

КЛАССИФИКАЦИИ НОНМИКСИНГОВЫХ СМЕСЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ, ПРОДУКТОВ И УСТРОЙСТВ

А. В. Евсеев

*Кафедра «Технологические системы пищевых, полиграфических и упаковочных производств», ews1972@mail.ru;
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия*

Ключевые слова: гетерогенные смеси; классификация; компоненты смесей; нонмиксеры; приготовление смесей; смесительное оборудование.

Аннотация: В теории и практике получения смесей из компонентов различных физико-механических свойств и фракций преобладают процессы стохастического формирования однородности и широкий комплекс оборудования для реализации данных технологий. При соотношении компонентов в смеси, не превышающем 1:10, данные способы позволяют получать смеси приемлемого качества. Однако современные потребности общества, когда смесевые продукты необходимо получать с более высокими соотношениями компонентов и минимальными дозами их потребления, традиционное оборудование не всегда позволяет получать смеси заданного качества. Представлены новые классификации компонентов (сред) и оборудования для приготовления гетерогенных смесей при учете возможности детерминированного формирования их однородности на новом классе технологических машин – нонмиксерах.

Классификация гетерогенных смесевых компонентов (сред)

В качестве одной из классификаций смесевых продуктов предлагается использовать структуру, построенную на взаимозависимости фракций и состояний смешиваемых компонентов и соответственно используемых технологий смешения и нонмиксинга [1, 2].

Представляется целесообразным параллельно ввести оригинальную классификацию компонентов (рис. 1) на основе разработанной ранее в работе [1], при учете современных требований, предъявляемых производителями и потребителями смесей, и в соответствии с положениями предлагаемой теории нонмиксинга [2]. Поэтому, ввиду объективной невозможности разделить смешиваемые материалы по какому-либо одному признаку, необходимо, при использовании на практике различного смесительного оборудования [3 – 6] и ранее проведенных исследований [7, 8], применить новую обобщенную функциональную классификацию смешиваемых или усредняемых компонентов (сред), механическим или другим способом в практической реализации теории нонмиксинга [9 – 12]. Это обусловлено, прежде всего, слишком большим количеством параметров компонентов, которые невозможно нормировано учесть при проектировании оборудования для производства смесей.

В работе предложено не замещение предлагаемой классификацией первой [1], а их совместное использование и рассмотрение первой как базовой, а второй – как производной для более эффективного применения обеих при выборе смесительной машины (нонмиксера) для проектирования и производства.



Рис. 1. Предлагаемая функциональная параметрическая классификация компонентов для выбора смесительного оборудования (нонмиксеров) и получения показателей качества смеси на уровне не ниже $V_c \leq 1 - 10\%$:
 ○ – оптимальная область выбора параметров смеси для проектирования смесителя (нонмиксера)

Предложено расширить общую номенклатуру смешиваемых сыпучих компонентов до более широкого понятия – «гетерогенные среды», в котором выделить четыре основные категории:

- 1) штучные (кусковые, единичные, элементные);
- 2) грануляты (мелко-, средне- и крупнодисперстные);
- 3) порошкообразные (в том числе пылевидные);
- 4) увлажненные (в том числе жидкости, суспензии и пластические).

Данная ранжировка позиционируется автором как производная от классификации, представленной в [1], для учета особенно первой и четвертой категорий, которые ранее не анализировались или учитывались частично по некоторым признакам. Это обусловлено объективным расширением номенклатуры производимых смесевых продуктов, особенно применительно к требованиям современного рынка и производства.

В классификации в качестве учитываемых параметров взяты как базовые (абсолютные): размер частиц (фракций, элементов); ρ_n – насыпная плотность материала (условно, функционально применительно к возможности смешивания (нонмиксинга) компонентов различной плотности); φ – угол внутреннего трения сыпучего материала (угол сдвига для производного τ_0 – начального сопротивления сдвигу); α – угол откоса (интегрально учитывающий параметры сводообразования), так и дополнительные (производные): обратные друг другу параметры адгезии и сегрегации, а также взаимосвязанные с ними – один из основных параметров – соотношение компонентов в смеси, и собственно области совместного взаимодействия традиционных технических решений миксинга [1, 3 – 6, 13 – 15] и нонмиксинга [2, 9 – 12]. Численные характеристики параметров могут быть скорректированы под конкретную отрасль производства. В этом еще одно преимущество вводимой классификации – ее гибкость, возможность адаптироваться к различным технологическим регламентам, сохраняя при этом свою структуру и подход. Можно варьировать различными характеристиками компонентов (сред), не изменяя их зависимости и корреляционные связи.

Все параметры привязаны по оси абсцисс по функциональным взаимозависимым признакам, что раньше не учитывалось, а также в плоскости обеих осей для выделения области обоснованного проектирования (выбора) смесительного устройства (нонмиксера). При этом специально выделяются области Classic и Future, визуально характеризующие диалектический переход от базовых (существующих) технологий к нонмиксингу, позволяющему синтезировать смеси, которые ранее получать не удавалось. Отказ от существующих технологий не подразумевается, так как в своей области они более экономически выгодны.

Также, в поле классификации, специально выделена область выбора рационального соотношения всех используемых параметров с возможностью оптимального синтеза смесительного (нонмиксингового) устройства (технологии) (см. рис. 1).

Следует отметить, что данную функциональность классификации не обязательно рассматривать как однозначную. Существует большое количество технических и технологических особенностей приготовления смесей, которые могут затруднить выбор на проектирование смесительного оборудования (нонмиксера) при учете всех параметров компонентов [2, 3, 13 – 15]. Однако структура классификации остается постоянной с возможностью исключения или наоборот – включения описываемых или вновь вводимых параметров.

Можно использовать классификацию как базовую структуру для детального описания каждого компонента (среды), который есть в наличии на конкретном предприятии в данный момент времени. Это не только позволит составлять своего рода «паспорт» партии данного компонента, но и обозначит наиболее оптимальные условия для его транспортирования и хранения.

Далее можно проводить наложение уточненных данных (паспортов) для каждого конкретного компонента (среды), составляющих определенную смесевую рецептуру, друг на друга, с целью синтеза необходимой рецептуры смеси из имеющихся компонентов. И на основе этого совмещения можно получать наиболее уточненные, детализированные комбинации для выбора решения при проектировании нового устройства для приготовления смесей. Здесь возможна программная реализация задачи.

Целью создания данной классификации является прежде всего учет максимального (оптимального) количества параметров гетерогенных сред для получения наиболее эффективного конечного результата – производства (синтеза) высококачественных смесевых продуктов.

Необходимо выделить основное преимущество данной классификации компонентов (гетерогенных сред) для смешения (нонмиксинга). Оно заключается в том, что при учете максимального (оптимального) количества свойств и факторов сред, они (свойства) технологически жестко привязаны друг к другу, и в инженерном использовании при выборе конструкции устройства для приготовления смесей. Это максимально упрощает задачу ИТР при составлении предложения на проектирование и собственно самого проектирования аппарата для приготовления смесей. Для этого достаточно знать несколько входных или выходных параметров процесса, конструкции, продукта или самих компонентов (сред), чтобы определить остальные недостающие параметры, упростив (оптимизировав), таким образом, всю цепочку разработки аппарата от проектирования до его производства.

Классификация устройств для синтеза смесей

Большинство ученых отмечают высокую степень сложности описания физико-механических процессов, происходящих при смешении, перемешивании. Особенно это касается одновременно протекающего процесса «диффузии – сегрегации» компонентов. Поэтому, в качестве основного показателя формирования качества смесей, независимо от конструкции смесительного устройства, используют статистические методы, оптимизируемые по параметру времени [1, 3 – 8]. Предполагалось, что качество смеси зависит в основном от интенсивности и времени смешения. Однако опыт исследований показал, что это не всегда так [2, 3, 9 – 12]. Также современные запросы потребителей смесевых продуктов зачастую значительно опережают возможности существующих смесительных технологий, используемых производителями.

В этой связи в новой классификации устройств для синтеза смесей – нонмиксеры – машины, реализующие детерминированное формирование однородности смеси, позиционируются как более современные и перспективные, способные решать актуальные технологические задачи и позволяющие связывать конечные показатели качества смесей с технологическими характеристиками и возможностями оборудования [2].

В основу классификации положено разделение всех смесительных устройств и конечных смесевых продуктов на три большие группы (ветви) (рис. 2):

- традиционные [1, 3 – 6];
- традиционные, реализующие интенсифицированные процессы «диффузии – сегрегации» вероятностного формирования однородности (качества) смесей с использованием вспомогательных или модернизированных узлов и устройств [13 – 15];
- нонмиксеры – современные установки, синтезирующие смеси заданного качества преимущественно без использования традиционных технологий под конкретного производителя–потребителя при детерминированном формировании однородности конечной смеси [2, 9 – 12]. Рассмотрим каждую в отдельности.

1. Ветвь $m \approx n$.

Применение данного класса миксеров целесообразно в горнорудной промышленности, строительстве, металлургии, производстве удобрений и т.п. Оборудование обеспечивает уровень отклонения содержания ключевого компонента в смеси не менее 10 – 14 %, что в целом вполне соответствует отраслевым нормативным документам. Конструкции данных смесителей как правило несложны, зачастую не имеют перемешивающих элементов, просты в обслуживании и ремонте, недороги в изготовлении и обладают достаточно высокой производительностью [1, 3, 4]. Качество получаемых в них смесей зависит от времени перемешивания или смешения не корреляционно, а по случайной кривой, определение характеристик которой весьма длительный и трудоемкий процесс. Механизм формирования однородности смеси исключительно стохастический, неповторяющийся и зависит от большого числа факторов, влияющих на трудноопределимую взаимосвязь между диффузией и сегрегацией ее компонентов. И как результат – относительно невысокое качество получаемой продукции.

2. Ветвь $m > n$.

Данные миксеры уместно применять в пищевой, химической, строительной, сельскохозяйственной и других отраслях промышленности. Оборудование обеспечивает уровень отклонения содержания ключевого компонента не менее 3 – 10 %, что соответствует основным требованиям стандартов на продукцию данных отраслей производства.

Конструкции смесителей более сложные, чем в п. 1, однако также традиционны. Реализуют как правило периодический принцип действия, технологически оптимизированы на работу по полученному опытным путем необходимому времени смешения, что в результате дает возможность с высокой, но все же не достоверной вероятностью получать средний уровень качества получаемых смесей. Они обладают более высокой стоимостью, трудоемки в обслуживании и имеют средний уровень производительности. Техническая реализация данных миксеров, как правило, осуществляется в традиционном одно- или многообъемном, реже – в линейном (конвейерном) либо в роторном исполнении [13 – 15]. Периодический принцип действия позволяет осуществлять операции «фасовки – упаковки» готовой продукции, что очень важно для решения маркетинговых задач.

Кроме вышесказанного данные конструкции смесительных машин, как правило, используют различные «интенсифицирующие» устройства и узлы. Например: дополнительные ворошители, вибраторы, увлажнители или осушители, сложные приводы перемешивающих органов, обеспечивающие максимальный промес внутри аппаратов, адаптивные системы управления под различные режимы работы и компоненты смесей и многое др. Но все это, только ускоряет процессы «диффузии – сегрегации», сокращая время работы аппаратов, сохраняя при этом вероятностное формирование однородности смеси, и, как следствие, неуправляемое ее качество. Однако, при стационарных отестированных режимах работы и для определенной номенклатуры смесей, их качество можно определить как вполне удовлетворительное.

3. Ветвь $m \gg n$.

Такие нонмиксеры целесообразно применять для приготовления гетерогенных смесей в аэрокосмических технологиях, при изготовлении высококачественных химических и лекарственных препаратов, премиксов, электротехнических приборов, высокоточного и алмазного инструмента, продукции ОПК и т.п. Оборудование обеспечивает уровень отклонения содержания ключевого компонента не более 0,5 – 4 %, что наиболее востребовано потребителями.

Основное преимущество нонмиксеров – это обеспечение заданной гарантированной выборки (дозы) эффективного использования смеси, когда в определенном ее объеме выдержана необходимая рецептура с заданной достоверной вероятностью.



Рис. 2. Классификация устройств для синтеза смесей:
 n – ключевой компонент; m – наполнитель
 (пустые области – технические решения не разработаны или не защищены)

Конструкции нонмиксеров, как правило, оригинальные, ориентированы на выпуск специализированной продукции, обладают относительно низкой производительностью и высокой стоимостью при соответствующем высоком гарантированном уровне качества выпускаемой продукции [9 – 12]. В силу специфики выпускаемых смесей ключевых компонентов может быть несколько, поскольку общий эффект от использования смеси может зависеть не от 1–2, а от 5 – 10 наиболее эффективных компонентов. Это особенно актуально и необходимо учитывать. Можно минимизировать количество ключевых компонентов или укрупнять их до одного–двух (соединять, предварительно смешивать между собой), а в дальнейшем использовать как отдельный компонент при окончательном нонмиксинге.

Отдельно следует сказать про еще не разработанные конструкции нонмиксеров (области выделены пунктирными линиями). Ортовариантные системы комбинируются из различных вариантов конструкций дозирующих и транспортирующих модулей и ориентированы на выпуск высокотехнологичной и специализированной продукции: например абразивного инструмента, продукции ВПК, некоторой фармацевтической, пищевой продукции и др. Это обусловлено сложностью производства данных смесевых изделий и высокими, предъявляемыми к ним требованиями. Такие конструкции значительно сложнее, менее универсальны и значительно дороже обычных нонмиксеров. Они аналогичны роботизированным комплексам и должны создаваться для решения сложных и специализированных задач.

Гипернонмиксеры – наиболее перспективная ветвь классификации, должна быть ориентирована на решение двух основных задач: значительного увеличения производительности нонмиксинга и значительного увеличения соотношений синтезируемых компонентов в смесях. Здесь возможен отход от предлагаемого понимания нонмиксинга с выделением своей отдельной классификации, но с более широкой морфологией технических решений.

В целом классификация должна позволить в некотором корреляционном понимании соединить (комбинировать, синтезировать) функциональные классификации: «оборудование» – «технология» – «смесь», с целью разработки и создания наиболее оптимального, по функциональным характеристикам, нового технологического процесса приготовления существующих или создаваемых на перспективу смесевых продуктов.

В качестве примера можно привести именно третью ветвь. Из-за значительной разницы в соотношениях составляющих и возможности использования нескольких ключевых компонентов смеси, конструкцию нонмиксера приходится либо значительно усложнять, либо разрабатывать совершенно новую. Обеспечить соотношение компонентов 1:20 и выше существующие конструкции миксеров не в состоянии, поэтому при переходе на принципы нонмиксинга существующие технологические подходы традиционного миксинга неприменимы. Нонмиксинг не разрушает общие формулировки, схемы, цели и задачи традиционного миксинга, а развивает их. Теперь предлагается (предполагается) смешивание компонентов различных субстанции и состояния, при разных условиях производства и использования смеси. Это может быть и смешивание жидких сред или с их помощью направленная диффузия; управляемое наложение слоев или объемов; комбинированное структурирование; пневмо-, гидро-, электромагнитный переносы и многое др. Тогда как ранее, для реализации традиционного миксинга, подразумевалось лишь наличие пространства для смешения и перемешивающего механизма, как правило, сугубо механического.

Таким образом, в данной классификации функционально объединены существующие традиционные миксеры и перспективные аппараты нового класса машин – нонмиксеры, реализующие детерминированное формирование однородности получаемых на них смесей.

Классификация не содержит жестких связей, что обусловлено широким спектром выпускаемой продукции, а также невозможностью однозначного выбора типа смесительного устройства (нонмиксера) под конкретный смесевой продукт. Гибкость классификации позволяет уходить от необоснованного усложнения создаваемой технологии приготовления смеси в целом, что позволяет сделать ее наиболее оптимальной, а следовательно и рентабельной.

Список литературы

1. РД РТМ 26-01-129-80 Машины для переработки сыпучих материалов. Методы выбора оптимального типа питателей, смесителей и измельчителей : руководящий документ // Северодонецкий НИИХиммаш. – Введ. 1980-01-01. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/471834499> (дата обращения: 10.02.2020).
2. Евсеев, А. В. Нонмиксинг / А. В. Евсеев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – № 9. – С. 27 – 36.
3. Макаров, Ю. И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. – М. : Машиностроение, 1973. – 216 с.
4. ГОСТ 16349–85 Смесители циклические для строительных материалов. Технические условия. – Взамен ГОСТ 16349–70, ГОСТ 6508–81, ГОСТ ЭД1 16349–88 ; введ. 1987-01-01. – М. : Издательство стандартов, 1999. – 10 с.
5. ГОСТ Р 54425–2011 Машины и оборудование для пищевой промышленности. Смесители лопастные. Требования по безопасности и гигиене. – Введ. 2012-07-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 35 с.
6. ГОСТ EN 454–2013 Машины и оборудование для пищевой промышленности. Смесители планетарные. Требования по безопасности и гигиене. – Введ. 2016-01-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 67 с.
7. Першин, В. Ф. Методы расчета и новые конструкции машин барабанного типа для переработки сыпучих материалов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.04.09 / Першин Владимир Федорович. – Тамбов, 1994. – 428 с.
8. Баранцева, Е. А. Моделирование и оптимизация процессов смешивания сыпучих материалов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.17.08, 05.13.01 / Баранцева Елена Александровна. – Иваново, 2010. – 262 с.
9. Пат. 2129911 Российская Федерация, МПК В01F 3/18. Способ смешения сыпучих компонентов и устройство для его реализации / А. Н. Лукаш, И. А. Клузов, А. С. Овчинников, А. В. Евсеев ; заявитель и патентообладатель Тульский государственный ун-т. – № 98107352/25 ; заявл. 21.04.1998 ; опубл. 10.05.1999, Бюл. № 13.
10. Пат. 2271243 Российская Федерация, МПК В01F 3/18. Способ смешения сыпучих компонентов и устройство для его реализации / А. Н. Лукаш, А. В. Евсеев, Т. А. Овчинникова, К. В. Власов, О. В. Карпухина ; заявитель и патентообладатель Тульский государственный университет. – № 2004131116/15 ; заявл. 25.10.2004 ; опубл. 10.03.2006, Бюл. № 7. – 7 с.
11. Пат. 2708780 Российская Федерация, МПК В65G 53/46, В65G 65/48. Роторный питатель для сыпучего материала / А. В. Евсеев. – № 2019104089 ; заявл. 14.02.2019 ; опубл. 11.12.2019, Бюл. № 35. – 8 с.
12. Пат. 2707998 Российская Федерация, МПК В01F 3/18, В01F 9/10, В01F 15/02, В01F 15/04. Способ получения смеси из сыпучих компонентов и устройство для его осуществления / А. В. Евсеев. – № 2019104861 ; заявл. 21.02.2019 ; опубл. 03.12.2019, Бюл. № 34. – 8 с.
13. Смесительное оборудование : каталог компании «АЙРИХ» // Eirich. – URL : <https://www.eirich.ru/ru/tehnologija/smesitelnoe-oborudovanie/> (дата обращения: 10.02.2020).
14. Официальный сайт компании «Bühler», раздел «Инновации». – URL : <https://former.buhlergroup.com/europe/ru/515.htm> (дата обращения: 10.02.2020).
15. Промышленное оборудование. Продукты и решения для порошковых материалов // SIECHI. – URL : <http://siehindustry.com/ru/products/powder.html?yclid=6419871455732332848> (дата обращения: 10.02.2020).

Classifications of Nonmixing Components, Products and Devices

A. V. Evseev

*Department of Technological Systems of Food, Printing and Packaging Industries,
ews1972@mail.ru; Tula State University, Tula, Russia*

Keywords: heterogeneous mixtures; classification; mixture components; non-mixers; preparation of mixtures; mixing equipment.

Abstract: The theory and practice of obtaining mixtures from components with different physical and mechanical properties and fractions include mostly the formation processes of stochastic homogeneity and a wide range of equipment to implement these technologies. When the ratio of components in the mixture does not exceed 1:10, these methods make it possible to obtain mixtures of acceptable quality. However, the modern needs of society, when mixed products must be obtained with higher ratios of components and minimum doses of their consumption, traditional equipment does not always allow obtaining mixtures of a given quality. New classifications of components (media) and equipment for preparing heterogeneous mixtures are presented taking into account the possibility of deterministic formation of their homogeneity on a new class of technological machines, i.e. non-mixers.

References

1. <https://docs.cntd.ru/document/471834499> (accessed 10 February 2020).
2. Yevseyev A.V. [Nonmixing], *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki* [Proceedings of the Tula State University. Technical science], 2019, no. 9, pp. 27-36. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Makarov Yu.I. *Apparaty dlya smesheniya sypuchikh materialov* [Apparatus for mixing bulk materials], Moscow: Mashinostroyeniye, 1973, 216 p. (In Russ.)
4. *GOST 16349-85 Smesiteli tsiklichnyye dlya stroitel'nykh materialov. Tekhnicheskiye usloviya* [GOST 16349-85 Cyclic mixers for building materials. Specifications], Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1999, 10 p. (In Russ.)
5. *GOST R 54425-2011 Mashiny i oborudovaniye dlya pishchevoy promyshlennosti. Smesiteli lopastnyye. Trebovaniya po bezopasnosti i gigiyene* [GOST R 54425-2011 Machines and equipment for the food industry. Blade mixers. Requirements for safety and hygiene], Moscow: Standartinform, 2013, 35 p. (In Russ.)
6. *GOST EN 454-2013 Mashiny i oborudovaniye dlya pishchevoy promyshlennosti. Smesiteli planetarnyye. Trebovaniya po bezopasnosti i gigiyene* [GOST EN 454-2013 Machinery and equipment for the food industry. Planetary mixers. Requirements for safety and hygiene], Moscow: Standartinform, 2014, 67 p. (In Russ.)
7. Pershin V.F. *PhD Dissertation (Technical)*, Tambov, 1994, 428 p. (In Russ.)
8. Barantseva Ye.A. *PhD Dissertation (Technical)*, Ivanovo, 2010, 262 p. (In Russ.)
9. Lukash A.N., Klusov I.A., Ovchinnikov A.S., Yevseyev A.V. *Sposob smesheniya sypuchikh komponentov i ustroystvo dlya yego realizatsii* [A method of mixing loose components and a device for its implementation], Russian Federation, 1999, Pat. 2129911. (In Russ.)
10. Lukash A.N., Yevseyev A.V., Ovchinnikova T.A., Vlasov K.V., Karpukhina O.V. *Sposob smesheniya sypuchikh komponentov i ustroystvo dlya yego realizatsii* [A method of mixing loose components and a device for its implementation], Russian Federation, 2006, Pat. 2271243. (In Russ.)
11. Yevseyev A.V. *Rotornyy pitatel' dlya sypuchego materiala* [Rotary feeder for bulk material], Russian Federation, 2019, Pat. 2708780. (In Russ.)

12. Yevseyev A.V. *Sposob polucheniya smesi iz sypuchikh komponentov i ustroystvo dlya yego osushchestvleniya* [The method of obtaining a mixture of loose components and a device for its implementation], Russian Federation, 2019, Pat. 2707998. (In Russ.)

13. <https://www.eirich.ru/ru/tehnologija/smesitelnoe-oborudovanie/> (accessed 10 February 2020).

14. <https://former.buhlergroup.com/europe/ru/515.htm> (accessed 10 February 2020).

15. <http://sieheindustry.com/ru/products/powder.html?yclid=6419871455732332848> (accessed 10 February 2020).

Klassifizierungen von nicht mischbaren Mischkomponenten, Produkten und Geräten

Zusammenfassung: In der Theorie und Praxis der Herstellung von Mischungen aus Komponenten verschiedener physikalisch-mechanischer Eigenschaften und Fraktionen dominieren Prozesse der Stochastikbildung der Homogenität und eine breite Palette von Geräten für die Umsetzung dieser Technologien. Wenn das Verhältnis der Komponenten in der Mischung nicht größer als 1: 10 ist, ermöglichen diese Verfahren eine Mischung von akzeptabler Qualität zu bekommen. Aber die modernen Bedürfnisse der Gesellschaft, wenn gemischte Produkte mit höheren Verhältnissen von Komponenten und Mindestdosen ihres Verbrauchs erhalten werden müssen, die traditionelle Ausrüstung ermöglichen jedoch nicht immer, Mischungen einer bestimmten Qualität zu erhalten. Es sind neue Klassifikationen von Komponenten (Medien) und Geräten zur Herstellung heterogener Mischungen vorgestellt, wobei die Möglichkeit der deterministischen Bildung ihrer Homogenität auf einer neuen Klasse von technologischen Maschinen - Nichtmischern - berücksichtigt ist.

Classifications des composants de mélange nonmixers, des produits et des dispositifs

Résumé: Dans la théorie et la pratique de l'obtention des mélanges à partir des composants de diverses propriétés physiques et mécaniques et des fractions, prédominant des processus de formation d'homogénéité stochastique et un large éventail d'équipements pour la mise en œuvre de ces technologies. Avec un rapport de composants dans le mélange ne dépassant pas 1:10, ces méthodes permettent d'obtenir des mélanges de la qualité acceptable. Cependant, les besoins actuels de la société, lorsque les produits mélangés doivent être obtenus avec des ratios des composants plus élevés et des doses minimales de consommation, les équipements traditionnels ne permettent pas toujours d'obtenir des mélanges de la qualité prédéterminée. Sont présentées de nouvelles classifications des composants (milieux) et des équipements pour la préparation des mélanges hétérogènes tout en tenant compte de la possibilité d'une formation déterminée de leur singularité sur une nouvelle classe des machines technologiques - nonmixers.

Автор: Евсеев Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологические системы пищевых, полиграфических и упаковочных производств», ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия.