

В.Н. Иванец, Д.М. Бородулин, А.А. Андрюшков

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СМЕСИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА

В статье проведен обзор новых конструкций центробежных смесителей непрерывного действия для смешивания дисперсных материалов с соотношением компонентов 1:100 и выше. Рассмотрены пути интенсификации непрерывного смешивания, и даны рекомендации по использованию этих конструкций.

Смешивание, смеситель, центробежный.

Введение

В пищевой и других отраслях промышленности одной из важнейших стадий технологической схемы является процесс смешивания дисперсных материалов. К таким производствам относят: получение комбинированных продуктов питания, комбикормов, заменителей цельного молока, получение лекарственных препаратов и смесей, выработка минеральных удобрений, строительных и шихтовых материалов.

На многих производствах для получения таких продуктов до настоящего времени применяют смесители периодического действия. Как правило, их используют в относительно небольших по объему производствах, когда содержание компонентов в смеси различается до 50 раз. Однако если нужна смесь, в которой соотношение смешиваемых компонентов составляет 1:100 и выше, то в смесителях данного типа не удастся получить смесь заданного качества.

Приготовление смесей с заданными качественными характеристиками может быть обеспечено за счет правильной организации процесса смешивания и его аппаратного оформления. Поэтому разработка непрерывных высокоэффективных смесительных аппаратов для получения высокодисперсных смесей при соотношении компонентов 1:100 и выше является актуальной научной задачей.

Цель данной работы – показать процесс создания нового поколения конструкций высокоэффективных аппаратов центробежного типа для получения сухих и увлажненных дисперсных смесей. Процесс смешивания в них основан на принципе создания направленной структуры движения материалопотоков во всем объеме аппарата за счет использования прямых и обратных рециклов. В ряде случаев предусматривается возможность совмещения процессов смешивания и диспергирования в одном аппарате. К смесителям непрерывного действия (СНД) предъявляются следующие требования: обеспечение качественного смешивания, высокая сглаживающая способность, высокая производительность при небольших материало- и энергозатратах и др.

Объекты и методы исследований

В Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности под руководством профессора В.Н. Иванца были разработаны СНД центробежного типа, отвечающие всем вышеперечисленным требованиям. Данные конструкции условно

можно разделить на три группы: смесители с горизонтальным расположением ротора, смесители с вертикальным расположением ротора, смесители с уменьшенной материало- и энергоемкостью.

Рассмотрим аппараты, которые относятся к первой группе. Представленный на рис. 1 СНД [1] состоит из следующих элементов: вертикального цилиндрического корпуса, в котором расположено приемно-направляющее устройство конической формы; крышки с входными патрубками, днища с разгрузочным патрубком, приводного вала, на котором крепятся разгрузочные лопасти и ротор, представляющий собой диск с тремя полыми усеченными конусами. На поверхностях внутреннего и среднего конусов имеются окна, ограниченные снизу поверхностью диска ротора. Над внутренним и средним конусами расположены отражатели, имеющие торцовую поверхность с окнами. Над внешним конусом в приемно-направляющем устройстве выполнены отверстия.

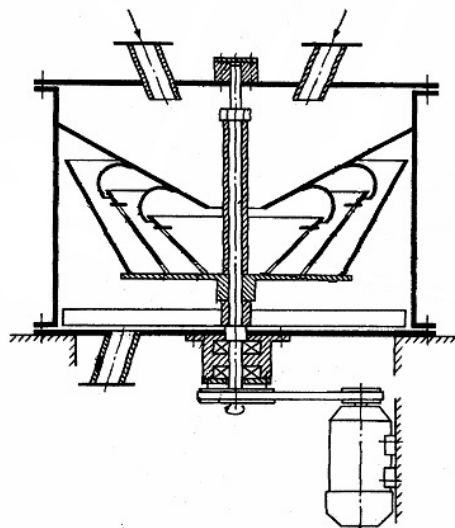


Рис. 1. Смеситель непрерывного действия (патент РФ 2200055)

СНД работает следующим образом: исходные компоненты дозаторами подаются через патрубки и попадают на внутреннюю поверхность направляющей воронки. Скользя по ее поверхности, они ссыпаются через кольцевой зазор между выходным отверстием воронки и валом на диск ротора. Так как окна снизу ограничены поверхностью диска, только часть потока переходит на поверхность внутреннего

конуса, а другая через окна движется к среднему конусу. Поток материала, дошедший до него, опять разделяется на две части. Одна из них проходит через окна и движется дальше, а другая переходит на поверхность среднего конуса. Часть входного потока, перешедшая на поверхность внутреннего конуса, движется по ней снизу вверх и благодаря наличию на конусе верхних окон частично переходит через них на поверхность среднего конуса. В результате наличия над окнами козырьков поток материала, сошедший с нижней кромки окна, почти полностью переходит на поверхность последующего конуса. Оставшаяся часть потока, не прошедшая через окна, сбрасывается с поверхности конуса и отражателем возвращается к нижнему его основанию. Тем самым образуется контур рециркуляции смеси. На среднем конусе происходит аналогичный процесс. Смесь, попавшая на сплошной внешний конус, движется по нему и сбрасывается по направлению к стенке корпуса. Далее она выгружается из аппарата лопастями.

Основная цель данной конструкции – устранение неблагоприятного вентиляционного эффекта, возникающего при вращении ротора, а также создание в смесителе внешней рециркуляции смеси за счет окон, расположенных на поверхности отражателей над внутренним и внешним конусами.

Следующая конструкция [2] позволяет увеличить сглаживающую способность смесителя и, как следствие, повысить качество конечной смеси за счет того, что на поверхности приемно-направляющего устройства имеются два ряда отверстий: верхний и нижний. Данные отверстия способствуют разделению входного потока на три части: первая проходит через верхний ряд отверстий, вторая – через нижний, а оставшаяся часть – через центральное отверстие приемно-направляющего устройства. Это конструктивное решение обеспечивает организацию стабильных опережающих потоков внутри аппарата.

Интенсифицировать процесс смешивания можно, например, используя движение пылевоздушных потоков, как это предусмотрено в смесителе [3]. Данный СНД содержит корпус, питатель с загрузочными патрубками, приводной вал с ротором, выполненным в виде основания с прикрепленными к нему концентрично расположенными полыми усеченными конусами. С целью интенсификации процесса смешивания на средний конус ротора устанавливаются четыре лопасти рабочего колеса осевого вентилятора, которые создают направленное движение пылевоздушных потоков сверху вниз и дополнительную турбулизацию.

Ко второй группе СНД относится конструкция [4], представленная на рис. 2, состоящая из следующих элементов: вертикального цилиндрического корпуса, направляющей воронки, крышки с загрузочными патрубками, в том числе для подачи жидкой фазы, днища с разгрузочным патрубком, приемно-распределительного устройства с отверстиями и направляющими полыми усеченными конусами, подшипникового узла, в котором закреплен вал. На валу крепятся диск для распыления жидкой фазы и перемешивающие лопасти. Ротор представляет собой

диск с концентрично установленными на нем двумя полыми усеченными конусами.

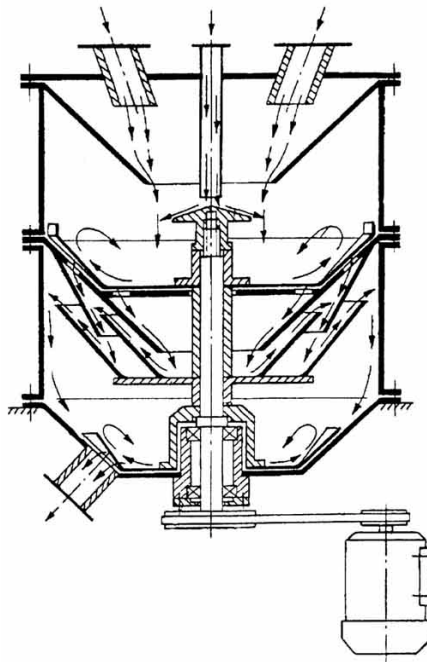


Рис. 2. Смеситель непрерывного действия (патент РФ 2191063)

Работа смесителя осуществляется следующим образом: сыпучие компоненты подаются через загрузочные патрубки на поверхность направляющей воронки. Жидкая фаза через патрубков поступает на вращающийся диск и под действием сил инерции распыляется в тонкослойный поток сыпучих компонентов, которые ссыпаются через отверстия направляющей воронки на приемно-распределительное устройство. Под действием вращающихся перемешивающих лопастей в приемно-распределительном устройстве происходит предварительное смешение компонентов и далее смесь непрерывным потоком просыпается через отверстия на внутренние поверхности направляющих конусов. При этом часть смеси направляется к центру диска ротора, затем попадает на поверхность внутреннего вращающегося конуса и сбрасывается с его верхней кромки на поверхность внешнего направляющего конуса. Сюда же через отверстия опережающим по отношению к ней потоком поступает смесь, находящаяся на конической части приемно-распределительного устройства. Суммарный поток сбрасывается с поверхности внешнего направляющего конуса на внутреннюю поверхность конуса ротора, где происходит тот же процесс, что и на поверхности внутреннего конуса. Смесь, сошедшая с верхней кромки внешнего конуса, ссыпается на днище смесителя и выводится из него с помощью разгрузочных лопастей.

Основная цель данной конструкции СНД заключается в разрушении конгломератов, эффективном смешивании высокодисперсных компонентов за счет ввода жидкости и увеличения сглаживающей способности.

СНД следующей конструкции [5] позволяет получать смеси хорошего качества с соотношением смешиваемых компонентов 1:500 и выше благодаря

тому, что их приготовление осуществляется по методу последовательного разбавления, которое происходит за счет разделения входного потока на несколько частей с последующим их пересечением. При этом предусматривается добавление исходного компонента в смесь, полученную на верхнем конусе, а также организация движения пересекающихся потоков над конусами с помощью отражательных колец с окнами. Хорошее качество обеспечивается также благодаря наличию над конусами отражателей, позволяющих создавать пересекающиеся потоки материала и направлять смесь, сходящую с одного конуса, к основанию следующего. В результате удается добиться равномерной удельной загрузки конусов ротора, что способствует созданию равного по толщине слоя материала на них. Процесс смешения происходит на уровне микрообъемов и отдельных частиц.

К смесителям третьей группы можно отнести СНД [6], показанный на рис. 3. Смеситель состоит из вертикального конического корпуса, в котором расположено приемно-распределительное устройство, крышки с загрузочными патрубками. На полого вала крепится внутренний конус. Внутри полого вала расположен сплошной, на котором крепится внешний полый тонкостенный конус. На верхней части конуса расположен торообразный отражатель с окнами, на поверхности внутреннего конуса – два ряда окон. Приводной вал крепится в подшипниковом узле и приводится во вращение при помощи клиноременной передачи от электродвигателя.

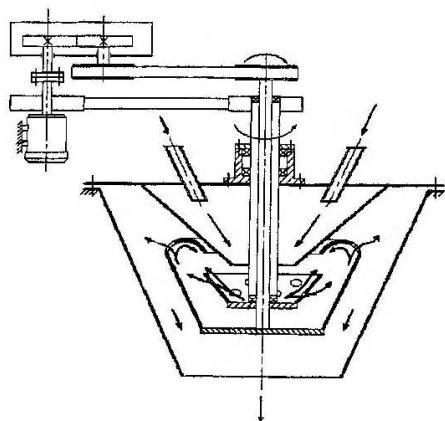


Рис. 3. Смеситель непрерывного действия (патент РФ 2220765)

Центробежный смеситель работает следующим образом. Сыпучие компоненты дозаторами подаются через загрузочные патрубки и попадают на поверхность приемно-распределительного устройства, откуда равномерно сыпаются на основание внутреннего конуса. Поток материала, двигаясь по его поверхности и достигнув окон, разделяется на части. Одна из них, через нижний ряд окон, опережающим потоком переходит на внешний конус. По мере ее движения по внутренней поверхности конуса происходит последовательное наложение и интенсивное перемешивание с потоками, прошедшими через второй ряд окон и с вершины внутреннего ко-

нуса. Затем полученная смесь достигает торообразного отражателя и повторно разделяется на части: одна проходит через окна, расположенные на отражателе, а другая возвращается на внутренний конус, где накладывается на поток исходных компонентов, поступающих в смеситель. Смесь, прошедшая через окна отражателя, сыпается по поверхности конического корпуса и выводится из смесителя.

Такие конструктивные решения обеспечивают организацию направленного движения опережающих, пересекающихся потоков и рециркуляцию внутри аппарата.

Еще один представитель этой группы СНД [7], представленный на рис. 4, работает следующим образом. Сыпучие компоненты подаются через патрубок на диск вращающегося ротора. Под действием центробежной силы сыпучая масса равномерно «растекается» по диску и переходит на внутреннюю поверхность полого усеченного конуса, где, двигаясь снизу вверх, достигает его верхней волнообразной кромки. Такая ее конфигурация способствует появлению дополнительного эффекта смешивания в пересекающихся потоках материала по той причине, что общий кольцевидный поток материала сходит с поверхности конуса в разные моменты времени, разделяясь на несколько частей, которые впоследствии пересекаются друг с другом в кольцевом пространстве между ротором и корпусом смесителя. Готовая смесь сыпается по внутренней поверхности корпуса и выводится из аппарата.

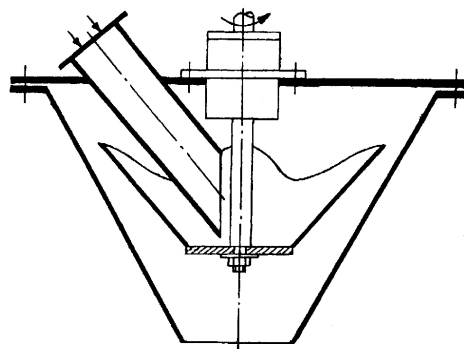


Рис. 4. Смеситель непрерывного действия (патент РФ 2361653)

Именно такое конструктивное решение позволяет значительно повысить сглаживающую способность аппарата и интенсивность процесса смешения без дополнительных затрат энергии.

Результаты и их обсуждение

Некоторые из приведенных выше СНД центробежного типа успешно используются в пищевых отраслях для получения комбинированных смесей, обогащенных минеральными и витаминными добавками.

Приведенный обзор разработанных в КемТИПП конструкций СНД центробежного типа для получения высокодисперсных смесей позволяет сделать следующие выводы.

1. Интенсифицировать процесс смешивания возможно с помощью создания направленного движе-

ния материальных (опережающих и рециркулирующих) и пылевоздушных потоков внутри аппарата.

2. Эффективное смешивание высокодисперсных компонентов осуществляется за счет ввода жидкости, что предотвращает унос отдельных фракций компонентов в пылевоздушное пространство аппарата и тем самым процесс сегрегации (смеситель [4]).

3. Для получения качественных дисперсных смесей с соотношением компонентов 1:100 и выше це-

лесообразно использовать следующие конструкции СНД (смесители [1, 2, 3, 6, 7]).

4. Для получения смесей хорошего качества с соотношением смешиваемых компонентов 1:500 и выше целесообразно использовать СНД центробежного типа (смеситель [5]).

Список литературы

1. Патент РФ 2200055 Ру, С2 7 В01F 7/26 Центробежный смеситель / В.Н. Иванец, С.А. Ратников, Г.Е. Иванец, Д.М. Бородулин, Г.Н. Белоусов (Россия). – Оpubл. 10.03.2003 Бюл. № 7.
2. Патент РФ 2207186 Ру, С1 7 В01F 7/26, В 28 С 5/16 Центробежный смеситель / В.Н. Иванец, И.А. Бакин, Д.М. Бородулин, В.П. Зверьев (Россия). – Оpubл. 27.06.2003 Бюл. № 18.
3. Патент РФ 2216394 Ру, С1 7 В01F 7/26 Центробежный смеситель / В.Н. Иванец, И.А. Бакин, Г.Н. Белоусов, Д.М. Бородулин, А.С. Волков (Россия). – Оpubл. 20.11.2003 Бюл. № 32.
4. Патент РФ 2191063 Ру, С1 7 В01F 7/26 Центробежный смеситель / С.А. Ратников, Д.М. Бородулин, Г.Е. Иванец, Г.Н. Белоусов, И.А. Бакин, А.И. Саблинский (Россия). – Оpubл. 20.10.2002 Бюл. № 29.
5. Патент РФ 2207901 Ру, С2 7 В01F 7/26, В 28 С 5/16 Центробежный смеситель / В.Н. Иванец, И.А. Бакин, Д.М. Бородулин, В.П. Зверьев (Россия). – Оpubл. 10.07.2003 Бюл. № 19.
6. Патент РФ 2220765 Ру, С1 7 В01F 7/26, В 28 С 5/16 Центробежный смеситель / В.Н. Иванец, И.А. Бакин, Д.М. Бородулин, М.М. Виниченко, Г.Н. Белоусов, С.В. Аверкин (Россия). – Оpubл. 10.01.2004 Бюл. № 1.
7. Патент РФ 2361653 Ру, С1 МПК В01F 7/26 (2006.01) Центробежный смеситель / С.А. Ратников, Д.М. Бородулин, А.Н. Селюнин, А.В. Сибиль (Россия). – Оpubл. 20.07.2009 Бюл. № 20.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

V.N. Ivanez, D.M. Borodulin, A.A. Andryushkov

Development tendencies of continuous centrifugal mixers

The paper provides an overview of new continuous centrifugal mixers used for mixing of dispersed materials with a component ratio of 1:100 and above. The ways of continuous mixing intensification and recommendations on the use of these mixers are considered.

Mixing, mixer, centrifugal.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

