

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТОЧНОГО РОТОРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА

А.Э. Левданский, Д.И. Чиркун, Э.И. Левданский\*

Белорусский Государственный Технологический Университет

*Разработана конструкция проточного роторно-центробежного сепаратора, приведены результаты экспериментальных исследований процесса разделения в данном сепараторе.*

Сортировка зернистых материалов по размерам широко используется в различных отраслях промышленного производства. Крупнозернистые материалы успешно разделяют механическим способом путем просеивания на ситах. Более сложно осуществить качественное разделение на фракции тонкодисперсных материалов, и для этих целей в большинстве случаев используют воздушную сепарацию. Однако, анализ работы применяемых в цементном производстве воздушных сепараторов показывает, что они обладают недостаточной эффективностью и около 50% готового тонкого продукта после воздушной классификации снова возвращается на помол [1].

Проведенный патентный анализ показывает, что в последнее время одним из наиболее перспективных направлений развития процессов разделения является способ проточной сепарации. Под проточным разделением понимают гидродинамические процессы движения многофазных потоков в канале с проницаемыми стенками с непрерывным отводом через них сплошной фазы, которая увлекает за собой мелкие частицы. Ряд конструкций сепараторов на основе принципа проточного разделения разработан в Японии, Франции, Германии, несколько проточных сепараторов бельгийского производства внедрены на цементных предприятиях Республики Беларусь.

Авторами данной статьи разработана конструкция проточного роторно-центробежного сепаратора для разделения тонкодисперсных систем, которая может найти широкое применение в различных отраслях промышленности [2].

Предложенная нами конструкция сепаратора (рис. 1) состоит из корпуса 1 с крышкой 2. По центру крышки крепится подшипниковый узел 3, вал которого одним концом опущен во внутрь сепара-

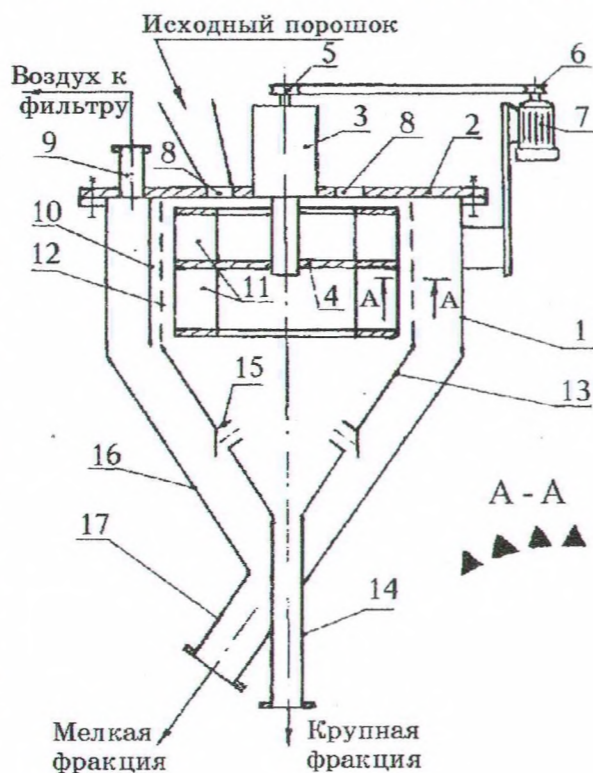


Рис. 1. Проточный роторно-центробежный сепаратор.

\*220100 г. Минск, ул. Куйбышева д. 95 кв. 36 тел. 231-78-10

тора, и к нему жестко крепится диск 4, а на втором конце вала насажен шкив 5, который связан ременной передачей со шкивом 6, насаженным на вал электродвигателя 7. В крышке 2 вокруг подшипникового узла имеются отверстия 8, через которые поступает в сепаратор воздух, а в одно из них подается порошок. При агрегировании сепаратора с мельницей все отверстия могут быть объединены общим патрубком. В этом случае из мельницы по трубопроводу в патрубок и далее в сепаратор будет поступать аэрозоль, состоящая из продуктов помола и воздуха. Для удаления из сепаратора воздуха в крышке имеется патрубок 9. Для снижения уноса с воздухом пыли к крышке прикреплен отбойная пластина 10.

По краям диска 4 сверху и снизу крепятся лопасти 11. На небольшом расстоянии от концов лопастей к крышке 2 крепится цилиндрическая перфорированная обечайка 12, внизу оканчивающаяся конусом 13 с патрубком 14, который предназначен для удаления из сепаратора крупной фракции. Для обеспечения циркуляции воздуха в сепараторе в конусе 13 имеются отверстия с направляющими патрубками 15. Корпус сепаратора оканчивается эксцентричным конусом 16 с патрубком 17, предназначенным для удаления мелкой фракции. Цилиндрическая перфорированная обечайка 12 является основным рабочим элементом сепаратора и в зависимости от граничного зерна разделения, абразивности и других особенностей разделяемого материала может быть выполнена из перфорированного листа, сетки или набрана из стержней треугольного профиля, установленных друг к другу с определенным зазором, аналогично дуговым грохотам и как показано в сечении А-А (рис. 1).

Для разделения в классификаторе сыпучего материала на 2 класса включается электродвигатель 7, который с помощью ременной передачи приводит во вращение вал с диском 4. Так как на диске 4 сверху и снизу закреплены лопасти 11, то при вращении он работает как спаренное колесо вентилятора. При работе в центре диска создается разрежение и сюда через воронку и отверстие 8 поступает исходный порошок и воздух. Поро-

шок подхватывается воздушным потоком и попадает на лопасти 11, с которых за счет центробежной силы с высокой скоростью отбрасывается под углом к перфорированной обечайке 12. В кольцевой зазор между концами лопаток и перфорированной обечайкой поступает и воздух. Следовательно, в зазоре создается вращающийся поток воздуха и частиц. При этом за счет центробежной силы у поверхности перфорированной обечайки образуется зона повышенного давления, и воздух вместе с мелкодисперсными частицами порошка проходит через отверстия и щели и удаляется из рабочей зоны в зазор между корпусом и обечайкой. Здесь за счет гравитации частицы осаждаются, по конусу 16 сползают вниз и через патрубок 17 выводятся из сепаратора как готовый мелкий продукт, а воздух с мельчайшей пылью через патрубок 9 удаляется на очистку. Частицы, не прошедшие через отверстия перфорированной обечайки, опускаются вниз и далее по внутренней поверхности конуса 13 поступают в патрубок 14, и как крупная фракция выводятся из сепаратора. Так как тангенциальная скорость воздуха и частиц внутри рабочей камеры около перфорированной обечайки 12 значительно выше, чем радиальная, то через отверстия перфораций будут проходить частицы, размер которых намного меньше размера самих отверстий, что исключает их забивку.

Наличие лопастей снизу вращающегося диска 4, а также отверстий с патрубками 15 в конической обечайке 15 позволяет организовать циркуляцию воздуха внутри сепаратора и дополнительно воздействовать на вращающийся аэрозольный поток у перфорированной обечайки и тем самым более глубоко извлекать мелкие частицы из порошка, подаваемого на классификацию. Изменяя скорость газа в отверстиях перфорации, а также производя замену перфорированной обечайки, можно в широком диапазоне изменять граничный размер зерна разделения.

С целью внедрения разработанной конструкции в производство были проведены экспериментальные исследования полупромышленного образца сепаратора производительностью до 1 т/ч. В ходе исследований определялись максималь-

ный граничный размер частиц в зависимости от величины отверстия перфорации, эффективность разделения в зависимости от производительности по исходному материалу и от частоты вращения ротора.

Исследования проводились на гипсе, клинкере цемента, а также на муке грубого помола, полученной измельчением зерна ячменя. Применение муки грубого помола, где многие частицы имели иглообразную форму и максимальный размер их достигал 2.5 мм, позволило изучить возможность забивки отверстий перфорированной обечайки. Результаты экспериментов близки между собой для всех материалов, но так как разброс дисперсного состава продуктов сепарации муки значительно выше чем в других случаях, то в данной статье мы приводим результаты исследований только муки, они более наглядны.

Результаты исследований представлены в виде графиков (рис. 2-4).

На рис. 2 представлен дисперсный состав продуктов сепарации при различной производительности по исходному материалу. Из графика видно, что изменение нагрузки в диапазоне от 0.3 до 0.11 кг/с существенного влияния на качество разделения не оказывает. При дальнейшем увеличении нагрузки по исходному материалу наблюдается сниже-

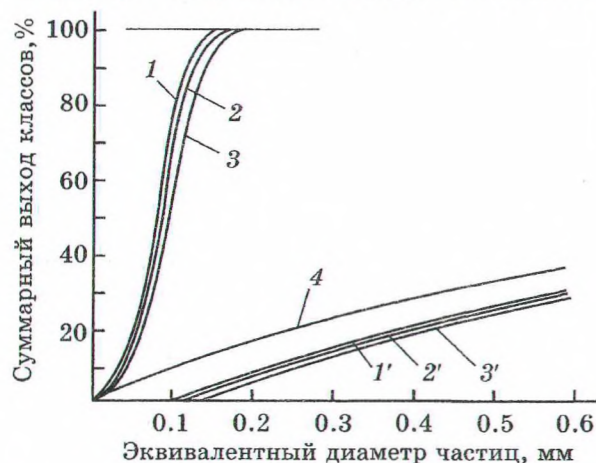


Рис. 2. Фракционный состав продуктов сепарации при различной производительности по исходному материалу. Частота оборотов ротора 1000 об/мин; размер отверстий 0.28×0.28 мм. Фракционный состав соответственно мелкой и крупной фракций при: 1,1' - 0.03 кг/с; 2,2' - 0.08 кг/с; 3,3' - 0.11 кг/с; 4 - исходный продукт.

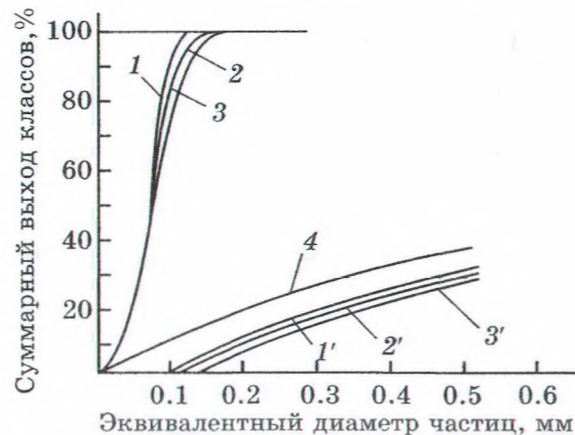


Рис. 3. Фракционный состав продуктов сепарации при различной частоте вращения ротора. Производительность 0.08 кг/с; размер отверстий 0.28×0.28 мм. Фракционный состав соответственно мелкой и крупной фракций при: 1,1' - 750 об/мин; 2,2' - 1000 об/мин; 3,3' - 1500 об/мин; 4 - исходный продукт.

ние эффективности разделения. Объясняется это взаимодействием частиц между собой и нарушением гидродинамики потока в камере разделения.

На рис. 3 представлены результаты исследований при различной частоте вращения ротора. Частота вращения ротора практически не влияет на граничный размер частиц тонкой фракции, так как с увеличением частоты вращения ротора возрастает как радиальная, так и тангенциальная скорость частицы, тогда как арктангенс их отношения, определяющий угол подхода частицы к перфорированной обечайке, остается практически неизменным.

Взаимное расположение зависимостей фракционного состава продуктов сепарации (рис. 4) показывает, что размер отверстий перфораций является определяющим параметром регулирования дисперсного состава продукта. Изменяя размер отверстий перфораций, можно получить продукт заданного качества в пределах от 50 мкм до 1-2 мм.

Обработка экспериментальных данных позволила получить математическую зависимость для описания гранулометрического состава порошка, прошедшего через перфорированную обечайку в зависимости от размеров ее отверстий:

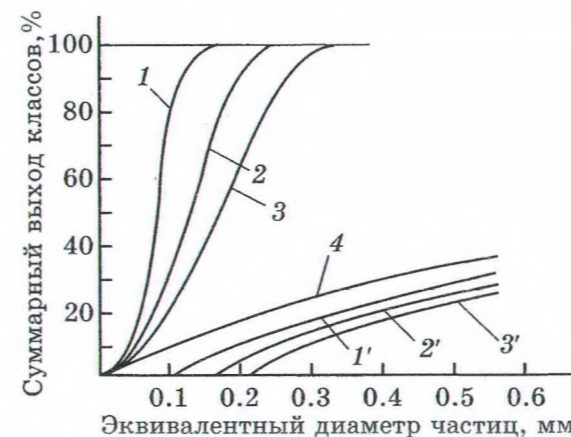


Рис. 4. Фракционный состав продуктов сепарации при различной величине отверстий перфораций. Производительность 0.08 кг/с; частота оборотов ротора 1000 об/мин. Фракционный состав соответственно мелкой и крупной фракций при: 1,1' - 0.28×0.28 мм; 2,2' - 0.44×0.44 мм; 3,3' - 0.66×0.66 мм; 4 - исходный продукт.

$$D = 100 \cdot \left[ 1 - e^{-\left(11.4 \cdot b^{-2.3}\right) \cdot x^{2.5}} \right], \quad (1)$$

Условные обозначения

D - суммарный выход классов, %;  
b - размер отверстий перфораций, мм;  
x - размер частиц, мм;

Библиография

1. Барский М. Д. Фракционирование порошков. // М.: Недра, 1980. 376 с.
2. Левданский Э. И., Левданский А. Э., Волк А. Ф., Чиркун Д. И. Заявка на изобретение № а 20021041 РБ. Оpubл. в Б.И. №3. 2002.

НОВОСТИ С ПАТЕНТНЫХ СЕРВЕРОВ  
ИНТЕРНЕТА. ПОДБОРКА №14

Патенты выбраны на словосочетания «calcium AND sulfate» (найдено 405 документов) и «cleaner AND ecology AND method» (Найдено 123 документа).

- 1) Пат. Канады CA2,415,644, (опубл. 18.09.03), Inventor: Eisele D. J. (US); Applicant: ALCOA INC (US). Intern'l Class: C04B11/02; C01F11/46. Превращение гипсофторида в сульфат кальция.

лучения портландского цемента, используя гипс, полученный из цементной пыли.

Гипсофторид преобразован в кальций сульфат, взаимодействием серной кислоты в гипсофториде с тонкодисперсным карбонатом кальция. Результирующий продукт полезен, как замедляющий агент для цемента.

- 2) Пат. США 6,613,141, (опубл. 02.09.03). Inventor: Key J. (US). Intern'l Class: C04B11/00. Восстановление сульфата кальция из цементной пыли путем осаждения с использованием раствора серной кислоты.

- 3) Пат. Германии DE10149008, (заявл. 17.04.03.). Inventor: Stark J.; Applicant: Bauhaus Uni Weimar (DE). Intern класс C04B22/14; C04B40/00. Производство вспучивающейся добавки...

Способ и аппарат для восстановления гипса из обожженной цементной пыли для повторного использования в пределах процесса производства цемента в качестве наполнителя. Изобретение также предлагает способ по-

Производство вспучивающейся добавки включает взаимодействие кальция алюминат сульфата гидрата, предпочтительно этрингита, с кальцием алюминатом гидратом с 0.5-6 молей кристаллизационной воды и/или кальций алюминатным цементом в определенной температурной области (при 40-150°C) при щелочном pH, чтобы формировать моносульфат; и добавление естественного и/или технического носителя кальция сульфата. Реакция может управляться, добавляя негашеную известь и/или уменьшая известь. Сульфатный носитель приготовлен из гипса, ангидрита, полугидрата или индустриальных отходов.