

ПРЕИМУЩЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕГО ДЕТЕРМИНИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ СМЕСЕЙ, ПО СРАВНЕНИЮ С ТРАДИЦИОННЫМИ СМЕСИТЕЛЯМИ

Евсеев А.В., Черкаев Я.А., Юраскова И.А.
Тулский государственный университет, Тула

Ключевые слова: гетерогенная смесь, композиты, способ приготовления смеси, однородность смеси, формирование смеси, управление качеством.

Аннотация. Проведен обзор способов приготовления гетерогенных смесей и композитов, систематизирована информация по данному научно-техническому направлению. Приведен сравнительный анализ характеристик традиционного смесительного оборудования и нонмиксеров. Рассмотрен принцип работы оборудования, осуществляющего детерминированное формирование смесей. Рассмотрены некоторые аспекты управления качеством гетерогенных композиций. Представлены преимущества использования оборудования, позволяющего управляемо формировать смесь.

ADVANTAGES OF EQUIPMENT THAT PROVIDES DETERMINISTIC CONTROL OF MIXTURES COMPARED TO RESERVE MIXERS

Evseev A.V., Cherkaev Ya.A., Yuraskova I.A.
Tula State University, Tula

Keywords: heterogeneous mixture, composites, production, homogeneity, mixture formation, quality management.

Abstract. A review of methods for preparing heterogeneous mixtures and composites was carried out, information on this scientific and technical area was systematized. A comparative description of the characteristics of traditional mixing equipment and nonmixers is given. The principle of operation of equipment that carries out the deterministic formation of mixtures is considered. Some aspects of quality management of heterogeneous compositions are considered. The advantages of using equipment that allows controlled formation of the mixture are presented.

Приготовление однородных по составу гетерогенных композиций из различных по своей морфологии компонентов является широко используемым технологическим процессом. Приготавливаемые смеси и композиты характеризуются широким диапазоном соотношений составляющих их компонентов и состоят из материалов, обладающих различными физико-механическими и химическими свойствами.

Современное смесительное оборудование оснащается устройствами, выполняющими совмещенные процессы, такие как сушка, измельчение, увлажнение, выведение пыли, уплотнение, разрыхление, аэрация, гранулирование.

Традиционный стохастический способ приготовления смеси не позволяет достигать гарантированной однородности. Обеспечение заданных гарантированно высоких качественных характеристик готового смесового продукта возможно при отказе от существующих стохастических технологий приготовления смесей в пользу их управляемого формирования.

Принципиально новый подход к формированию однородности и соответствующие устройства были представлены Макаровым Ю.И., Чувпило А.В. [1-4]. Решая задачу обеспечения высокого качества электротехнических смесей для солнечных батарей космических летательных аппаратов, были проведены первые научные разработки и промышленные испытания установки, осуществляющей подачу компонентов шнековыми питателями тонкодозированными потоками, а не большими объемами. Это позволило обеспечить значительное улучшение качества получаемой смеси, коэффициент неоднородности составил 1,5-2,0%.

Технология получения смеси путем упорядоченного распределения компонентов друг относительно друга при их гарантированном соотношении [5] позволяет на практике получать высококачественные смеси различных фракций компонентов. Предлагаемые устройства, нонмиксеры, синтезирующие смеси заданного качества [6-9], обеспечивают уровень отклонения содержания ключевого компонента не более 0,5-2%, а также позволяют получать требуемую рецептуру с необходимой вероятностью.

В отличие от существующих традиционных технологий смешения, при управляемом формировании однородности в зависимости от типа питателей-дозаторов компоненты подаются дискретными микродозами или тонкоструйными потоками, внедрение компонентов происходит на уровне микродоз и носит гарантированный характер, обеспечивая, таким образом, необходимый уровень качества готовой смеси. Кроме того, использование нонмиксеров позволяет увеличить скорость производства смесей, повышение экологической и пожарной безопасности за счет исключения дополнительного пыления и нагрева. Сравнение традиционного оборудования и нонмиксеров представлено в таблице 1.

Табл. 1. Параметры оборудования для приготовления смесей

Параметры	Традиционные смесители	Управляемое формирование однородности
Соотношение компонентов	1:10	1:20 и выше
Уровень отклонения содержания ключевого компонента, %	2,0 и выше	0,5 и выше
Средняя потребляемая мощность, кВт	4-10	1,5
Процесс формирования смеси	стохастический	детерминированный

Технические решения, позволяющие управляемо формировать смесь, являются наиболее перспективными. В этом случае гарантированная концентрация ключевого компонента в единице продукции достигается при минимальном его содержании во всем объеме, что обеспечивает сразу несколько технико-экономических эффектов: повышение качества продукта и как следствие повышение конкурентоспособности на смесивой продукции рынке, уменьшение необходимых производственных площадей и потребление энергоресурсов,

улучшение экологических показателей производства в целом, безопасность эксплуатации.

Список литературы

1. Лукаш А.Н., Евсеев А.В., Чувпило А.В. Развитие технологий и оборудования для приготовления смесей сыпучих материалов // Известия Тульского государственного университета. – 2000. – Вып. 5. – С. 218-224.
2. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.
3. Макаров Ю.И. Процессы и аппараты химической техники. Системно-информационный подход. – М.: МИХМ, 1977. – 270 с.
4. Чувпило А.В. Новое в теории и технике приготовления порошковых смесей. – М.: ВНИИЭМ, 1964. – 72 с.
5. Евсеев А.В. Теория и оборудование детерминированного формирования однородности гетерогенных смесей: Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. – Тула, 2021. – 297 с.
6. Evseev A.V., Yuraskova I.A., Chechuga A.O., Kasatkin G.V., Khachlaev T.S. Mathematical Model for Optimizing the Determination of the Number of Doses of Components Dispensed by Discrete Dispensers to Obtain a Minimum Portion of a Mixture with Specified Probabilistic Characteristics on a Conveyor Nonmixer // Lecture Notes in Mechanical Engineering: Proceedings of the 9th International Conference on Industrial Engineering. 2023, pp. 83-92.
7. Васин С.А., Евсеев А.В., Першин В.Ф., Юраскова И.А. Управление качеством некоторых композитных и гетерогенных материалов модификацией нанокомпонентами // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2. – С. 139-145.
8. Васин С.А., Евсеев А.В., Маликов А.А., Юраскова И.А. Приготовление смесей гетерогенных компонентов и сред при детерминированном формировании их однородности для создания новых композитных материалов // Станкоинструмент. – 2023. – №3. – С. 52-57.
9. Патент №2804823 РФ. Устройство для получения смеси из сыпучих компонентов / А.В. Евсеев, С.А. Васин, В.Ф. Першин, Т.И. Китанина, И.А. Юраскова. – Заявка №2023108135 от 30.03.2023; опубл. 06.10.2023, Бюл. №28.

Сведения об авторах:

Евсеев Алексей Владимирович – д.т.н., доцент;

Черкаев Ярослав Андреевич – магистрант,

Юраскова Ирина Андреевна – к.т.н., ассистент.