

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛОПАСТНОГО СМЕСИТЕЛЯ

Проектирование смесителей осуществляется с учетом применяемого способа смешения и конструктивных особенностей аппарата. Лопастные смесители сыпучих материалов могут иметь множество конструктивных решений. Использование того или иного решения во многом зависит от физико-механических свойств смешиваемых материалов, вида, способа и объема производства и т.д.

Рассмотрим наиболее распространенные конструкции. Как известно, в лопастном одновальном смесителе реализация процесса смешения происходит в основном за счет перераспределения частиц в осевом направлении под действием рабочих органов. Следовательно, форма, расположение, размеры и количество рабочих органов оказывают существенное влияние на процесс смешения. Форма рабочих органов лопастных смесителей весьма разнообразна. С ее помощью можно значительно повысить интенсивность смешения. Для большинства видов сыпучего и даже вязкого материала, как показывает опыт, наиболее рациональными являются рабочие органы, выполненные в виде плоских прямоугольных пластин, которые просты в изготовлении и обслуживании.

Расположение лопастей на валу может быть либо по одной винтовой линии, либо по двум параллельным винтовым линиям (взаимно перпендикулярное по несколько лопастей в каждом ряду). С точки зрения интенсификации процесса выгодно использовать как можно большее количество лопастей для максимального перемещения частиц внутри смесителя. Однако в каждом ряду можно разместить лишь ограниченное число лопастей. Наиболее всего распространены смесители, у которых в ряду находится не более четырех лопастей, часто – две лопасти, имеющие обратное пространственное расположение по отношению к лопастям соседнего ряда. Расположение лопастей в ряду может быть одинаковым или различным, за счет чего в лопастных смесителях возможна организация потоков частиц с различной скоростью. Для исключения концентрации материала в отдельных зонах смесителя рекомендуется использовать лопасти с одинаковыми углами поворота относительно оси вращения вала.

Число лопастей в ряду должно быть таким, чтобы в момент выхода одной лопасти из слоя сыпучего материала время до вхождения другой лопасти было минимальным. В противном случае происходит значительное периодическое изменение нагрузки на двигатель (например, в слое сыпучего материала одновременно находятся лопасти трех рядов рабочих органов, а после выхода лопастей одного из них – некоторое время только лопасти остальных двух). Чем больше лопастей в рядах, тем меньше время перепада нагрузки. В связи с вышеизложенным целесообразно использовать от двух до четырех лопастей ($N_i = 2...4$) в каждом ряду рабочих органов, смещенных относительно лопастей соседнего ряда на одинаковый угол γ . В этом случае за один оборот вала произойдет от четырех до восьми изменений объемов материала в рядах ($g = 4...8$). При увеличении коэффициента заполнения смесительной камеры (ϕ) от 0,35 до 0,6 время перепада нагрузки на вал также уменьшается.

Существенное влияние на конструкцию одновального лопастного смесителя оказывает способ загрузки исходных компонентов. Наиболее распространены смесители с загрузочным отверстием в центре смесительной камеры (рис. 1, а и рис. 1, б). При этом выгрузка может быть организована либо в центре (рис. 1, а), либо у торцевых стенок смесителя (рис. 1, б). Для этого лопасти на валу ориентируют таким образом, чтобы происходило максимальное перемещение материала в направлении к выгрузочному отверстию. Загрузочных отверстий может быть несколько, что используется при одновременной параллельной загрузке компонентов (рис. 1, в и рис. 1, з). При небольших объемах производства загрузочное отверстие

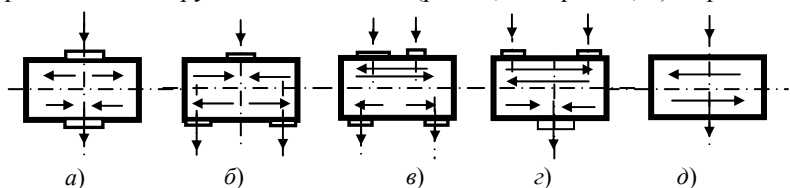


Рис. 1 Схемы загрузки-выгрузки и перемещения компонентов в лопастном смесителе:

а – центральная последовательная загрузка и выгрузка; б – центральная последовательная загрузка и параллельная выгрузка у торцевых стенок смесителя; в – параллельная загрузка и выгрузка; г – параллельная загрузка и общая выгрузка; д – равномерная по всей длине загрузка и выгрузка

располагают по всей длине смесителя, и оно же выполняет функцию выгрузочного отверстия путем опрокидывания корпуса смесителя (рис. 1, д). Данная конструкция занимает небольшую производственную площадь, не требует специальных для нее помещений и дополнительных устройств, а также возможно применение лопастей расположенных на валу с одинаковым шагом и шириной захвата, что значительно повышает универсальность изготовления и эксплуатации аппарата.

В зависимости от способа загрузки исходных компонентов смеси в смеситель, с помощью чередования поворота лопастей определенным образом можно добиться минимального времени перемещения частиц по рядам рабочих органов. Как известно, при движении рабочего органа, выполненного в виде плоской пластины, в слое сыпучего материала основное перемещение частиц осуществляется в двух направлениях в соседние ряды рабочих органов (большее перемещение в направлении поворота лопасти, меньшее в противоположном направлении) [1]. Для случая последовательной загрузки компонентов через центральное загрузочное отверстие (рис. 1, а и рис. 1, б) или равномерной по всей длине смесителя (рис. 1, д) рекомендуется располагать лопасти в следующем порядке:

1 Лопасти нечетных рядов осуществляют большее по величине перемещение частиц вправо (повернуты в сторону четных рядов расположенных справа), лопасти четных, наоборот – влево (рис. 2). Частицы сыпучего материала под

воздействием лопастей будут перемещаться по замкнутым траекториям в пределах трех соседних рядов (кроме крайних, у которых перемещение ограничивается двумя соседними рядами). Для обеспечения равномерного распределения и исключения скапливания материала у торцевых стенок смесителя число рядов (k) в этом случае должно быть четным числом и не меньше шести. При первом изменении состояния системы ($g = 1$) частицы из i -го ряда перемещаются в $(i - 1)$ и $(i + 1)$ ряды. При втором изменении – из $(i - 1)$ и $(i + 1)$ в $(i - 2)$, i и $(i + 2)$ ряды (рис. 2, а). При третьем изменении картина перемещений повторяется. В крайних рядах используется одинаковое с остальными рядами число лопастей.

2 Более интенсивное перемещение частиц по рядам рабочих органов можно получить путем использования лопастей с одинаковым направлением поворота, расположенных по винтовой линии (одной или

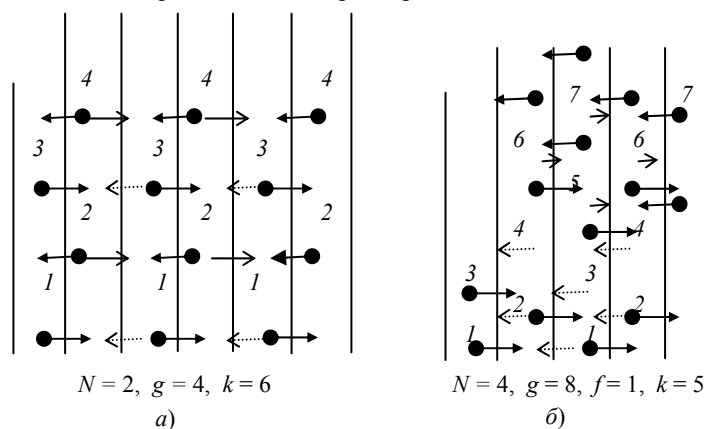


Рис. 2 Траектории движения частиц сыпучего материала в лопастном одновальном смесителе:

а – одинаковое расположение лопастей в ряду; б – различное расположение лопастей в ряду; ●→ – большее перемещение частиц; ←⋯ – меньшее перемещение частиц

двум) (рис. 2, б). Число рядов рабочих органов будет определяться по формуле

$$k = N_i f + 1, \quad (1)$$

где N_i – число лопастей в ряду рабочих органов; f – число однотипных повторяющихся с каждым оборотом вала потоков (при $f = 1$ число рядов минимальное – k_{\min}).

В случае упорядоченной загрузки компонентов смеси в смеситель для осуществления процесса смешения необходимо обеспечить перенос частиц из крайнего левого ряда в крайний правый и наоборот за минимальное время, т.е. траектория движения частиц должна проходить по возможности через все ряды рабочих органов за минимальное число оборотов вала. Для реализации данного процесса целесообразно использовать второй способ.

Таким образом, оптимальная конструкция лопастного одновального смесителя сыпучих материалов соответствует следующим требованиям: 1) рабочие органы выполнены в виде плоских пластин; 2) в каждом ряду рабочих органов расположено от двух до четырех лопастей, смещенных относительно лопастей соседнего ряда на одинаковый угол; 3) при небольших объемах производства загрузочное отверстие расположено по всей длине смесителя, и оно же выполняет функцию выгрузного отверстия путем опрокидывания корпуса смесителя; 4) лопасти расположены по винтовой линии (одной или двум) с одинаковым направлением поворота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Першин В.Ф., Пасько А.А., Демин О.В. Моделирование движения пластины в сыпучем материале // Вестник ТГТУ. 2002. Т. 8. № 3. С. 444 – 449.