

УДК 621.929

Фейлер Л.А., студент ИХНТ, ХМб-171, 3 курс

Научный руководитель: Андриюшков А.А., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

### **Особенности конструкций смесительного оборудования**

В современном мире существует колоссальное множество промышленных предприятий. Начиная от тяжёлой промышленности заканчивая пищевой. И не одно из них невозможно представить без смесительного оборудования. Как уже известно, всё оборудование химических производств можно разделить на три класса: аппараты, машины, транспортные средства. В зависимости от назначения химическое оборудование делят на универсальное, специализированное и специальное. Технологичное оборудование делят на основное и вспомогательное. Смесители относятся к вспомогательной группе, так как они могут участвовать во многих процессах. Таких как смешение газов, жидких и твёрдых веществ.

Смеситель — вид оборудования, предназначенный для приготовления смесей из исходных компонентов, находящихся в одинаковом или различном агрегатном состоянии.

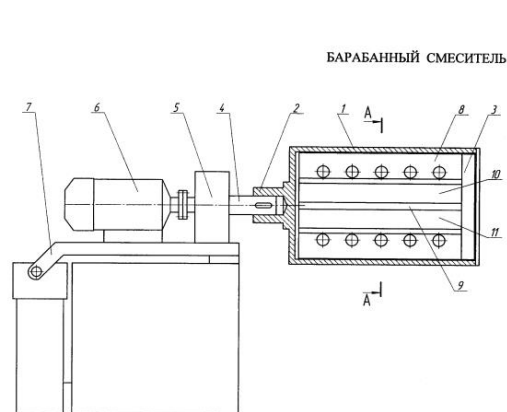
При смешивании твёрдых сыпучих веществ, так называемом сухом смешивании, твёрдые вещества превращаются в пыль, будучи до смешивания зернистыми или порошкообразными. Сухое смешивание осуществляется в силосах, смесительных устройствах или просто в отвалах. Общим принципом для всех видов сухого смешивания является забор смешиваемого продукта из одной зоны и передача его в другую зону. Эта процедура повторяется многократно, а в процессе дополнительного краевого перемешивания зон приводит к распределению компонентов друг в друге. Существует множество конструкций смесителей и зачастую сложно определиться с выбором нужного оборудования.

Конструкции аппаратов для смешивания твёрдых (сыпучих) материалов смесителей в основном зависит от метода смешивания (пересыпка, перелопачивание, псевдооживление и др.), физико-механических, химических и других свойств отдельных компонентов их смесей также от требуемого качества и интенсивности смешивания. Смесительное оборудование делится на: шнековые, барабанные, центробежные, вибрационные, смесители с вращающимися лопастями. [1]

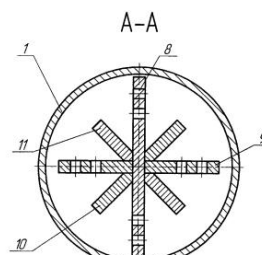
В данной статье мы рассмотрим три типа конструкций: барабанные, вибрационные и центробежные. Три типа смесителей применяемые в химической промышленности.

## 1. Барабанный смеситель

Барабанный смеситель состоит из цилиндрического корпуса 1 с цапфой 2, крышки 3, вала 4, установленного в подшипниковой опоре 5. Смеситель оснащен приводом 6, размещенным на поворотной раме 7. Внутри корпуса 1, вдоль его оси расположены перекрещивающиеся перфорированные перегородки 8 и 9 разной ширины, укрепленные на крышке 3 и установленные относительно корпуса с зазором. Величина зазора между корпусом 1 и перегородкой 8 определяется свойствами смешиваемых компонентов и составляет от 0,01 до 0,05 внутреннего диаметра корпуса. Величина зазора между корпусом 1 и перегородкой 9 составляет от 0,05 до 0,10 внутреннего диаметра корпуса. Между перфорированными перегородками 8 и 9 расположены неперфорированные перегородки 10 и 11. Величина зазора между корпусом 1 и перегородками 10 и 11 составляет от 0,10 до 0,20 внутреннего диаметра корпуса. На рабочей поверхности перфорированных перегородок 8 и 9 выполнены продольные выступы 12. [2]



Фиг. 1



Фиг. 2

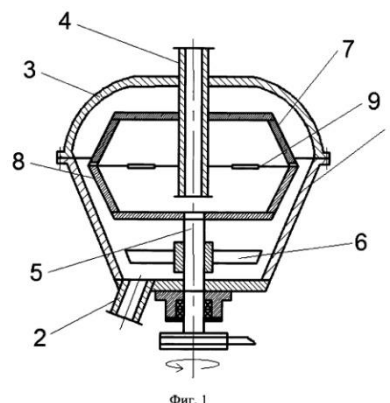
Светлов С.А.  
Светлова Т.С.  
Светлова О.Р.

Использование предлагаемого устройства для смешивания хрупких сыпучих материалов обеспечивает, по сравнению с существующими барабанными смесителями, повышение однородности смеси, вследствие интенсивного смешивания компонентов в рабочем объеме корпуса смесителя и периодического разделения смеси на множество потоков с различным направлением и относительной скоростью движения, уменьшение измельчения и истирания частиц сыпучих материалов, увеличение производительности смесителя. [2]

Эти смесители просты по устройству, но пригодны лишь для смешивания сухих порошкообразных материалов и требуют значительного времени смешивания. Поэтому аппараты такого типа в настоящее время вытесняются другими более эффективными смесителями. [1]

## 2. Центробежный смеситель

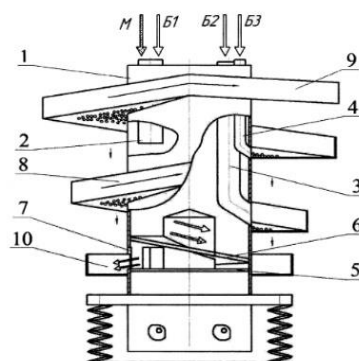
Смеситель состоит из следующих элементов: вертикального конического корпуса 1, на котором расположен разгрузочный патрубок 2, эллиптической крышки 3 с загрузочным патрубком 4, вала 5, с установленными на нем лопастями 6 и ротором, состоящим из верхнего 7 и нижнего 8 полых тонкостенных усеченных конусов, соединенных по периметру друг с другом большими основаниями, вдоль которого расположены шесть прямоугольных окон 9. [3]



Технический результат, заключающийся в повышении интенсивности протекания процесса смешивания высокодисперсных сыпучих материалов и снижении степени сегрегации, достигается благодаря тому, что на валу концентрично установлен ротор, состоящий из верхнего и нижнего полых тонкостенных усеченных конусов, соединенных по периметру друг с другом большими основаниями, вдоль которых расположены шесть прямоугольных окон. Это техническое решение позволяет увеличить время нахождения частиц материала внутри аппарата за счет организации внутренней рециркуляции смеси и предотвратить унос высокодисперсных частиц в пылевоздушное пространство. В результате этого исключается эффект сегрегации и повышается качество конечного продукта. [3]

## 3. Вибрационный смеситель

Вибрационный смеситель содержит вертикальный цилиндрический загрузочный бункер 1 с установленными в его верхней части патрубками ввода сыпучих ингредиентов 2, 3 и 4, а на дне 5 - винтовым лотком 6, наклоненным в сторону движения материала. Сквозное отверстие 7 в стенке бункера предназначено для выхода материала на нижний виток закрепленного на его внешней поверхности винтового



Фиг. 1 – Общий вид смесителя

перфорированного лотка 8, имеющего противоположный наклон. Вверху он заканчивается выгрузочным патрубком 9, а снизу под ним, с примыканием к нижней его кромке, горизонтально расположен сплошной кольцевой лоток 10. В стенке бункера дополнительно выполнены отверстия, через которые патрубки ввода 3 и 4 подают отдельные ингредиенты сразу на внешний винтовой лоток, расширяющийся в этих местах пропорционально количеству поступающего материала. [4]

Техническим результатом является расширение диапазона соотношений смешиваемых ингредиентов. Это достигается за счет применения в предлагаемом техническом решении метода «последовательного разбавления» путем установки в загрузочном бункере патрубков, по которым ингредиенты или их части подаются через дополнительные окна, выполненные в стенке бункера, на витки «внешнего» рабочего органа. [4]

Техническими недостатками вибрационного смесителя являются низкая надежность, в результате воздействия вибраций происходит постепенная деформация конструкции.

Выше представлены три типа смесительного оборудования. У каждой конструкции есть свои преимущества и недостатки. Нельзя утверждать, что один тип лучше другого. Так как у каждого из них есть своя область применения.

Барабанные смесители очень удобны тем, что могут смешивать смеси в разных агрегатных состояниях при этом сразу же осуществлять сушку. Можно наблюдать такие процессы как конвективное смешение (слои материала скользят друг по другу, рассыпаясь на отдельные частицы, которые внедряются в соседние слои) и диффузионное смешивание (постепенное проникновение различных компонентов через вновь образующиеся гранулы раздела) [5]. В них осуществляется тщательное смешивание с сохранением структуры сыпучих продуктов при относительно небольшом расходе энергии и малом времени смешивания.

Основным преимуществом центробежных смесителей является то, что в процессе перемешивания смесь находится в аэрированном состоянии, что способствует ее обеспыливанию и охлаждению. Качество продукции повышается за счёт уменьшения эффект сегрегации.

Следует отметить, что многочисленные исследования в области интенсификации технологических процессов с применением вибрации, проведенные российскими учёными, показали, что основные положения физико-химической механики дисперсных систем могут быть успешно использованы и в процессах смешивания. Управление структурно-реологическими свойствами смесей из

стадии перемешивания, в частности разрушение структуры смешиваемых материалов и, как следствие, уменьшение вязкости, позволяет повысить однородность смешиваемых материалов, качество продукции. [6] Так же они исключают использование дорогих дозаторов за счёт простоты конструкции.

### Список литературы

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. -М.: Альянс, 2005. - Стр. 751.
2. Светлов , С.А., Барабанный смеситель [Электронный ресурс]. URL: <https://findpatent.ru/patent/260/2607748.html>©
3. Бородулин , Д.М. Центробежный смеситель [Электронный ресурс]. URL: <https://findpatent.ru/patent/260/2607748.html>©
4. Шушпанников , А.Б. Вибрационный смеситель [Электронный ресурс]. URL: <https://findpatent.ru/patent/260/2607748.html>©
5. Сутягин, В.М., Ляпков, А.А., Бондалетов, В.Г. Основы проектирования и оборудование производств полимеров : Учебное пособие. .-М.: Лань, 2018.- Стр. 463.
6. Кузьмичев, В.А. Основы конструирования вибромиксеров: учебное пособие.-М.: Лань, 2020.- Стр. 197.