении времени выхода аппарата на стационарный режим, что объясняется длительностью процесса накопления буферной массы порционно дозируемого компонента в головной части аппарата [1]. Очевидно, что для устранения этого недостатка необходимо ускорить процесс формирования названной массы компонента в аппарате.

С целью улучшения динамических характеристик предлагаемого оборудования в настоящей работе проведена его модернизация. Сущность модернизации заключается в том, что для уменьшения периода выхода аппарата на стационарный режим предлагается размещение в головной части барабана буферной массы «микрокомпонента». Массу буфера при этом целесообразно определять по результатам моделирования распределения концентрации микрокомпонента вдоль оси барабана в стационарных условиях протекания процесса смешения.

Для этого на основе распределения вычисляют массу контрольного компонента (задержку) в аппарате и некоторым образом распределяют ее в головной части барабана. С этой целью по результатам проведенного математического моделирования динамики процесса смешения керамзита и полипропилена получено распределение целевого компонента (керамзита) в стационарных условиях (рис. 2) и на его основе вычислена масса буфера в аппарате.

В соответствии с этим формулируются начальные условия, которые должны выполняться при организации процесса смешения при порционном микродозировании одного из компонентов:

$$\begin{cases} c_j(z, 0) = c_{j0} & \text{при } 0 < z < z_1; \\ c_j(z, 0) = 0 & \text{при } z_1 \leq z, \end{cases} \quad (1)$$

где $c_j(z, \tau)$ – концентрация контрольного компонента в засыпке барабана, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$; c_{j0} – концентрация контрольного компонента на отклоняющих элементах насадки, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$; τ – время, с; z – декартова координата вдоль оси барабана, м; z_1 – граница буфера, м.

Эффективность модернизированного технического решения по организации процесса смешения исследована методом математического моделирования на базе уравнения динамики распределения контрольного компонента в аппарате с управляемыми сегрегированными потоками [1] с граничными и начальными условиями (1). В результате моделирования с различными вариантами распределения массы буфера определены начальные условия, обеспечивающие минимальное время выхода аппарата на стационарный режим:

$$\begin{cases} c_j(z/L, 0) = 0,02 & \text{при } 0 < z/L < 0,25; \\ c_j(z/L, 0) = 0 & \text{при } 0,25 < z/L, \end{cases} \quad (2)$$

где L – длина барабана, м.

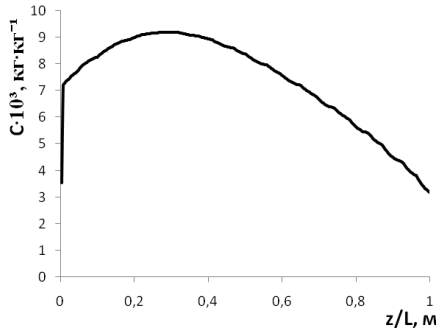


Рис. 2. Результаты моделирования распределения концентрации микрокомпонента вдоль оси барабана в стационарных условиях процесса смешения

Результаты моделирования процесса приготовления смеси при порционном микродозировании одного из компонентов без использования буферной массы приведены на рис. 3, а, а результаты моделирования с размещением буферной массы материала в головной части аппарата в соответствии с начальными условиями (2) приведены на рис. 3, б.

Сравнение результатов исследования, представленных на рис. 3, а, б, свидетельствует, что предлагаемая модернизация позволяет уменьшить период выхода на стационарный режим более чем в 5 раз.

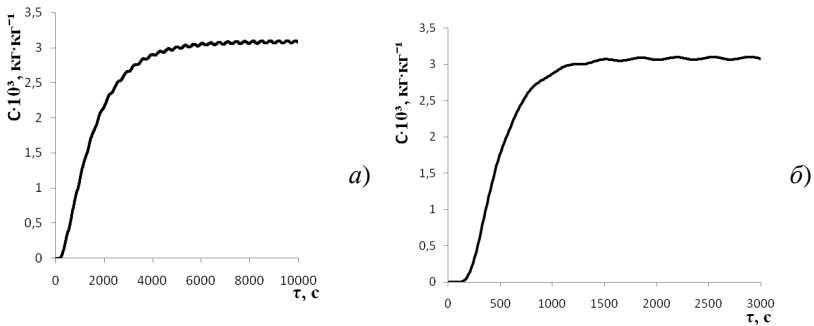


Рис. 3. Моделирование процесса непрерывного приготовления смеси при порционном микродозировании одного из компонентов с управлением сегрегированными потоками:
 а – без использования буферной массы;
 б – с использованием буферной массы микрокомпонента

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать вывод о высокой эффективности предложенного технического решения по организации процесса непрерывного смешения при порционном микродозировании одного из компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организация процесса смешения путем управления сегрегированными потоками зернистых материалов / В.Н. Долгунин, Ю.В. Шарый, И.А. Лебедеенко, О.В. Юмашева // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 388 – 396.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*