

Гарабажу А. А., канд. техн. наук, доц.
Белорусский национальный технический университет

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ РОТОРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОГО СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация

На основании анализа специальной научно-технической и патентной литературы в статье составлена сводная таблица технико-экономической эффективности современного смесительного оборудования и сделан вывод о перспективном промышленном использовании смесителей центробежного типа. Проанализировав достоинства и недостатки современных центробежных смесителей, автором была разработана принципиально новая конструкция роторно-центробежного смесителя со смещенными тангенциальными патрубками для эффективного перемешивания сухих строительных материалов.

В настоящее время процесс приготовления однородных по составу смесей порошкообразных и зернистых материалов применяется во многих отраслях промышленности. Не является исключением в этом плане и промышленность строительных материалов. В технологических процессах производства большинства строительных материалов, а также цемента, сухих строительных смесей, фарфора, фаянса и т. д. смесительные аппараты занимают одно из ответственных мест. Во многих случаях процесс смешения является подчиненным, но, тем не менее, имеющим большое значение для основных технологических процессов и, в конечном счете, часто определяющим качество готовой продукции.

На современном этапе интенсификация процессов перемешивания сухих сыпучих материалов при снижении их энергоемкости является актуальной задачей для многих предприятий по производству строительных материалов стран СНГ в целом и Республики Беларусь в частности. В большинстве случаев данная задача решается путем реконструкции или модернизации существующего смесительного оборудования, или же путем создания и внедрения новых высокоэффективных энергосберегающих машин и аппаратов.

На основании всестороннего анализа современной научно-технической и патентной литературы [1–7] по проблеме интенсификации процессов перемешивания сухих сыпучих материалов в современных конструкциях смесительного оборудования автором была получена сводная таблица 1.

Таблица 1

Технико-экономические характеристики современного смесительного оборудования для перемешивания сухих сыпучих материалов

№ п/п	Тип смесителя	Коэффициент заполнения	Удельная производительность, $\text{м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}^3$	Удельная металлоемкость, $\text{т}/\text{м}^3/\text{ч}$	Удельные энергозатраты, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$	Время смешения, мин.	Коэффициент неоднородности (V_c) _{пр} , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Барабанный с горизонтальным цилиндрическим корпусом	0,6	0,16–0,65	0,6–2,4	3,0–11,6	60–240	10–15
2.	Барабанный билиндрический	0,6	0,32–0,65	0,68–1,36	2,7–5,5	60–120	8–12
3.	Барабанный тетраэдрический	0,6	0,32–0,65	0,5–1,0	2,7–5,5	60–120	6–10
4.	Двухроторный червячно-лопастной с реверсивным шнеком	0,9	1,6	4,2	12–17	30–60	10–12
5.	Плужный	0,8	1,6	1,5	11–15	60	12–16
6.	Ленточный	0,9	1,1	1,5	7,5–11	60	12–16
7.	Бипланетарный БСП	0,8	1,3	1,6	4,0–6,3	3–6	1,5–5,0
8.	Смесительные бегуны центробежного типа	0,6	0,4–0,82	2,1	3,4–6,0	6	6–14
9.	Гравитационный ударно-распылительный	0,01	5–10	0,13	0,1–0,2	0,3–0,4	5–6
10.	Трубный вибросмеситель	0,8	20–30	0,2–0,3	1,0–1,5	0,2–0,3	3–4
11.	Эрлифтный пневмосмеситель с внутренней циркуляцией материала	0,5–0,6	10–16	0,5–0,7	0,4–0,5	4–5	6–9
12.	Многороторный центробежно-лопастной	0,9	1,7	0,5	3–5	6	2–4

Окончание таблицы 1.

1	2	3	4	5	6	7	8
13.	Центробежно-дисковый	0,6	3	0,8	9–12	6	3–6
14.	Центробежно-шнековый	0,5	3	1,4	14–16	6–12	5–7
15.	Центробежный с вращающимся конусом	0,5	1,4	1,6	1,0–1,5	5–10	2–5
16.	Центробежный прямоточный	0,01	5–10	0,8	0,2	0,1–0,15	3–5
17.	Центробежно-ударный	0,01–0,02	1,8	1,0	0,1–0,15	0,1–0,2	4–8

В настоящее время из-за отсутствия абсолютно точных или достоверных данных очень трудно анализировать технико-экономическую эффективность современного смесительного оборудования. Поэтому представленные в таблице 1 технико-экономические характеристики современного смесительного оборудования для перемешивания сухих сыпучих материалов следует рассматривать как ориентировочные.

Однако анализируя даже ориентировочные данные таблицы 1 можно отметить, что высокая эффективность перемешивания при относительно низких удельных энергозатратах и времени смешения наблюдается в бипланетарном БСП смесителе, трубном вибросмесителе, в многоярусном центробежно-лопастном, в центробежном прямоточном и в центробежно-ударном смесителях.

На основании всего выше изложенного можно сделать вывод о том, что в настоящее время наиболее перспективными для промышленного использования являются именно центробежные смесители.

Проанализировав достоинства и недостатки современных центробежных смесителей, автором была разработана новая энергосберегающая конструкция роторно-центробежного смесителя со смещенными тангенциальными патрубками для перемешивания сухих сыпучих материалов, схема которого представлена на рисунке 1.

Роторно-центробежный смеситель работает следующим образом (рис. 1). После запуска электродвигателя 14, установленного на плоской крышке 8, приводится во вращение через вертикальный вал 6 горизонтальный ротор смесителя. Одновременно с этим через патрубок 9 в плоской крышке 8 внутрь корпуса аппарата нагнетается воздух и, при помощи дополнительно установленного питателя, на распределительный конус 7 ротора смесителя подается первый (основной) компонент смеси. После схода с распределительного конуса 7 частицы первого компонента смеси попадают на нижний диск 3 вращающегося ротора и, двигаясь по нему и вдоль плоских наклонных лопаток 5, под действием центробежной силы разбрасываются последними на периферию к плоской стенке цилиндрической обечайки 1 корпуса смесителя. При этом за счет наклона разгонных лопаток 5 к радиусу аппарата на определенный угол или за счет их закрутки на определенный радиус, и вращения ротора смесителя с определенной скоростью, частицы первого компонента смеси после схода с плоской поверхности лопаток 5 или роторного диска 3 приближаются к стенке цилиндрической обечайки 1 по касательной траектории с наименьшим углом атаки, что способствует снижению вероятности их полного или частичного разрушения.

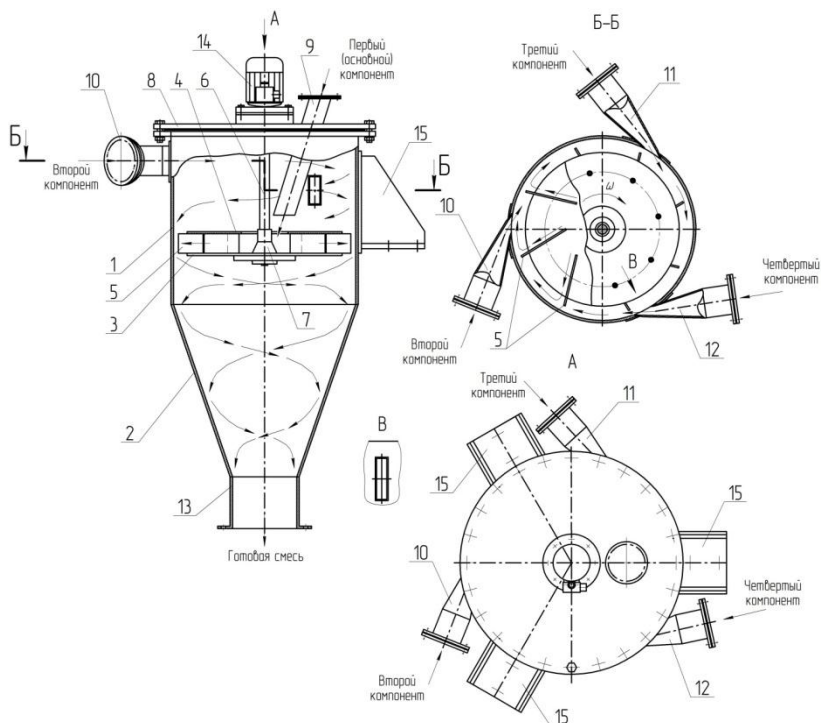


Рис. 1. Роторно-центробежный смеситель со смещенными тангенциальными патрубками

1 – цилиндрическая обечайка; 2 – коническая обечайка; 3 – нижний диск; 4 – верхний диск; 5 – лопатки; 6 – роторный вал; 7 – распределительный конус; 8 – плоская крышка; 9 – штуцер загрузки первого компонента; 10 – штуцер загрузки второго компонента; 11 – штуцер загрузки третьего компонента; 12 – штуцер загрузки четвертого компонента; 13 – штуцер выгрузки готовой смеси; 14 – электродвигатель; 15 – опоры-лапы

Одновременно с подачей основного компонента смеси, за счет вращения горизонтального ротора, внутри корпуса аппарата создается разрежение воздуха, что способствует самопроизвольному нагнетанию внутрь корпуса смесителя через тангенциальные патрубки 10, 11 и 12, смонтированные ступенчато на нескольких параллельно расположенных горизонтальных уровнях в верхней части цилиндрической обечайки 1, дополнительных (например, второго, третьего и четвертого) компонентов смеси в заданных пропорциях. Так как каждый из тангенциальных патрубков 10, 11 и 12 расположен в отдельной горизонтальной плоскости, смещенной ступенчато в вертикальном направле-

нии с определенным шагом, и выполнен в форме сужающегося к выходу сопла, имеющего прямоугольное выходное отверстие с существенным преобладанием его высоты над шириной, то подаваемые через них дополнительные компоненты смеси поступают внутрь корпуса аппарата по касательным траекториям тонкими (толщиной 3÷5 мм), последовательно накладывающимися один на другой, слоями, смешиваются с летящими к ним по касательной траектории частицами основного компонента смеси, и перемещаются все вместе по спиралеобразной траектории вдоль стенок цилиндрической 1 и конической 2 обечаек корпуса смесителя сверху вниз к патрубку 13 выгрузки готовой смеси.

В процессе работы роторно-центробежного смесителя (рис. 1) наиболее интенсивное смешение основного и дополнительных компонентов смеси происходит в кольцевом зазоре между выходной кромкой разгонных лопаток 5 и стенкой цилиндрической обечайки 1 корпуса аппарата при наложении их друг на друга тонкими слоями и при взаимном проникновении частиц из одного слоя в другой. Дополнительное перемешивание компонентов смеси происходит в результате их совместного перемещения по спиралеобразной траектории вдоль стенок цилиндрической 1 и особенно, сужающейся к низу, конической 2 обечаек корпуса смесителя сверху вниз.

Данное техническое решение позволит повысить эффективность процесса смешивания сухих сыпучих материалов в микрообъемах и существенно снизить вероятность принудительного измельчения компонентов смеси при их ударе об боковую поверхность цилиндрического корпуса аппарата.

На выше описанный роторно-центробежный смеситель со смешенными тангенциальными патрубками автором оформлена заявка на изобретение № а20131279 от 31.10.2013 г.

Библиографический список:

1. Макаров Ю. И. Аппараты для смешения сыпучих материалов. М.: Машиностроение, 1973. 215 с.
2. Макаров Ю. И., Зайцев А. И. Новые типы машин и аппаратов для переработки сыпучих материалов. М.: МИХМ, 1982. 75 с.
3. Росляк А. Т., Бирюков Ю. Л., Пачин В. И. Пневматические методы и аппараты порошковой технологии. Томск. Изд-во Томского ун-та, 1990. 272 с.
4. Богданов В. В., Торнер Р. В., Красовский В. Н., Регер Э. О. Смешение полимеров. Л.: Химия, 1979. 192 с.

5. Ким С. В., Скачков В. В. Диспергирование и смешение в процессах производства и переработки пластмасс. М.: Химия, 1988. 240 с.
6. Андрашников Б. И. Интенсификация процессов приготовления и переработки резиновых смесей. – М.: Химия, 1986. 224 с.
7. Лисовенко А. Т. Смесительные машины в хлебопекарной и кондитерской промышленности. К.: Урожай, 1990. 192 с.