

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОТОЧНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ МНОГОФАЗНЫХ СИСТЕМ

Минск, Белорусский государственный технологический университет

Исследования, промышленные испытания и внедрения последних лет показывают, что среди новых разработок важное место могут занять процессы и агрегаты, в которых используется проточный способ разделения многофазных систем. Под проточным понимают гидродинамические процессы движения многофазных потоков в каналах с проницаемыми стенками с непрерывным отводом через них сплошной фазы. Способ проточного разделения позволяет совершенствовать многие технологические процессы, и он может быть использован для обезвоживания и классификации суспензий, очистки газовых потоков от твердых частиц и капельной влаги, при измельчении и классификации твердых материалов и т.д. Примером использования процесса проточного разделения суспензий может быть дуговой грохот [1], применение которого в замкнутом цикле с мельницей мокрого помола в производстве цемента позволяет увеличить на 30% производительность мельничного агрегата при одновременном снижении расхода электроэнергии на 29%.

В настоящее время в Белорусском государственном технологическом университете разработано на уровне изобретений более ста способов и агрегатов, в которых используется проточное разделение многофазных систем. Проточным способом можно осуществлять сгущение и глубокое обезвоживание крупнодисперсных суспензий и отказаться от таких энергоемких, сложных и дорогостоящих машин, какими являются центрифуги и вместо их использовать простые и надежные аппараты как проточные фильтры и газоцентрибежные разделители суспензий (ГЦРС) [2-4]. На рис. 1 представлены две конструкции ГЦРС. Конструкция варианта «а» работает при нисходящем движении суспензии и воздуха, а конструкция варианта «б» работает при восходящем движении суспензии и воздуха. Разделение суспензий в ГЦРС осуществляется следующим образом. Через патрубок 4 и завихритель 5 в фильтровальный элемент вентилятором подается закрученный газовый поток. Через штуцер 6 в карман, образованный конусом 3 и патрубком 4 подается суспензия. Через кольцевой зазор суспензия вращающейся пленкой из кармана поступает в фильтровальный элемент. При совместном движении закрученного газового потока по центру и вращающейся пленки суспензии по стенке фильтровального элемента 2 возникает центробежная сила, которая создает повышенное давление на стенке. За счет перепада давления на фильтровальной перегородке жидкая фаза и частично газ продавливаются через отверстия перфорации и попадают в пространство между фильтровальным элементом и корпусом 1. Из этого

пространства газ удаляется через штуцер 8, а фильтрат стекает пленкой по наружной поверхности элемента 2 вниз и через штуцер 7 выводится из аппарата.

Опыт работы ГЦРС показывает, что влажность твердой фазы на выходе из ГЦРС очень низкая и во многих случаях отпадает необходимость в ее сушке. Разработаны и более компактные ГЦРС, в которых вентилятор и гвизоцентрибежный разделитель совмещены в одной конструкции. Используются ГЦРС и для отделения кристаллов солей от насыщенного раствора [5]. Сравнительные испытания по обезвоживанию полимерных суспензий в фильтрующих центрифугах и ГЦРС показали, что при одинаковой производительности ГЦРС обеспечивает более качественное отделение влаги от гранул, а расход электроэнергии в 2 раза ниже, чем в центрифугах. Металлоемкость установки с применением ГЦРС в 10 раз, а стоимость в 93 раза ниже, чем центрифуги. В настоящее время ГЦРС применяются на большинстве предприятий СНГ по производству полимеров.

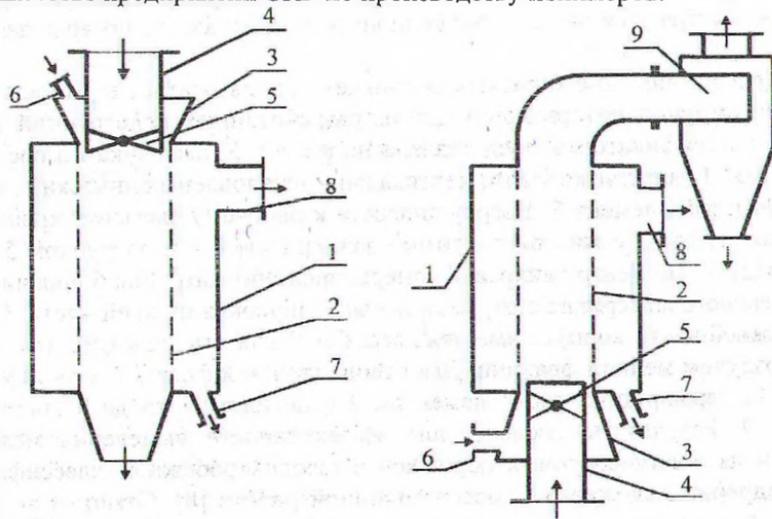


Рис. 1. Газоцентрибежные разделители суспензий:

1 – корпус; 2 – фильтровальный элемент; 3 – конус; 4 – патрубок; 5 – завихритель; 6 – штуцер подачи суспензии; 7 – штуцер слива фильтрата; 8 – штуцер выхода воздуха; 9 – циклон

С использованием проточного способа разделения многофазных систем можно решать весьма актуальную проблему обеспыливания газовых выбросов [6,7]. Опыты показывают, что при проточном способе фильтрования запыленных газов можно осуществлять непрерывную регенерацию фильтровальной поверхности рукавов. Сущность проточной фильтрации заключается в том, что пылегазовый поток подается во внутрь фильтровального рукава, где он разделяется на две части. Основная часть газа

очищается, проходя через пористую стенку рукава, а другая, по возможности, меньшая часть, двигаясь с высокой скоростью вдоль рукава, сдувает пыль с фильтровальной перегородки и выходит с противоположной стороны. При таком способе процессы фильтрации газов и регенерации фильтровальной перегородки происходят одновременно. Скорость фильтрации в проточных фильтрах в несколько раз выше, чем в обычных рукавных фильтрах. Энергетические затраты на очистку газов от пыли при применении проточных фильтров также снижаются. Широкое применение проточный способ разделения неоднородных систем находит при очистке газов (паров) от капельной влаги. В проточных конструкциях сепараторов в широком диапазоне изменения нагрузок исключается вторичный унос, так как отсутствует пленочное течение, и отсепарированная жидкость сразу выводится из элемента, а, следовательно, эффективность их значительно выше, что и подтверждают экспериментальные исследования [2]. Конструкции проточных центробежных сепараторов в последнее время успешно внедряются на многих предприятиях химической промышленности.

Способ проточного разделения может использоваться и для классификации сыпучих материалов. Одна из разработанных конструкций проточных классификаторов представлена на рис. 2. Классификатор состоит из корпуса 1, внутри которого вертикально установлен конический перфорированный элемент 2. Вверху аппарата к рабочему элементу крепится вихревая камера 3 с многолопастным завихрителем 4 и патрубком 5 подачи воздуха. По центру вихревой камеры проходит патрубок 6 подачи полидисперсного материала с отражательным конусом в нижней части. Сбоку в нижней части корпуса имеется патрубок 7 для отвода к фильтру вместе с воздухом мелкой фракции. Для отвода крупной фракции к днищу аппарата за перфорированным элементом 2 с помощью отвода 8 крепится циклон 9. Результаты исследования эффективности выделения мелкой фракции из полидисперсных порошков в газочентробежном классификаторе подробно изложены в диссертационной работе [8]. Отметим только то, что эффективность извлечения мелкой фракции достигает $75 \div 80\%$.

Проточная классификация нашла широкое применение при тонком измельчении материалов, которое является одним из самых энергоемких процессов. В настоящее время как теоретически, так и экспериментально доказано, что наиболее низкий расход энергии на размол достигается при ударном нагружении материала. Второе требование, которое должно соблюдаться при проведении процесса помола, заключается в том, что готовый продукт должен непрерывно удаляться из зоны измельчения. В БГТУ разработано более десятка конструкций центробежно-ударных мельниц с непрерывной проточной классификацией готового продукта [9]. Конструкции центробежно-ударных мельниц с проточной классификацией прошли всесторонние промышленные испытания при помоле извести, мела, гипсового камня, зерна и показали высокое качество измельченного про-

дукта при низком расходе электроэнергии. Мельницы находят промышленное применение при тонком помоле зерна, пигментов для антикоррозионных лакокрасочных покрытий, растительного и синтетического сырья для производства медицинских препаратов и др. Некоторые из разработанных конструкций мельниц могут найти широкое применение при мокром помоле, например, при роспуске глины, при помоле с одновременным растворением минеральных удобрений.

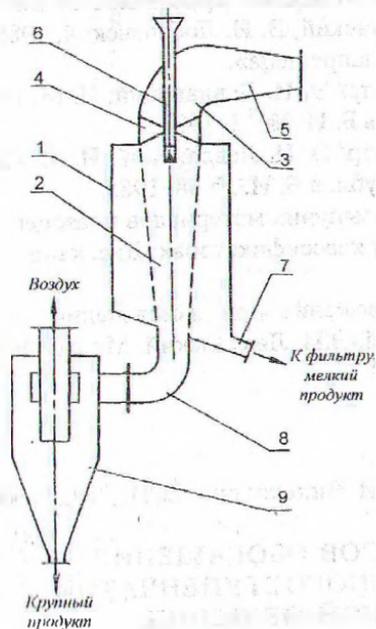


Рис. 2. Газо-центробежный сепаратор

1 – кожух; 2 – перфорированный конический элемент; 3 – вихревая камера; 4 – многолопастный завихритель; 5 – патрубок воздушный; 6 – патрубок подачи материала на классификацию; 7 – патрубок вывода мелкой фракции; 8 – отвод; 9 – цилиндр

Нельзя не привести еще один пример успешного применения проточной классификации в зерноперерабатывающей отрасли. Используя принцип непрерывного проточного удаления шелухи и мучки из зоны шелушения, была разработана принципиально новая машина для производства крупы. Весь процесс производства крупы осуществляется в одной машине, вместо целой производственной линии. Металлоемкость установки снизилась в 8 раз, а расход электроэнергии на переработку одной тонны зерна в крупу уменьшился со 120 кВт·ч до 33 кВт·ч. В настоящее время более половины производимой в республике перловой крупы изготавливается на шелушильных машинах с проточной классификацией.

Таким образом, приведенные примеры показывают, что при использовании проточного способа разделения многофазных систем можно значительно интенсифицировать многие технологические процессы, резко снизить их энергоемкость при значительном снижении капиталовложений.

Литература

1. Андреев С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / С. Е. Андреев, В. М. Перов, В. В. Зверович – М.: «Недра», 1988 – 415 с.

2. Левданский Э.И. Разработка газоцентрибжных аппаратов для разделения крупнодисперсных гетерогенных систем: Дис. ... д-р. техн. наук 05.17.08. Львов, 1990 – 352 с.

3. Левданский А.Э. Высокоэффективные проточные процессы и аппараты/ А.Э. Левданский, Э.И. Левданский. –Мн.:БГТУ, 2001. –235 с.

4. А. с. 1510951 Устройство для разделения суспензий/ Э. И. Левданский, Н. П. Кохно, А. Э. Левданский и др. Оpubл. в Б. И. № 15, 1989.

5. А.с. 1153419 Устройство для отделения кристаллов от маточного раствора/ И. М. Плехов, Э. И. Левданский, В. И. Лобачевский, 1985, с грифом «Публикация в открытой печати запрещена».

6. А. с. 1155284 Рукавный фильтр/ Э. И. Левданский, И. М. Плехов Н. П. Кохно, В. А. Бобрович, Оpubл. в Б. И. № 18.-1985

7. А. с. 1200944 Рукавный фильтр/ Э. И. Левданский, И. М. Плехов, Н. П. Кохно, А. Н. Ковалевич др. Оpubл. в Б. И.-№ 48.-1985.

8. Левданский А.Э. Сортировка сыпучих материалов в газоцентрибжных и инерционно-отражательных классификаторах: Дис. канд. техн. наук. 05.17.08.-Мн., 1994.

9. Левданский Э.И. Энергосбережение при измельчении материалов: Учебн. Пособие/ А.Э. Левданский, Э.И. Левданский. Мн., 1999–85.

А. Э. Левданский, А. И. Вилькоцкий, Э. И. Левданский

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБОГАЩЕНИЯ СИЛЬВИНИТОВОЙ РУДЫ В МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ РОТОРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Минск, Белорусский государственный технологический университет

Сильвинитовая руда состоит из трех основных компонентов: хлористый калий, хлористый натрий и галопелит. Полезным извлекаемым минералом является хлористый калий, а два других компонента направляются в отвал. Галопелит содержит в своем составе различные сочетания глинистых минералов, карбонатов, сульфатов, хлоридов и т.д.

Состав калийной руды в разрабатываемых пластах Старобинского месторождения изменяется от многих факторов [1-4]. Для расчетов принимается среднее содержание KCl – 25%, NaCl – 69%, галопелита – 8% [5].

Исследования проводились на многоступенчатой роторно-центрибжной мельнице с непрерывной проточной классификацией измельченного материала. Основное назначение такой мельницы – избирательное измельчение многокомпонентного материала.